

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS

**LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN CONTEXTOS  
MULTICULTURALES: UNA REFLEXIÓN CRÍTICA  
DESDE EL PLURALISMO EPISTEMOLÓGICO**

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
DOCTORA EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA  
PRESENTA

**LILIANA VALLADARES RIVEROLL**

DIRECTORA: DRA. ROSAURA RUIZ GUTIÉRREZ

2009



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*A mis queridos padres*  
*A mis hermanas*  
*A mis grandes maestros*

# Agradecimientos

El presente trabajo fue posible gracias al apoyo incondicional de la Dra. Rosaura Ruiz Gutiérrez, mi directora de tesis, quien desde un inicio me guió de una manera extraordinaria; admirable como siempre, eres a quien le expreso mi mayor gratitud.

Agradezco el apoyo invaluable de León Olivé Morett, María del Carmen Sánchez Mora, Alma Herrera Márquez y Ambrosio Velasco Gómez por haber contribuido enormemente a enriquecer este trabajo.

Extiendo también mi agradecimiento a todos y cada uno de los miembros de la Secretaría de Desarrollo Institucional de la UNAM y del Seminario de Investigación sobre Sociedad del Conocimiento y Diversidad Cultural; gracias por hacerme sentir en casa.

Gracias a la Coordinación del Posgrado en Filosofía de la Ciencia, muy especialmente a Jorge Linares, Noemí Vidal y Elizabeth Barajas.

Finalmente, agradezco los apoyos otorgados para la realización de mis estudios de doctorado: a la Coordinación de Estudios de Posgrado de la UNAM por la beca otorgada durante el período 2006-2009; al Macroproyecto Sociedad del Conocimiento y Diversidad Cultural de la Coordinación de Humanidades de la UNAM; a los proyectos PAPIIT IN402509, CONACYT 82818 y FONCICYT 95255.

# INDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	5
---------------------	---

## **PARTE I: "LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN CONTEXTOS MULTICULTURALES: LA CONSTRUCCIÓN DE UN PROBLEMA INTEGRAL"**

<b>Capítulo 1. Los lugares actuales de la educación científica: entre los discursos y las prácticas</b>	15
1.1. <u>Introducción</u>	15
1.2. <u>Lo que es la educación científica</u>	18
1.2.1. <i>La relación entre la educación en ciencias (EC), la alfabetización científica (AC) y la cultura científica (CC)</i>	19
1.2.2. <i>Las muchas caras de los conceptos: el estudio de R. Laugksch</i>	32
1.2.3. <i>Entre los discursos y las prácticas: la necesidad de un concepto integral</i>	39
1.3. <u>Ciencia para todos/Ciencia para futuros científicos: dos enfoques del educar en ciencias</u>	46
1.3.1. <i>Ciencia para Futuros Científicos: el lado propedéutico del péndulo educativo</i>	50
1.3.2. <i>Ciencia para Todos: el lado CTS del péndulo educativo</i>	52
1.3.3. <i>Del predominio de la alfabetización en ciencias o la "Ciencia para Todos" a la oscilación entre los extremos</i>	54
1.4. <u>Las concepciones de la ciencia detrás de los enfoques Ciencia para todos/Ciencia para futuros científicos</u>	59
1.5. <u>La visión global de la educación científica: desde las declaratorias internacionales hacia los contextos concretos locales</u>	69
<u>Recapitulación</u>	75

**PARTE II:**  
**“UN MODELO DIALÓGICO INTERCULTURAL DE EDUCACIÓN  
CIENTÍFICA: UNA PROPUESTA DESDE EL PLURALISMO  
EPISTEMOLÓGICO”**

<b>Capítulo 2. La educación científica desde la teoría pluralista sobre la ciencia</b>	81
2.1. <u>Introducción</u>	81
2.2. <u>Del pluralismo orientativo en filosofía al pluralismo epistemológico en la ciencia</u>	84
2.2.1. <i>El pluralismo como un aspecto inevitable de la filosofía</i>	84
2.2.2. <i>El pluralismo como un rasgo constitutivo de la ciencia</i>	95
2.3. <u>Pluralismo y relativismo: una distinción evaluativa</u>	104
2. 4. <u>Pluralismo en el ámbito de la educación científica</u>	109
2. 5. <u>Educación científica y diversidad cultural</u>	117
2.5.1. <i>La pluralidad de saberes: la ciencia ante otras formas de conocimiento</i>	120
2.5.2. <i>Educación científica intercultural: hacia la construcción de diálogos</i>	128
<u>Recapitulación</u>	137
<b>Capítulo 3. La educación científica como espacio para el diálogo intercultural</b>	141
3.1. <u>Introducción</u>	141
3.2. <u>Conocimientos científicos y conocimientos tradicionales: repensando las fronteras</u>	144
3.2.1. <i>Una aproximación a los conocimientos tradicionales: el estudio de P. Winch</i>	145
3.2.2. <i>Hacia la construcción interactiva de los saberes: disolviendo las demarcaciones</i>	160
3.3. <u>El diálogo como oportunidad de interacción cultural</u>	168
3.3.1. <i>Educación indígena, multicultural e intercultural</i>	169
3.3.2. <i>El diálogo crítico para el aprendizaje intercultural</i>	177

3.4. <u>Modelo dialógico intercultural de educación científica</u>	184
3.5. <u>Educación en ciencias: la transformación de las prácticas sociales y la reconstrucción de las identidades</u>	209
<u>Recapitulación</u>	222

**PARTE III:  
"EDUCACIÓN CIENTÍFICA PARA LA INTERCULTURALIDAD:  
ANÁLISIS DE SUS IMPLICACIONES PARA LA PRÁCTICA  
EDUCATIVA"**

<b>Capítulo 4. <i>Implicaciones y alcances epistemológicos: hacia la transformación de los espacios educativos como experiencias dialógicas interculturales</i></b>	227
4.1. <u>Introducción</u>	227
4.2. <u>Implicaciones epistemológicas</u>	230
4.2.1. <i>El contexto educativo como un espacio para la creación "in situ" de nuevos conocimientos</i>	231
4.2.2. <i>El contexto educativo como un espacio potencial para las innovaciones socioeducativas</i>	250
4.2.3. <i>Las innovaciones socioeducativas como resultados exitosos del desarrollo de competencias para el "proceder científico"</i>	258
4.2.4. <i>La "transferencia de saberes" como un vínculo que transforma los significados de la función social de la educación científica</i>	265
4.2.5. <i>Una experiencia de educación científica intercultural debe dar cuenta de la pluralidad cultural de las identidades y las prácticas: Ejemplos para las comunidades indígenas mexicanas</i>	268
4.2.5.1. <i>La relación salud-enfermedad en el contexto indígena tzotzil y tzeltal</i>	278
4.2.5.2. <i>El "suelo" en el contexto indígena de los mayas Yucatecos</i>	289
4.2.5.3. <i>El uso de la leña en el contexto indígena de los purépechas</i>	295
4.2.5.4. <i>Los cultivos de maíz en el contexto indígena tzeltal</i>	301
<u>Recapitulación</u>	312

<b>Capítulo 5. Implicaciones y alcances sociopolíticos: hacia la transformación de los espacios educativos como experiencias cívicas interculturales</b>	315
5.1. <u>Introducción</u>	315
5.2. <u>Implicaciones socio-políticas</u>	316
5.2.1. <i>La educación científica como diálogo crítico es un ejercicio para la formación cívica intercultural</i>	319
5.2.2. <i>La educación científica intercultural es una vía para la transformación de las condiciones socioeducativas de desigualdad</i>	329
5.2.3. <i>Una experiencia cívica intercultural y transformadora contribuye al ejercicio democrático en un estado plural</i>	335
<u>Recapitulación</u>	350
<b>REFLEXIONES FINALES</b>	353
<b>APÉNDICE</b>	373
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	389



# INTRODUCCIÓN

Durante mucho tiempo el quehacer de la filosofía de la ciencia se concentró en el estudio del llamado contexto de justificación, esto es, en el análisis y reconstrucción lógica de los principales resultados de la investigación científica, y en la elucidación de las reglas que rigen los procesos de racionalidad en la ciencia.

Recientemente, autores como Javier Echeverría han llamado la atención sobre la importancia de reconocer que la tarea de la filosofía de la ciencia es mucho más extensa; además de abordar el estudio del contexto de justificación, también debe incluir el estudio de otros contextos que caracterizan a la actividad científica contemporánea, entre ellos: el contexto de innovación, el de aplicación, el de evaluación, y por supuesto, el relativo a la educación.

La importancia del contexto de educación en las reflexiones sobre la ciencia está confirmada por las actividades que dentro de éste se desarrollan, y sin las cuales la ciencia no podría tener la continuidad que tiene en las sociedades actuales, ni incidir en la transformación de la sociedad misma, pues no hay intelección científica sin aprendizaje previo<sup>1</sup>.

Ya el trabajo de Thomas Kuhn al respecto de las revoluciones científicas<sup>2</sup>, había dejado clara la importancia que tiene la enseñanza-aprendizaje de las ciencias dentro del desarrollo de la ciencia normal. Para entender un enunciado científico hay que haber aprendido un cúmulo de conocimientos, tanto teóricos como prácticos, sin los cuales no hay posibilidades de descubrir, justificar, ni mucho menos aplicar la ciencia. Asimismo, los procedimientos científicos más comunes (observación, medición,

---

<sup>1</sup> Echeverría, J. (2002). *Ciencia y valores*. Destino. España. 312 p.

<sup>2</sup> Kuhn, T. (2000). *La estructura de las revoluciones científicas*. FCE. México. 319 p.

experimentación, modelización matemática, entre otros) deben ser aprendidos, por lo que la educación es una condición *sine qua non* para la acción científica<sup>3</sup>.

De acuerdo con Echeverría: **"...la enseñanza de la ciencia es el primer ejemplo de que la actividad científica tiene efectos reales sobre el mundo, al transformar las mentes de las personas y estructurarlas conforme a los contenidos, reglas metodológicas y valores que caracterizan a la ciencia. Además... ésta modifica profundamente las capacidades de acción de las personas.... Es decir, sus habilidades y destrezas. La educación científica, por tanto, es un gran ejemplo de transformación del mundo..."**<sup>4</sup>.

La enseñanza de las ciencias se ha constituido, de esta manera, como una vía para incrementar los conocimientos de las personas, pero también sus capacidades para actuar. El contexto de educación tiene la posibilidad de modificar las prácticas sociales, al introducir nuevas competencias en los agentes que intervienen en un proceso de educación científico-tecnológica, pues éste no solamente permite que una persona incremente el conocimiento proposicional que posee (el saber qué), sino también sus habilidades para la solución de problemas concretos (el saber cómo).

La alta eficacia que han mostrado la ciencia y la tecnología en la resolución de problemas específicos planteados por los complejos entornos contemporáneos, las han vuelto factores estratégicos para el desarrollo social y económico de las naciones, muchas de las cuales, han logrado elevar sus niveles de competitividad internacional gracias al apoyo que han otorgado a sus actividades científico-tecnológicas.

Esto es especialmente importante para el caso de México, un país que hacia el año 2007 ocupó el lugar 47 en la escala mundial de competitividad<sup>5</sup> y en el que, desafortunadamente, continúa vigente la alta dependencia tecnológica del extranjero.

Para que México logre potenciar sus actividades de ciencia y tecnología, se requiere como base el fortalecimiento de un sólido sistema de educación científica. Pero a su vez, la mejora de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia

---

<sup>3</sup> Echeverría, J. (2002), p. 217

<sup>4</sup> *Idem* p. 218

<sup>5</sup> CONACYT. (2008). *Informe general del Estado de la Ciencia y la Tecnología, 2007*. México. p. 57

en nuestro país depende del grado en que los sistemas educativos nacionales se adapten a las características socioculturales de las poblaciones que atienden, es decir, de la medida en que la práctica educativa de la ciencia logre responder con éxito a las necesidades y demandas específicas de cada comunidad cultural.

No hay un sistema de educación que incida en la transformación de la sociedad de la que forma parte, que sea ajeno a las características concretas de dicha sociedad. Lo anterior es así porque los seres humanos formamos parte de una cultura, a partir de la cual organizamos nuestras vidas, relaciones y prácticas sociales en términos de un horizonte de sentido y significado que nos dota de una cierta identidad cultural.

En México coexisten distintos horizontes de sentido que hacen que nuestro país no sea una entidad culturalmente monolítica y homogénea. Al estar integrado por 32 estados que tienen entre sí grandes diferencias de tamaño, población, desarrollo humano, recursos naturales, clima, entre otros, la mejora de la educación científica se enfrenta al reto de diseñar e implementar modelos educativos que sean sensibles y adecuados a la alta diversidad cultural del país.

Además de las diferencias entre entidades federativas, el pluralismo cultural en nuestro país se complejiza ante la presencia de más de 7 millones de indígenas, pertenecientes a alrededor de 62 pueblos, cada uno con su lengua y sus variantes lingüísticas, con sus propias formas de organizarse, de vestir, comer, hacer producir la tierra, comunicarse, vivir su espiritualidad.

La coexistencia de estas múltiples culturas, que representan distintos horizontes de significado y sentido, hace que dentro de contextos multiculturales la tarea de la educación científica se enfrente a un desafío adicional: los conocimientos derivados de la ciencia y la tecnología no son las únicas formas legítimas de conocimiento, puesto que las comunidades indígenas han generado, durante milenios, conocimientos que dentro de sus tradiciones se han mostrado eficaces para la resolución de problemas específicos.

Así, además del reto de adecuar toda práctica educativa a un contexto cultural concreto con determinados valores, necesidades y problemas, la educación científica en nuestro país debe responder al hecho de que los saberes derivados de la ciencia y la tecnología no son los únicos legítimos.

Para hacer frente a esta problemática, es necesario aproximarse al estudio de la educación científica en contextos multiculturales como México.

Tal es el objetivo central del presente trabajo: profundizar en la comprensión del significado de la educación científica en contextos culturalmente diversos. Mediante un ejercicio de reflexión filosófica y crítica se propondrán bases para el diseño de propuestas y de instrumentos específicos orientados a fortalecer la enseñanza-aprendizaje de las ciencias como una vía para fomentar la interculturalidad, la democracia y el desarrollo. Lo anterior, bajo el supuesto de que hacer llegar la ciencia y la tecnología hacia las distintas comunidades culturales de nuestro país, no debería significar la imposición de una concepción del mundo por sobre otra, sino el enriquecimiento cultural mutuo alcanzado a través del diálogo intercultural.

El trabajo está organizado en cinco capítulos, distribuidos en tres grandes partes. En la primera parte (Capítulo 1) se definen los límites conceptuales del problema a ser abordado; en la segunda parte (Capítulos 2 y 3) se explicita la estrategia metodológica a partir de la cual se configura un modelo educativo, mediante el cual se pretende responder al problema planteado en la primera parte del trabajo; mientras que en la tercera y última parte (Capítulos 4 y 5) se analizan las principales implicaciones del modelo propuesto, dejando abiertas numerosas vetas de investigación a futuro.

Así, en el Capítulo 1 se plantea el problema derivado de pensar la tarea de la educación científica solamente en abstracto, y de manera universalista, y se propone la posibilidad de aproximarse a su estudio desde lo concreto. En contextos multiculturales es fundamental que la educación en ciencias responda específicamente a las necesidades concretas de las distintas comunidades, para que tenga una función social más allá de reproducir estructuras de poder y de desigualdad.

En el Capítulo 2 se presenta al enfoque del pluralismo epistemológico como la estrategia metodológica a partir de la cual es posible comprender y resignificar la práctica educativa de la ciencia frente al hecho de la diversidad cultural.

En el Capítulo 3 se desarrolla un modelo pluralista de la educación científica entendida, ésta última, como un espacio para el diálogo intercultural. En tanto proceso dialógico e intersubjetivo, la práctica educativa de la ciencia se convierte, a lo largo de este capítulo, en una fuente creativa de transformación de las identidades y prácticas que dan sentido a los individuos y grupos sociales. El modelo educativo propuesto es una forma de llenar de contenido los planteamientos universalistas y abstractos acordados en las recomendaciones internacionales para la educación científica, abordadas en el capítulo uno.

Finalmente, en los Capítulos 4 y 5 se describen las principales implicaciones epistemológicas y socio-políticas derivadas de reconceptualizar a la educación científica como un espacio para el diálogo intercultural.

Como se verá a lo largo del presente trabajo de tesis, con el modelo educativo propuesto no se pretende solucionar y dar fin al complejo problema de la enseñanza de las ciencias en nuestro país, sino apenas estimular el debate necesario para contribuir a la reflexión y al análisis crítico en torno a cómo la educación científica podría responder al reto actual de la interculturalidad.

El modelo dialógico intercultural de educación científica que se desarrollará en esta tesis, se propone como un escenario público, plural, que al propiciar el respeto y el impulso a la diversidad, así como la convivencia y la participación con equidad, puede conducir a un diálogo crítico con impacto en la justicia social para todos. Versa sobre la ciencia, por la importancia que ésta actualmente tiene como catalizador del desarrollo socioeconómico, y porque la reflexión sobre la actividad científica ya no puede permanecer al margen de los temas que hoy se discuten en las ciencias sociales y las humanidades.

La aproximación multinivel al estudio de la educación científica que a lo largo del documento se plantea, encuentra su fundamentación a partir de

diversas perspectivas: en lo epistemológico, con el enfoque pluralista sobre la ciencia; en lo pedagógico, con el enfoque sociocultural sobre la cognición situada; en lo ético, al promover el pleno respeto, reconocimiento y aprovechamiento de la diversidad cultural y cognitiva; en lo pragmático, al plantear a la formación científica como espacio potencial para la innovación y el desarrollo local y regional; y en lo político, al descifrar algunas de las condiciones necesarias para que la educación en ciencias se convierta en promotora del diálogo, la democracia y el desarrollo de pueblos autónomos, en tanto forjadores de identidades auténticas.

La diversidad de ángulos y dimensiones que caracterizan al modelo educativo será un reflejo permanente a lo largo del texto, de cómo la transformación de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias hacia enfoques que propicien y se beneficien de la interacción entre distintas culturas, es una tarea transdisciplinaria que demanda la intervención no solamente de la filosofía de la ciencia, sino también de otras perspectivas como son la pedagogía, la psicología de la innovación, la filosofía política, la sociología de la educación, entre otras. Esta multidimensionalidad también se verá reflejada en las acciones concretas que se requieren para lograr una educación científica intercultural; también estas acciones, según se verá, deberán abarcar a todos los componentes del proceso educativo sobre la ciencia, desde los mismos agentes que participan en la educación (docentes, alumnos, autoridades educativas, comunidades culturales), hasta los contenidos, instrumentos y objetivos que rigen el quehacer escolar.

Para lograr mediante la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, que el conocimiento se convierta en un importante catalizador de crecimiento económico, es preciso hacer llegar la ciencia y la tecnología a los distintos tejidos sociales, sin que esto fracture las múltiples identidades culturales que constituyen nuestro país. Para ello, en tanto que uno de los objetivos de la educación en general es reducir las desigualdades sociales y fomentar la equidad, se debe comenzar por impulsar la diferencia. Esto implica reconocer el valor y la legitimidad de los saberes tradicionales que poseen muchas comunidades culturales.

En la medida en que los programas educativos reflejen, promuevan y aprovechen esta pluralidad cognitiva, tanto la cultura hegemónica como el resto de las culturas de este país, podrán retroalimentarse unas de otras, innovando, transformando y recreando sus identidades y prácticas. De otro modo se seguirá omitiendo la composición plural de toda cultura, negándosele su potencial para cambiar y transformar las condiciones de asimetría y desigualdad en que pudiera encontrarse.

Con la idea de educación científica entendida como una forma respetuosa de aproximar la ciencia a las distintas comunidades culturales mediante el diálogo intercultural, el presente trabajo constituye una propuesta encaminada a enriquecer la enseñanza de las ciencias en contextos multiculturales. Por tratarse de una educación científica intercultural, la presente propuesta educativa contribuye a resolver algunos de los principales problemas y críticas que ya han sido señalados para la educación indígena, (pero que también se extienden a la educación en general), a saber: a) haberse convertido en un modelo asimilacionista o integracionista de la educación, que históricamente ha buscado homogeneizar a las culturas mediante la castellanización de los pueblos indígenas; b) concentrar los esfuerzos en solamente los niveles básicos de educación (primaria y secundaria); c) suponer que la educación indígena como vía para la interculturalidad debe estar dirigida solamente a poblaciones indígenas en comunidades rurales o campesinas (como si la población indígena en la actualidad solo estuviera presente en ambientes aislados, cuando sabemos que está presente en todo el territorio nacional, tanto en el ámbito rural como en el urbano); d) pretender resolver el problema de la discriminación cultural y la desaparición de lenguas y cosmovisiones indígenas, implementando en los programas educativos una sola asignatura dedicada al estudio y revaloración de los saberes y lenguas locales.

Una educación auténticamente intercultural no se limita a promover y revalorizar la diversidad cultural a través de solamente incluir una asignatura

sobre lo indígena dentro de los programas educativos de nivel básico<sup>6</sup>, porque la interculturalidad es una reflexión transversal que debe atravesar toda la práctica de la educación en nuestro país, desde los niveles más básicos hasta los superiores, incluyendo la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Tampoco se limita a las poblaciones indígenas, porque la interacción cultural requiere de la participación de todos los miembros de las distintas comunidades culturales.

La interculturalidad afecta no sólo a las escuelas locales, sino también a los sistemas escolares de nivel regional, nacional y a la filosofía educativa de cualquier país donde haya pueblos indígenas. Como condición para lograr una sociedad justa, la interculturalidad significa que la diversidad cultural del país debe verse reflejada en los planes de estudio, en los enfoques y en los métodos educativos, en la formación docente y en los materiales didácticos. Esta revaloración de la pluralidad no debe considerarse solamente como un deber moral, porque hay razones epistemológicas y políticas que también la justifican.

Toda cultura, aún aquella en la que predominan los saberes derivados de la ciencia y la tecnología, tiene derecho a aprender de otras y a enriquecerse de la interacción; a confrontarse a sí misma; a conocer otras formas de relacionarse con el mundo, así como otras formas de establecer criterios de racionalidad, de legitimidad, validez, justicia, belleza, etc., que funcionan con arreglo a juegos variables de valores, intereses y fines.

La configuración de una educación científica intercultural representa un horizonte de esperanza, de reinvención y de restauración de las propias culturas, las que deberían permanecer siempre abiertas a la escucha del otro, a la posibilidad del diálogo crítico y fructífero; de un diálogo entendido no como destino, sino como camino para la construcción de una auténtica democracia.

---

<sup>6</sup> Tal es el caso, por ejemplo, de la asignatura de Lengua y Cultura Indígena que se incorporó a la reforma de la educación secundaria en México, y que incluye la enseñanza de la lengua y cultura indígena más importante de cada región. La perspectiva de la interculturalidad debe ser para todos, y así por ejemplo, a los programas y libros de texto con la visión científica occidental, se deberían incluir algunas otras concepciones.



## **PARTE I**

# **“LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN CONTEXTOS MULTICULTURALES: LA CONSTRUCCIÓN DE UN PROBLEMA INTEGRAL”**



# Capítulo 1

## ***Los lugares actuales de la educación científica: entre los discursos y las prácticas***

---

### **1.1. Introducción**

---

Hoy en día el significado de la *educación científica* encierra una gran complejidad que pocas veces se aborda de manera crítica. Son cada vez más diversas las aproximaciones y posiciones filosóficas en torno a la llamada educación en ciencias y son pocos los estudios que analizan y hacen explícita la multivocidad asociada a este concepto.

A lo largo del presente capítulo abordaré algunas de las aproximaciones más frecuentes al concepto de educación en ciencias para mostrar que éste no tiene un significado único, absoluto e inequívoco. El sentido de lo que es la educación científica depende y es relativo a las respuestas que se le den a cuestiones tales como: qué se entiende por educar, cuál es la idea de ciencia detrás, qué es y cómo se desarrolla el conocimiento científico, cómo se distingue de otros tipos de conocimientos, qué finalidades persigue la tarea de educar a la sociedad, cómo se piensa a la sociedad a la que se educa.

Para distinguir entre términos tan cercanos como son la *educación científica (EC)*, la *alfabetización en ciencias (AC)* y la *cultura científica (CC)* es necesario revisar las respuestas que, en cada caso, se dan a las serie de preguntas anteriores. Con este objetivo en mente, a través del examen crítico de los momentos históricos más importantes de las últimas décadas dentro del desarrollo del concepto de educación científica, trataré de clarificar las

distinciones que, de hecho, existen entre los términos EC, AC y CC, aún cuando, como se verá, éstos tienden a ser usados como sinónimos.

El planteamiento central de este primer capítulo consistirá, básicamente, en mostrar la importancia y utilidad que tienen los aportes de la filosofía de la ciencia para comprender cada una de las propuestas de definición acerca de lo que es o debería ser la **educación en ciencias**; de modo que si se tiene una noción estrecha de lo que la ciencia es, esto puede traducirse en una visión igualmente reducida de lo que la educación científica quiere decir.

Pero no solamente de la idea de lo que es la ciencia depende el significado de términos como la EC, la AC y la CC. El papel que juega la idea de sociedad dentro de cada uno de estos conceptos es también fundamental.

Con la finalidad de comprender, con mayor precisión, las diferentes formas de incluir la dimensión social como parte del significado de la tarea de educar en ciencias, en el presente capítulo también contrastaré dos de los enfoques que actualmente han estado en la discusión sobre el camino que debería tomar la educación científica. **Estos enfoques son el de "Ciencia para Todos" y el de "Ciencia para Futuros Científicos"**. La idea de presentar el contraste entre estas dos perspectivas será la de revelar la necesidad actual por construir un enfoque integral, que abarque las virtudes de ambos extremos.

La última parte del capítulo estará orientada a cuestionar la visión global de la educación científica reflejada en las declaratorias internacionales relativas a política educativa y ciencia y tecnología<sup>1</sup>. Como se verá, a pesar de que la visión internacional considera la dimensión social tanto del proceso educativo como del proceso científico mismo, hace falta explicitar la idea de sociedad que acompaña a ciertas afirmaciones que se han vuelto lugares comunes en los discursos sobre la enseñanza de las ciencias. Como mostraré a lo largo de este **trabajo, afirmaciones tales como: "educación científica para la ciudadanía" o "educación en ciencias para la democracia" son enunciados vacíos si no se explicita a qué idea de ciudadanía o de democracia, en concreto, se está haciendo referencia.** Esto cobra aún más relevancia en contextos

---

<sup>1</sup> Tal es el caso de la Declaración de Budapest, destinada a orientar de modo global los futuros planes educativos en ciencias y las políticas científicas de los diferentes países en el mundo.

multiculturales como es el caso de México, puesto que si la idea de sociedad que está subyaciendo al diseño de programas educativos sobre la ciencia es culturalmente homogénea, el significado e impacto social de la tarea de educar en ciencias será notablemente distinto del sentido que pueda tener una educación científica planteada para una sociedad que se considera y se reconoce ella misma como culturalmente diversa.

La reflexión y cuestionamientos planteados en este capítulo son el antecedente del que parte el cuerpo de esta tesis, una propuesta con la que pretendo contribuir a esclarecer algunos de los aspectos que constituyen la compleja tarea de la educación científica dentro de contextos multiculturales.

Mi propuesta fundamentará una postura que piense a la ciencia misma desde el pluralismo epistemológico como un ejercicio crítico que tiene el potencial de abrir múltiples caminos, aún poco explorados, para una resignificación adecuada que, en materia de educación en ciencias, pretenda dar cuenta de la complejidad vinculada a la desafiante tarea de enseñar ciencias en sociedades culturalmente diversas, y en las que prevalecen grandes asimetrías y desigualdades.

Si queremos que verdaderamente la educación científica contribuya a la formación ciudadana y a la democracia, debemos empezar por comprender que la práctica educativa juega una función social que será variable según los contextos socioculturales en los que tiene lugar. Si bien es cierto que las aproximaciones actuales a la enseñanza-aprendizaje de las ciencias delinean un significado abstracto e integral para dicha labor, ofreciendo así lo que se puede llamar un marco conceptual general, también es cierto que cada comunidad cultural exige adecuar localmente tal significado abstracto y aparentemente universal que se la ha dado a la educación científica.

Con la importancia creciente que la ciencia y la tecnología han adquirido dentro del escenario que configura a las sociedades post-industriales del presente, basadas cada vez más en el conocimiento, hoy más que nunca, se requieren de estudios orientados a la aclaración y precisión conceptual de qué es y para qué se busca, en concreto, en comunidades reales y diversas, educar en ciencias.

---

## 1.2. Lo que es la educación científica

---

El concepto de *educación científica*<sup>2</sup> ha dependido de los distintos contextos históricos en que ha sido abordado y diferentes factores están implicados en su interpretación.

En el contexto contemporáneo se suele situar a **los años 1950's** como uno de los momentos más relevantes en la historia de este concepto (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005).

La puesta en órbita de los satélites artificiales *Sputnik I* y *II* por la URSS en 1957, y la posterior respuesta de los Estados Unidos con el lanzamiento del *Explorer I* en 1958, crearon una preocupación por elevar la calidad de la enseñanza de las ciencias en el sistema educativo de muchos países, lo que propició un impulso cuya finalidad era lograr más y mejores científicos e ingenieros para garantizar el crecimiento tecnológico y económico de una nación.

En los años de la Guerra Fría, el énfasis puesto a la educación científica en los programas escolares respondía a la competencia creciente entre grandes

---

<sup>2</sup> Como se verá a lo largo del presente trabajo, con el término "educación científica" se hace referencia a los procesos de distribución y transformación de los conocimientos científicos y tecnológicos a través de los diferentes tejidos sociales y por medios formales, es decir, a cómo se hacen llegar los principales avances y resultados de la ciencia y la tecnología a los diferentes contextos culturales, y a cómo adquieren o no sentido dentro de los diferentes grupos sociales.

De acuerdo con Quintanilla (2005), hay tres posibles enfoques para entender las complejas relaciones entre ciencia y tecnología: a) el enfoque intelectualista, que considera que la tecnología es la aplicación del conocimiento científico previamente disponible; b) el enfoque pragmatista, que considera que la base de todo conocimiento es la experiencia práctica o habilidad técnica –es decir que la ciencia es reductible a la tecnología que la hace posible-; y c) el enfoque interaccionista que reconoce la especificidad de la ciencia y la tecnología, como independientes en cuanto a su ser (es decir no son idénticas), pero en estrecha interacción causal. A estos tres enfoques se pueden sumar otros dos adicionales como son (en Ibarra, 2003): d) el de la tecnociencia entendida como la identificación de la ciencia y la tecnología, las que se vuelven indistinguibles entre sí; y e) el de la ciencia y la tecnología como completamente independientes en cuanto a su realidad y desde un punto de vista causal, es decir que son esferas que no interactúan.

Puesto que las relaciones entre la ciencia y la tecnología son variables, igualmente son variables las relaciones entre la educación científica y la educación tecnológica. Debido a esta relación multiforme, cuando se habla de educación científica, no se excluye la posibilidad de que para ciertos casos ésta incluya una educación tecnológica. Si bien el desarrollo de una tecnología no se reduce en todos los casos, a la mera aplicación de conocimientos científicos, es factible que la educación tecnológica pueda ir a la par de un proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia, o complementarlo (ver el capítulo cuarto).

Adicionalmente, dado que "saber ciencia", lo mismo que "saber tecnología", implican conocimientos de tipo representacional (saber qué) y operacional (saber cómo), a lo largo del presente trabajo no se hace una distinción tajante entre educación científica y educación tecnológica, puesto que ambas demandan, al menos, los dos tipos de saber. Tanto la ciencia como la tecnología son sistemas de acciones que resultan de saber cómo hacer algo para conseguir objetivos específicos; así, "...saber hacer" [ciencia/tecnología] no es sólo *saber*, es *poder*, no sólo es conocimiento, es capacidad para actuar..." (Quintanilla, 2005, p. 55, cursivas del autor, paréntesis mío).

potencias; una competencia que estuvo primordialmente basada en una carrera armamentista regida por los avances científicos y tecnológicos (Echeverría, 2003). Se creía en ese tiempo que el progreso económico y social dependía sobre todo de la aproximación escolar a la ciencia y del apoyo adecuado para el fortalecimiento de los programas de educación científica e investigación básica (así lo establece, por ejemplo, el Informe de V. Bush "Ciencia: la frontera sin fin" entregado en 1945 al presidente de los Estados Unidos).

El papel, cada vez más protagónico, de las actividades científicas y tecnológicas en el desarrollo de las naciones, influyó para que la sociedad se comenzara a involucrar en estos temas. En los 1960's, por ejemplo, el pueblo estadounidense empezó a cuestionarse sobre si la educación en ciencias que recibían sus jóvenes y niños los capacitaba para enfrentar a una sociedad cada vez más científica y tecnológica, aún cuando, de acuerdo con Laugksch (2000), para entonces no se tenía todavía una clara definición de lo que debería significar educar en ciencias.

Entre 1957 y 1963 se empezó a asociar estrechamente a la educación en ciencias con el concepto naciente de *alfabetización científica* (AC) (Fourez, 1997). Ambos términos, la AC y la educación en ciencias (EC) se comenzaron a utilizar indistintamente, aún cuando ambos respondían a distintos enfoques y necesidades.

El surgimiento del término de AC sería así, una muestra de la diversificación de aproximaciones que comenzaba a tener lugar con respecto a una tarea cada vez más compleja como era la de enseñar ciencias al grueso de la población. Las distintas posturas en torno a la EC fueron tan cercanas desde su origen, que en la actualidad, son casi indistinguibles, por lo que un análisis conceptual de la EC, demanda forzosamente explorar su distinción.

### **1.2.1. La relación entre la educación en ciencias (EC), la alfabetización científica (AC) y la cultura científica (CC)**

En distintos momentos del desarrollo histórico-conceptual de la EC se comenzó a hablar de AC; en algunas ocasiones el segundo fue tratado como sustituto

del primer concepto, mientras que en otras, más bien como sinónimo, o como complemento que intentaba dar cuenta de la amplitud del significado que la EC fue adquiriendo a través del tiempo.

Autores como DeBoer (2000) argumentan que la EC es claramente un concepto diferente al de la AC. Desde mi punto de vista, existen diferencias entre uno y otro concepto, no obstante, en la actualidad, junto con el desarrollo de enfoques innovadores para la educación científica [como por ejemplo, el llamado enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad, CTS (que detallaré más adelante)], se han ido diluyendo las distinciones y fronteras entre la AC y la EC, fortaleciéndose el manejo indistinto entre ellos y el predominio en el discurso, de principalmente uno de ellos: la AC.

Macedo y Katzkowicz (2005) consideran que la necesidad, creciente en nuestros días, de promover la democratización del acercamiento al conocimiento científico desde las edades más tempranas para que todos tengan las mismas posibilidades de acceder a una formación científica esencial para la vida actual, es la principal razón que ha llevado a que el concepto de EC se haga equivalente con el de AC.

Macedo y Katzkowicz (2005, p. 1) en este sentido, consideran que la AC debe ser encarada como un derecho que le corresponde legítimamente a todas las personas y que abarca la EC, tanto formal como informal, de los individuos a lo largo de toda su vida. De acuerdo con estas autoras, en la actualidad no se puede separar la AC del concepto de alfabetización en general, ya que la AC (al igual que los proyectos de alfabetización, entendida en su sentido más amplio) contribuye a la formación ciudadana, al desarrollo social y económico de las sociedades, y por lo tanto a la inclusión y la equidad social.

Aunque los conceptos de EC y AC no tenían, entre las décadas de los **1960's y 80's, un único** significado preciso (Gil, 2001), al verse la ciencia y la tecnología como bases fundamentales para el progreso económico de las naciones se hizo cada vez más inevitable incluir su enseñanza en los programas políticos de los países líderes en los mercados internacionales, tales como Estados Unidos.



Como lo plantean Gil y Vilches (2004, p. 260), la importancia progresiva concedida a una EC que abarcara a toda la población, se fue haciendo de tal magnitud, que repercutió en la aceptación formal de la analogía realizada por Fourez en 1997, entre la alfabetización básica iniciada en el siglo pasado y el actual movimiento de AC.

El estudio de Fourez (1997) compara el impacto de la llamada AC (necesaria para vivir en la sociedad del conocimiento de este siglo), con la alfabetización lecto-escritora imperante en el siglo pasado. El término **"alfabetización"**, de acuerdo con este autor, se había interpretado usualmente como la capacidad para leer y escribir, una capacidad que hacia el final del siglo XIX, se volvió indispensable para que las personas se integraran a la sociedad industrializada de aquel entonces.

En 1958, el término **"alfabetización"** se extendió al terreno científico debido a la creciente familiaridad de la sociedad con la ciencia y la tecnología, cuya ubicuidad las fue haciendo necesarias para la integración participativa de los individuos en el mundo presente (DeBoer, 2000). *La EC entendida como una práctica a la que tiene derecho toda la población del siglo XX y XXI se bautizó desde entonces como AC.*

Pero a partir de los 1960's, cuando se hizo evidente el papel estratégico del conocimiento científico en la sociedad, también se puso de manifiesto que junto con la ciencia y la tecnología venía la responsabilidad cívica implicada en su desarrollo. Dentro de este escenario, las metas de la AC comenzaron a vislumbrarse como el *único* camino hacia donde debería orientarse la EC, a pesar de los diferentes significados asociados, en principio, a los mismos términos de "educar" y "alfabetizar"<sup>3</sup>. *La AC se volvió, entonces, sustituto de la EC.*

La intersección entre la EC y la AC se presentó de manera explícita en 1958, cuando P. Hurd utilizó el término AC para referirse a las nuevas metas de la EC, entre las cuales destacaban (citadas en DeBoer, 2000, p. 586):

---

<sup>3</sup> En el Diccionario de la Lengua Española los términos "educar" y "alfabetizar" difieren en su significado. Mientras que "Alfabetizar" queda referido como "enseñar a leer y a escribir", "Educar" alude más bien a: 1. dirigir, encaminar, doctrinar; 2. desarrollar o perfeccionar las facultades intelectuales y morales del niño o del joven por medio de preceptos, ejercicios, ejemplos, etc.; 3. enseñar los buenos usos de urbanidad y cortesía.

- a) La conformación de una población laboral técnicamente entrenada en ciencia y tecnología (una meta que a **lo largo de este trabajo referiré como "ciencia para formar futuros científicos")**, y
- b) La necesidad de una ciudadanía altamente educada en la comprensión del proceso científico y tecnológico, que sea capaz de participar cívicamente en asuntos relacionados con la ciencia, entendida ésta última como una importante fuerza cultural (una meta más orientada a la formación ciudadana y **a la cual me referiré como "ciencia para todos")**.

A partir del planteamiento de Hurd en 1958, DeBoer (2000) explica el camino histórico que fue tomando el concepto de EC.

De acuerdo con DeBoer (2000), los profesores de ciencias de aquel entonces enfocaron su práctica mayormente en la enseñanza-aprendizaje de contenidos de distintos campos de las ciencias, y sólo algunos cuantos asociaron su práctica a las relaciones ciencia-sociedad y a la formación ciudadana.

La enseñanza-**aprendizaje de las ciencias, desde los 1960's, se** caracterizó por un tratamiento cada vez más exhaustivo de las distintas disciplinas académicas, mientras que, pocos esfuerzos se realizaron para vincular estos contenidos con las experiencias cotidianas de los estudiantes y sus responsabilidades cívicas.

Como lo describe DeBoer, el predominio de los cursos de ciencias orientados más hacia los contenidos disciplinares que hacia las relaciones ciencia-sociedad, por un lado, y la propuesta política de Hurd por el otro, dan cuenta de dos procesos fundamentales en la historia de la EC y su relación con la AC:

**A. En primer lugar, se definió a los 1960's como un momento de** separación entre, por un lado, lo que establecen los discursos educativos normativos, dirigidos a orientar los objetivos que deberían regir los programas de educación científica (en este caso, por ejemplo, el discurso de Hurd de 1958), y por el otro, lo que de hecho ocurría en la práctica docente de las ciencias.

B. En segundo lugar, se marcó el inicio de una historia de polarización, lucha y encuentros entre los objetivos que debería cumplir una EC y aquellos que debería cumplir una AC.

En palabras de DeBoer (2000, p. 588), por una parte:

**"...El énfasis en el conocimiento disciplinario, separado de sus aplicaciones cotidianas... marcó un cambio en lo que fue la educación científica en los años de la posguerra..."**

Mientras que por otra:

**"...La relación entre ciencia y sociedad junto con las aplicaciones tecnológicas de la ciencia se promovieron como metas del currículo de ciencias, y el término *alfabetización científica* fue usado para el estudio de... la relación entre ciencia y sociedad..."**

Una de las respuestas para contrarrestar esta naciente polaridad entre el discurso y la práctica docente, orientada preponderantemente hacia la **formación de futuros científicos, ocurrió en los 1980's, cuando en los discursos educativos normativos se enfatizó a la AC como la meta *más importante* de la EC (DeBoer, 2000), *identificando a la AC con el estudio de la ciencia en el contexto social*. Así se hablaba de AC cuando la meta de la EC centraba su atención en:**

**"...Desarrollar individuos alfabetizados científicamente capaces de entender cómo la ciencia, la tecnología y la sociedad interactúan entre sí, y capaces de usar este conocimiento para la toma de decisiones..." (DeBoer, 2000, p. 588).**

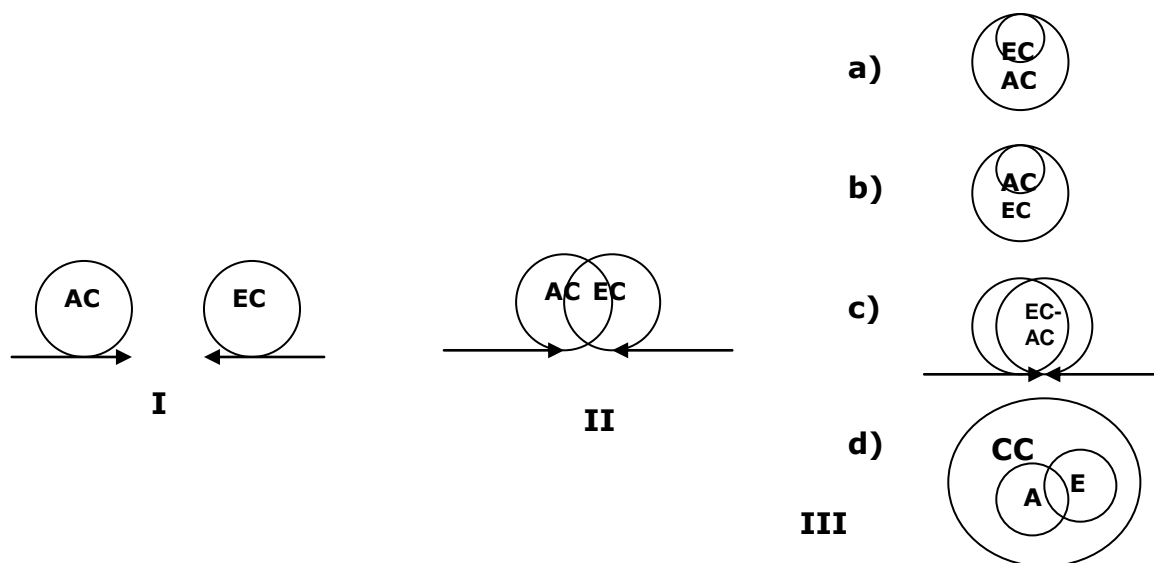
En este contexto surgió el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), que al estar orientado a la acción social y tener el objetivo de proporcionar a los estudiantes conocimiento sobre la interfase ciencia/sociedad, así como habilidades para la toma de decisiones en los asuntos públicos relacionados con la ciencia y la tecnología, se convirtió en el enfoque más afín con lo que se venía entendiendo como AC.

A partir del impulso que se le dio al enfoque CTS en muchas partes del mundo, para DeBoer (2000), ***la AC se volvió la principal meta de la EC***, lo que a su vez, llevó a tratarlas como sinónimos, sin serlo.

Según si se entiende a la alfabetización como un objetivo que rebasa la escuela y en el que han de comprometerse todas las fuerzas sociales, se verá a

la EC como parte de un proceso más amplio de AC; o bien, si se entiende a la AC como una de las múltiples metas de la EC, la primera será tan sólo una tarea abarcada por la segunda.

En el Esquema 1 se muestran las relaciones variables entre la AC y la EC. A ellas se añade un tercer término, el de cultura científica (CC) que, aunque será analizado más adelante dentro de este capítulo, ha venido a jugar un papel mucho más amplio y abarcador tanto de la AC como de la EC, subsumiéndolas.



**Esquema 1.** Relación entre los términos AC, EC y CC. Las etapas I a III ilustran la tendencia histórica que se ha registrado hacia el traslape de las metas que caracterizan a la alfabetización científica (AC) y a la educación científica (EC). El traslape puede considerarse de tal magnitud que de como resultado que: a) se considere que la educación en ciencias es parte de la alfabetización científica (autores como Macedo y Katzkowitz), b) se considere que la alfabetización en ciencias es parte de la educación científica (autores como DeBoer, Hurd, o bien Gil y Acevedo -abordados en páginas siguientes-), c) se diluyan las fronteras entre ambos conceptos llevando a su uso indistinto -EC-AC- (autores como Marco o Shen -que se revisarán en las próximas líneas), d) se proponga el uso de nuevos conceptos como el de cultura científica (CC), que incluyan los objetivos tanto de la educación en ciencias como los de la alfabetización científica (autores tales como Solomon, Sebastián y Olivé, -que se verán más adelante-).

Dos han sido los principales motivos que subyacen a la distinción entre la AC y la EC:

Primero, para autores como DeBoer, la distinción básicamente reside en que la AC no está limitada al contexto escolar del aula. Sin embargo, la base de esta distinción se debilita si pensamos que la educación, aunque generalmente ha estado limitada a las aulas, a lo largo de la historia ha jugado

un papel social que rebasa los muros escolares. Hoy es cada vez más usual entender la educación como una formación autónoma y de aprendizaje permanente y continuo que ocurre más allá del contexto del aula (Filmus, 1998; Delors, 1989), lo que inevitablemente dificulta la definición de límites claros entre la AC y la EC.

Segundo, para autores como Hurd la distinción radica en las finalidades perseguidas por la EC y la AC, no obstante, éstas están cada vez más próximas; la revisión histórica basada en el trabajo de Hurd y DeBoer muestra la tendencia (de I a III, en el Esquema 1) a la aproximación discursiva entre las metas de la AC y la EC. El acercamiento entre AC y EC llega a ser tal, que incluso da lugar a un traslape casi total (IIIc, por ejemplo).

Abordar la distinción entre la EC, la AC y la CC mediante el análisis de las finalidades que persiguen, puede ser interesante para comprender que la multiplicación de términos para aludir a la tarea de llevar la ciencia a la población no es más que el resultado de la complejidad que dicha labor representa en las sociedades actuales. Esto convierte a la distinción que ahora nos ocupa en una cuestión de grados y no de separaciones tajantes y absolutas entre términos.

El mismo DeBoer (2000), por ejemplo, sintetiza en nueve puntos las metas de la EC a través del tiempo, y argumenta que estas metas guardan una correlación estrecha con los objetivos de la AC y de la CC, las cuales tienen por objetivo primordial: el desarrollo de una familiaridad con la ciencia por parte del público en general (DeBoer, 2000).

Las nueve metas de la EC son (DeBoer, 2000, p. 591-593):

1. Enseñar ciencia como una fuerza cultural del mundo moderno
2. Preparar científicos y tecnólogos para el mundo laboral
3. Enseñar ciencia con aplicaciones directas con la vida cotidiana
4. Enseñar a los estudiantes a ser ciudadanos informados y activos en sociedades democráticas
5. Enseñar ciencia como una manera particular de examinar el mundo natural
6. Formar ciudadanos que entiendan los asuntos relacionados con la ciencia publicados en los medios populares
7. Enseñar ciencia por razones estéticas (búsqueda de la verdad y la belleza)

8. Preparar ciudadanos con actitudes positivas hacia la ciencia
9. Enseñar la naturaleza y la importancia de la tecnología en su relación con la ciencia.

Al ser tan ambiciosas y numerosas las finalidades de la EC, DeBoer explica porque es que la mayoría de los autores colocan a la AC como parte de una EC (figura IIIb en el Esquema 1), y reducen a la AC como aquella labor que implica únicamente mejorar el entendimiento general público de la ciencia, pero no la preparación para estudiar carreras científicas o tecnológicas, (puesto que esto significaría alcanzar un dominio sobre un cuerpo específico de conocimiento científico, además de implicar el logro del resto de las otras metas citadas y que, en conjunto, resultan inalcanzables para cualquier individuo, desde el punto de vista de este autor).

A diferencia de la postura de DeBoer, desde mi punto de vista, considero que aún no queda clara la distinción entre AC y EC: 1) porque no hay un solo camino para alcanzar las numerosas metas de la EC, 2) porque no existe un consenso sobre lo que la EC debe incluir como sus principales metas, 3) porque la EC, justo como la educación en general y la AC, también rebasa (o debería rebasar) a la escuela, y 4) porque es posible que en el balance entre las nueve metas de DeBoer pueda residir también un concepto integrador de AC (y no sólo de EC) que no excluya la posibilidad de que un estudiante continúe con estudios superiores en áreas científico-tecnológicas.

De hecho, a pesar de que el uso de los términos EC y AC parece diferenciarlos, *me parece que la distinción sólo es contundente desde el punto de vista histórico, porque como lo han planteado Hurd y Fourez, los dos términos se han ido haciendo equivalentes a lo largo del tiempo, debido al predominio de la función más cívica y social y menos conceptual que se le atribuye a la ciencia en la actualidad.*

Este predominio de la función cívica y social dentro de los discursos educativos recientes, que han venido enfatizando cada vez más el que una educación en ciencias deba asegurar las habilidades esenciales para la vida actual, hoy incluye la defensa por el acceso universal al campo del saber científico y tecnológico como una de las estrategias de reducción de las desigualdades sociales características de nuestros tiempos, las cuales

mantienen al margen de la ciencia y la tecnología a una gran parte de la población mundial. *La EC de nuestro siglo, al ser análoga a la necesidad de leer y escribir (determinante en los tiempos pasados), debe forzosamente incluir y ser abordada como una labor de AC de toda la población. Por lo tanto, la AC al convertirse en la finalidad más importante de la EC para los próximos años, se vuelve su sinónimo (EC-AC).* Esto quedará más claro a lo largo de la sección 1.5 de este capítulo.

En su reflexión sobre la equivalencia de los términos EC-AC, Marco (2000) aborda el entronque de la AC con la formación ciudadana, como un prerrequisito para que los ciudadanos de las sociedades democráticas entiendan e intervengan en el mundo que los rodea. Para Marco (2000) (al igual que para DeBoer), **la década de los 1980's es el momento en el que la EC pone más el acento sobre el contexto social de la ciencia y la capacidad de usar los conocimientos científicos en la toma de decisiones.**

Marco (2000, p. 39) distingue tres niveles en la EC-AC que responden a unas ciertas competencias en el ejercicio de la ciudadanía:

1. EC-AC básica, escolar o funcional vinculada al currículo de ciencias en la enseñanza secundaria.
2. EC-AC cívica, para que todas las personas puedan intervenir socialmente, con criterio científico, en decisiones políticas que atañen a las repercusiones de los temas científicos.
3. EC-AC cultural, que aprecia las interacciones variadas de la ciencia con otros campos, sus repercusiones humanas, la naturaleza de la ciencia, etc.

Por otro lado, Shen (1975)<sup>4</sup> sistematizó su definición de EC-AC en tres grandes categorías bastante similares a los niveles propuestos por Marco. Estas son también: 1) práctica, 2) cívica y 3) cultural. En la categoría práctica se incluye la clase de conocimiento científico que un individuo puede poseer para resolver problemas prácticos. El énfasis en la mejora de esta categoría, señala Shen, es de vital importancia para los países en desarrollo, quienes se verían altamente favorecidos del uso práctico de la ciencia en la vida cotidiana. La categoría cívica, por su parte, es la clave para el diseño y puesta en práctica de políticas públicas adecuadas. En esta categoría, la alfabetización consiste en

---

<sup>4</sup> Citado en Laugksch (2000).

concientizar a los ciudadanos sobre los asuntos públicos relacionados con la ciencia, con el fin de involucrarlos en la toma de decisiones. Finalmente, en la categoría cultural entra aquella alfabetización motivada por el deseo de saber sobre ciencia como uno de los logros intelectuales humanos más destacados y con gran incidencia en la configuración de las sociedades actuales (Laugtsch, 2000).

Igualmente, para ir más allá de un manejo superficial del concepto de AC, Bybee por su parte, propone distinguir ciertos grados en la misma que denomina, respectivamente, "analfabetismo", alfabetización "nominal", "funcional", "conceptual y procedimental" y, por último, "multidimensional".

Destaca de todas ellas a la AC multidimensional porque, según señala Bybee (1997, citado en Gil y Vilches, 2005):

**"...se extiende más allá del vocabulario, de los esquemas conceptuales y de los métodos procedimentales, para incluir otras dimensiones de la ciencia: debemos ayudar a los estudiantes a desarrollar perspectivas de la ciencia y la tecnología que incluyan la historia de las ideas científicas, la naturaleza de la ciencia y la tecnología y el papel de ambas en la vida personal y social. Éste es el nivel multidimensional de la alfabetización científica (...) Los estudiantes deberían alcanzar una cierta comprensión y apreciación global de la ciencia y la tecnología como empresas que han sido y continúan siendo *parte de la cultura...*".**

En esta tendencia por ampliar la definición de la AC como parte de una EC del siglo XXI, surge la llamada **"cultura científica"** (CC), como una noción mucho más amplia y abarcadora de los términos previos (Solomon, 1999; Marco, 2000).

La CC, sin embargo, es también un polémico y polisémico concepto que, al igual que la AC y la EC carece de una única definición.

Bybee (1997) defiende la idea de una CC, suponiendo que, así como una de las formas más eficaces de alfabetizarse en una lengua es por inmersión en la cultura de esa lengua, cabe suponer que la inmersión en una cultura científica constituye una forma excelente de favorecer la EC-AC. De acuerdo con Solomon (1999, p. 8), los siguientes elementos son parte de una CC:

- a) planificar la enseñanza-aprendizaje de modo que aporte elementos de historia de la ciencia con el fin de ilustrar acerca del carácter tentativo y humanista de las teorías,



- b) hacer posible la discusión de temas que tengan que ver con la democracia o los riesgos personales y que sean en sí controvertidos,
- c) destacar en primer término el contexto humano en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias,
- d) poner de manifiesto las consideraciones sociales y éticas junto con las explicaciones racionales de las ciencias,
- e) procurar que los alumnos se familiaricen con la ciencia y los conceptos científicos, más que poner énfasis en la definición correcta de los mismos.

Para otros autores, entre ellos Macedo y Katzkowicz (2005, p. 2), Acevedo, Vázquez y otros (2005, p. 125), el objetivo primordial que busca la formación de una CC es:

**"... que los jóvenes adquieran actitudes responsables;** que sean capaces de tomar decisiones fundamentadas y de resolver problemas cotidianos, apropiándose de esta manera de las habilidades y los conocimientos individual y socialmente necesarios para que cada uno pueda enfrentarse e integrarse de manera crítica y autónoma a su vida, desarrollando una identidad individual y social..."

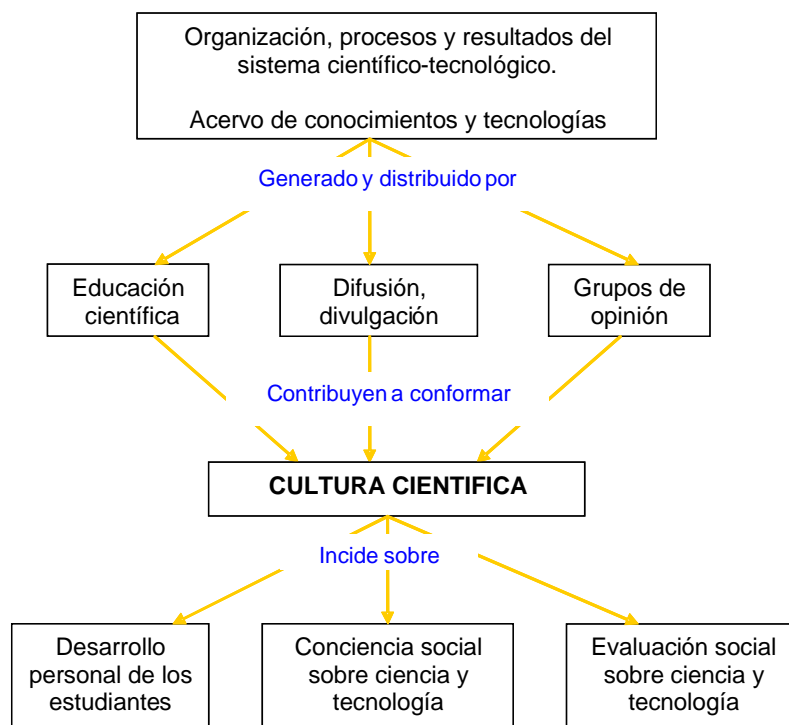
Por su parte, Henriksen y Froyland (2000) agrupan bajo cuatro argumentos a las razones para fomentar el desarrollo de una CC:

- 1) Argumento pragmático: las personas necesitan una comprensión de la ciencia, y aún más de la tecnología para manejarse en su vida cotidiana, en una sociedad cada vez más dependiente del desarrollo científico y tecnológico;
- 2) Argumento democrático (cívico): las personas necesitan una comprensión de la ciencia para relacionarse con los temas complejos de la investigación científica que confrontan a los ciudadanos de las democracias modernas;
- 3) Argumento cultural: la ciencia forma parte de la herencia cultural y tiene una influencia profunda sobre la visión del mundo y del lugar que en él ocupa la humanidad. Se necesita comprender a la ciencia como parte de la cultura. El conocimiento de los objetos y fenómenos del mundo que nos rodea es un recurso para el regocijo y la plenitud de los individuos;
- 4) Argumento económico (profesional): Es necesario contar con una fuerza de trabajo con suficiente cultura científica para una sólida y floreciente economía y desarrollo en la mayoría de los países.

La definición de CC, de acuerdo con este grupo de autores, debe incluir la consideración no sólo de la adquisición de ciertas habilidades y conocimientos, sino también el empoderamiento de la gente en el grupo social en el que se desenvuelve y que es día con día cada vez más tecnológico y científico.

La idea de CC aparece como la posibilidad de superar el problema de límites de definición entre la EC y la AC y dejar en claro que la ciencia de nuestros días implica una responsabilidad cívica y un involucramiento de todas las personas en su desarrollo.

Es tal el impacto social de la ciencia y la tecnología de la actualidad que **ya no basta con una enseñanza de las ciencias centrada en la “transmisión” de contenidos científicos** (conceptos, teorías o leyes más o menos establecidas), sino que se requiere de una mayor comprensión de cómo funciona el sistema de ciencia y tecnología, por qué es importante destinar recursos para su desarrollo, asimismo cuáles son los riesgos y alcances de los resultados científico-tecnológicos, porqué se puede confiar en ellos y cómo podrían vigilarse y controlar sus consecuencias negativas. El conocimiento de lo anterior, en síntesis, constituye la CC que un ciudadano del siglo XXI requiere para entender y participar en los sistemas tecnocientíficos actuales (Olivé, 2005).



**Esquema 2.** La educación científica (EC) como parte de una cultura científica (CC) más amplia y que destaca las responsabilidades cívicas implícitas en los sistemas actuales de ciencia y tecnología. Fuente: esquema modificado de Sebastián, J. 2006. "La cooperación universitaria para el fomento de la cultura científica". *Pensar Iberoamérica Revista de Cultura* 8, abril-junio.

Son muchas las dimensiones que abarca la CC, y como muestra el Esquema 2 son también diversos los actores que interactúan en su realización. Entre los canales principales que contribuyen a desarrollar esta cultura científico-tecnológica se encuentra, precisamente, la EC (destaca también la tarea de comunicación o divulgación de la ciencia, el papel de los grupos de opinión o de las organizaciones gubernamentales en los debates públicos sobre asuntos relacionados con avances científico-tecnológicos, entre otros).

La importancia de desarrollar entre la población una CC que redunde en beneficios personales y colectivos replantea el problema de la distinción entre la EC y la AC. Como he señalado, ya no se trata de trazar límites tajantes entre ambos términos sino de reordenar las prioridades en la serie de finalidades de la EC y la AC frente a la demanda por una CC más amplia.

En este sentido, tanto la EC como la AC se entenderían como nombres que aluden a lo que podrían ser, simplemente, *diferentes aspectos o ángulos de un mismo proceso, acentuados menor o mayormente según el contexto y las demandas e intereses sociales a los que responden*. Si partimos desde este punto de vista, entonces lo que importaría analizar, por ahora, son principalmente dos cuestiones: 1) ¿Qué explica la multivocidad asociada a los términos AC y EC? ¿En dónde radica su complejidad?; 2) ¿Cómo lograr que el proceso de EC, con toda su ambigüedad y complejidad, coadyuve a desarrollar y consolidar una CC entre la población mexicana?

Para la primera serie de preguntas, propongo analizar las dimensiones y factores que intervienen en la conformación de los conceptos de AC y EC, pues son muchos y diferentes los factores que interactúan en las variadas interpretaciones que se pueden hacer de conceptos multidimensionales como los que aquí se abordan (Laugksch, 2000).

Una vez entendiendo de dónde deriva la multidimensionalidad de estos conceptos propongo revisar en qué consistiría un concepto integral de EC acorde a las demandas de la llamada CC necesaria para el desarrollo justo y democrático de las sociedades actuales.

### **1.2.2. Las muchas caras de los conceptos: el estudio de R. Laugksch**

Si se pretende comprender el significado actual de términos complejos como los que hemos venido analizando, resulta de gran utilidad la consideración de las distintas facetas implicadas en la interpretación de los conceptos.

El trabajo de sistematización y análisis conceptual realizado por Laugksch en el año 2000 representa una importante contribución en este sentido. Aún cuando el trabajo de Laugksch está dirigido al concepto de *alfabetización en ciencias (AC)*, considero que su propuesta de análisis puede extenderse al estudio del concepto de *educación científica (EC)*, en tanto que, como se planteó en el apartado anterior, hoy en día las fronteras son difusas entre ambos términos; aunque en sentido estricto no significan lo mismo, ambos comparten la misma serie de factores y dimensiones implicados en su definición.

La multidimensionalidad que conforma a estos términos explica, en gran medida, la ausencia de un consenso sobre lo que debe significar cada uno. Tanto la AC como la EC no tienen un único significado estable sino aproximaciones diferentes que dan lugar a distintas interpretaciones que dependen de, al menos, factores como los siguientes (Laugksch, 2000, p. 74):

- A. los diferentes grupos de interés relacionados con el proceso de definición de la AC (o en su caso, de la EC),
- B. los diferentes atributos individuales asociados a las distintas concepciones de los términos,
- C. la naturaleza absoluta o relativa del conocimiento científico implicado en la AC (o en su caso, en la EC),
- D. los diferentes propósitos asignados para la AC (o en su caso, para la EC), y
- E. las diferentes maneras de medir el alcance satisfactorio de las metas planteadas por cada definición.

Cada uno de estos cinco factores constituye un punto de vista sobre un asunto en particular implicado en cada concepto en cuestión, y los distintos puntos de vista combinados entre sí, representan cinco de las facetas del concepto, a partir de las cuales se da lugar a interpretaciones variantes de lo que se puede entender cuando se habla de uno o de otro. El resultado de lo anterior es que estos dos términos (EC, AC) hacen referencia a conceptos tan difusos y

controversiales que se vuelven el motivo central de reflexión crítica que da origen a este apartado.

A. El primer factor al que haré referencia corresponde a los grupos de interés implicados en la tarea de definición de la AC y de la EC. De acuerdo con Laugksch (2000, p. 75), a quien seguiré muy de cerca en lo que sigue, son cuatro los principales grupos de interés:

- 1) La comunidad de enseñanza de las ciencias, sobre todo de profesores e investigadores interesados ya sea en la enseñanza, la reforma educativa, la propuesta de nuevos y distintos objetivos rectores de este tipo de educación, los recursos didácticos requeridos para este tipo de educación, y el diseño y logro del currículo de ciencias.
- 2) Los políticos, científicos sociales y humanistas relacionados con los asuntos del diseño e implementación de políticas en ciencia y tecnología, cuyo principal interés tiene que ver con el grado en que el público apoya a la ciencia y a la tecnología y participa en las actividades públicas alrededor de éstas.
- 3) Los científicos sociales y humanistas relacionados con el estudio de la construcción social de autoridad con respecto a la ciencia, así como con el estudio del uso, distribución y acceso social del conocimiento científico en la vida cotidiana (**"conocimiento en contexto"**).
- 4) Los grupos de comunicadores de la ciencia, sobre todo periodistas y escritores que, en principio, ofrecen al público oportunidades de acercamiento y familiarización con la ciencia.

Aún cuando las categorías de grupos de interés propuestas por Laugksch son bastante generales y reducidas, destacan dos importantes hechos: El primero es que cuando se habla de EC o de AC es necesario precisar quién habla de ello, para quién es relevante y para qué es relevante (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005). Y el segundo hecho es que preguntarse sobre la relevancia de las tareas de educar y alfabetizar en ciencias, es decir que, preguntarse sobre quién decide lo que es relevante en la ciencia escolar, implica que detrás de cada grupo de interés hay una cierta interpretación de lo que la EC y la AC *significan o deben significar, según los intereses, fines y valores del grupo en cuestión*. De ahí que la consideración de esta primera faceta de los conceptos

se vuelva determinante en su combinación con las otras cuatro siguientes, dando lugar a significados variables, difusos y en conflicto.

B. La siguiente faceta explorada por Laugksch tiene que ver con las diferentes concepciones de la AC y de la EC desde el punto de vista empírico, esto es, desde el punto de vista de lo que un sujeto debe saber para considerarse ya sea alfabetizado o educado en materia científica.

En este rubro, las concepciones de uno u otro concepto consisten de listados de atributos acerca de **“lo que se debe saber sobre ciencia” para ser considerado “alfabetizado en ciencias” o “educado en ciencias”**.

Por ejemplo, siguiendo a Laugksch, Pella (1966)<sup>5</sup>, propone que el “alfabetizado en ciencias” debe comprender acerca de: a) las interrelaciones de la ciencia con la sociedad, b) la ética que controla el trabajo científico, c) la naturaleza de la ciencia, d) la diferencia entre ciencia y tecnología, e) conceptos básicos de ciencia y f) las interrelaciones de la ciencia y la sociedad.

Por su parte, para Showalter (1974)<sup>6</sup>, un “alfabetizado en ciencias” debe satisfacer siete dimensiones: a) conocer sobre naturaleza de la ciencia, b) aplicar conceptos científicos apropiados, c) resolver problemas y tomar decisiones en las que intervenga la ciencia, e) interactuar con el mundo a través de los valores que subyacen a la ciencia, f) comprender las interrelaciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad, g) debe tener una visión del universo más satisfactoria como resultado de su educación en ciencias, y h) poseer habilidades asociadas a la práctica de la ciencia y la tecnología.

A pesar de lo criticables que pudieran ser estas definiciones empíricas abordadas por Laugksch como ejemplos acerca de lo que es un individuo alfabetizado en ciencias, puntualizan una serie de componentes (que se vuelven **“requisitos”**) en la conformación del término AC. Considero que tener presente esta serie diversa de componentes o atributos implícitos (que en ocasiones se dan por supuestos sin detenerse en analizar cuidadosamente su

---

<sup>5</sup> Citado en Laugksch (2000).

<sup>6</sup> *Idem*.

significado), resulta fundamental en cualquier caracterización o definición que se proponga para los términos en cuestión.

Son muchos los autores que proponen listados heterogéneos de características y cualidades que definen a un individuo alfabetizado o educado en ciencias<sup>7</sup>. La multitud de propuestas expresadas por distintos autores deja muy claro que cuando se habla de conceptos como la EC o la AC, se puede estar hablando de muchas cosas al mismo tiempo (de contenidos científicos, de filosofía e historia de la ciencia, de ciencia y participación pública, de formación ciudadana, etc.) por lo que se vuelve necesario explicitar, en la medida de lo posible, en qué sentido se utiliza este multifacético concepto, para qué fines se le usa, y qué cualidades en los individuos definen el logro satisfactorio de estos conceptos, así como para qué se espera desarrollar tales cualidades.

C. La siguiente dimensión del análisis conceptual propuesto por Laugksch (2000. p. 82) tiene que ver con lo que él llama la naturaleza del concepto **“alfabetizado”**.

Aquí se consideran tres diferentes interpretaciones implicadas en el **término “alfabetizado”**: a) la de haber aprendido (valor intelectual), b) la de ser competente (valor operativo en la ejecución de ciertas tareas o resolución de problemas cotidianos), c) la de funcionar dentro de un rol en un grupo social (toma de decisiones como ciudadano). Cada una de estas interpretaciones a su vez, determinan la naturaleza del conocimiento que se **supone es dominado. Así, en las interpretaciones de “alfabetizado” como** aprendido o competente, el conocimiento se entiende en sentido absoluto, como contenidos formales y habilidades intelectuales previamente existentes, ya dados, que en su caso se usan para ejecutar una tarea específica. En la **interpretación de “alfabetizado” como funcional en la sociedad, las habilidades** y conocimiento requerido se definen contextualmente, con referencia al grupo

---

<sup>7</sup> Esta diversidad ha llevado a autores como Shamos a argumentar que cualquier intento de AC es inútil e ingenuo, porque las cualidades que se busca desarrollar en las personas con respecto a las ciencias son demasiado ambiciosas. Para Shamos, la EC debe reducirse a la enseñanza de la naturaleza y los procesos de las ciencias con el fin desarrollar en las personas una AC que, a su vez, consista, básicamente, en la capacidad general de entender qué es la ciencia (DeBoer, 2000).

social en cuestión, y por lo tanto, para Laugksch (2000), representa un sentido relativo.

Estas consideraciones llevan a este autor a proponer que: 1) en sentido absoluto se entiende a la AC y a la EC como el juego de contenidos de ciencia, habilidades y actitudes esperadas en un individuo, independientemente de la sociedad a la que pertenece; mientras que, 2) en sentido relativo, se les entiende como conceptos socialmente definidos que difieren según los lugares y los tiempos, y que por lo tanto dependen del contexto y la sociedad en la cual son usados.

Este segundo planteamiento es el más relevante para mi propuesta analítica, porque Laugksch habla de dos maneras de comprender el proceso educativo y la actividad de la ciencia. La primera de ellas, sin un componente social claro, es la que propone a la educación o al conocimiento como algo dado y universal, no construido ni contextualizado, mientras que la segunda, concibe a la educación y a la ciencia misma como procesos con una componente social que les da sentido y función a partir del contexto cultural concreto y relativo, dentro del cual el conocimiento se genera, se distribuye y se enseña.

Pensar a la ciencia como aquello que, ya sea dependiente o independientemente de la sociedad y tiempo de que se trate, es un producto dado, hecho o elaborado previamente y que sólo tiene que fluir unilateralmente hacia el individuo a ser alfabetizado o educado, va en contra de las posturas constructivistas de muchos enfoques educativos actuales<sup>8</sup>.

D. La otra faceta del análisis conceptual de Laugksch tiene que ver con los diferentes propósitos para la AC.

---

<sup>8</sup> Lo que a su vez implica aceptar el tan criticado modelo de déficit como la mejor vía para analizar la adquisición y transmisión de contenidos científicos específicos, así como de actitudes hacia la ciencia. El modelo de déficit coloca a los científicos como productores del conocimiento científico y a los ciudadanos como aprendices y usuarios de éste, y conlleva una imagen que corresponde muy bien a lo que Ibarra (2003, p 45) nombra como "Imagen Corriente de la Ciencia" la cual se sintetiza en creer que: 1. la ciencia parte de la observación de la realidad, 2. de las observaciones se derivan determinadas hipótesis que se someten a comprobaciones experimentales y se prueban, 3. esas hipótesis probadas adquieren el rango de leyes que se unen a otras anteriormente aceptadas para construir teorías que nos describen la realidad tal cual es. Para Ibarra, esta es la imagen con la que la sociedad representa a la ciencia, sin considerar el hecho de la pluralidad de sus objetivos, recursos conceptuales, métodos y valores y contraponiéndola al modelo de flujo multidireccional de conocimiento científico, que considera a la ciencia, desde la perspectiva de redes sociales, como construida por distintos actores mediante cadenas de traducciones (Callon, 2001).



Dos grandes grupos comprenden, para este autor, las principales razones del porqué es importante la AC o en su caso, la EC:

- a) una visión macro, asociada al bienestar económico y social de una nación, y con ello a las necesidades del mayor soporte de la ciencia, del mejor entendimiento público de ésta, y de la creciente participación pública en la toma de decisiones y prácticas democráticas y,
- b) una visión micro, relacionada con el mejoramiento del bienestar de las vidas cotidianas de los individuos, quienes pueden participar de los beneficios estéticos, morales, intelectuales y prácticos de la ciencia y la tecnología.

En este punto considero que, si bien es cierto que promover tanto la EC como la AC como su principal meta, puede llevar al bienestar individual y común, no se debe olvidar que ese bienestar está definido y orientado por consideraciones filosóficas e ideológicas sobre la clase de sociedad que se aspira a ser y que ese bienestar conlleva además un costo social que se tiene que pagar para **alcanzarlo (por ejemplo, supongamos el costo de "homogeneizar", "sacrificar" o "violentar" distintas visiones de mundo a cambio de una visión científica hegemónica, como argumentaré en los siguientes capítulos).**

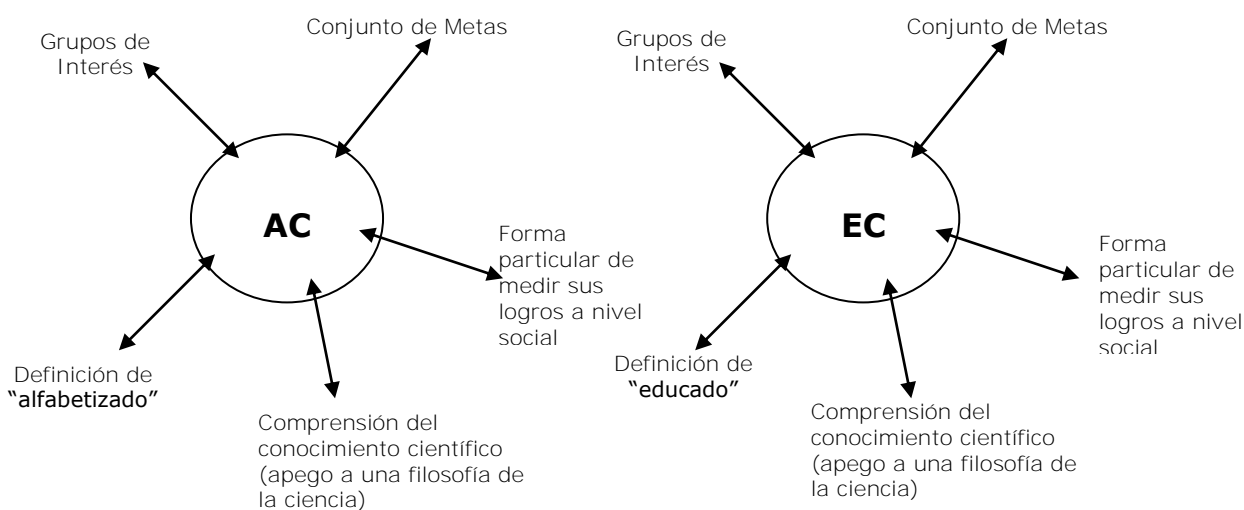
E. La última faceta que Laugksch caracteriza para la comprensión de la complejidad conceptual de términos como la AC o la EC, se relaciona con las maneras de medir el éxito de estas tareas.

Cada grupo de interés utiliza metodologías específicas para medir el grado de alfabetización o educación de los individuos de un grupo social. Estas metodologías responden a los fines y valores implicados en la tarea de medición que un grupo de interés promueve y a la concepción misma de lo que **"alfabetizado" o "educado" en ciencias debe significar. Predominantemente las metodologías de medición se caracterizan por el modelo de déficit, y miden lo que los individuos de una muestra representativa "no saben" sobre la ciencia, o lo que "saben erróneamente" sobre los conceptos (el caso de las concepciones alternativas o ideas previas de los estudiantes).**

En síntesis, estas cinco facetas exploradas en este apartado (los grupos de interés, las concepciones de alfabetización, la naturaleza del concepto, los

propósitos y la medición de la alfabetización científica), explicitan las muchas dimensiones que han ido constituyendo los términos multívocos de AC y EC, los cuales, en principio, parecerían estar conformados de una sola dimensión.

Tomando en consideración las facetas propuestas por Laugksch para el análisis de estos términos, el Esquema 3 pretende sintetizar las varias maneras de aproximarse a dichos conceptos.



**Esquema 3.** Algunas de las distintas facetas y maneras de aproximarse a los conceptos de educación científica (EC) y de alfabetización científica (AC). Según el ángulo de aproximación variará la interpretación que se haga de cada concepto.

Para los propósitos del presente trabajo resulta interesante abordar el estudio de estos conceptos a partir de la faceta relativa a la comprensión del conocimiento científico, esto es, analizando cómo éstos términos, en algunas de sus versiones, se apegan en mayor o menor medida a una supuesta filosofía de la ciencia (o caracterización sobre la naturaleza de la ciencia, como le llaman algunos de los autores revisados). Para lograr este tipo de aproximación analítica, es útil contrastar entre dos enfoques de la EC como son el llamado "ciencia para todos" (y que se aproxima mucho al perfil de la llamada AC, puesto que considera claramente la componente cívica y social de la ciencia y la tecnología) y el enfoque "ciencia para algunos" (cuyas metas van más en concordancia con lo que comúnmente se fue asociando más con el término de EC, entendido -en un sentido tradicional y reduccionista-

principalmente como la formación escolar de estudiantes hacia la continuación de estudios superiores en carreras científicas y tecnológicas); de este asunto me ocuparé en la sección 1.3.

A lo largo de la historia, la asociación que se fue haciendo de la AC con la formación ciudadana y de la EC con la formación propedéutica de futuros científicos explica que en la actualidad ya no se habla solamente de EC como se solía hacer desde el siglo XIX, sino que se habla también (y con mayor énfasis) de la AC. No obstante, como intentaré mostrar en el siguiente apartado, *la tarea de educar en ciencias es una acción integral que no se reduce a una AC centrada en la formación ciudadana ni a una EC limitada a una formación propedéutica.*

### **1.2.3. Entre los discursos y las prácticas: la necesidad de un concepto integral**

Contrario al deseo expresado en muchas definiciones de AC y de EC, (e incluso de CC como una meta mucho más comprehensiva), en la práctica docente todavía no se logra consolidar un concepto integral de lo que debería ser la *educación científica* en nuestro siglo. Fourez (1997, p. 907) fue de los primeros en plantearse una cuestión clave sobre este asunto:

“...¿se enseña biología, química, física o se enseña a los jóvenes a lidiar con la complejidad de su propio mundo?...”

De esta pregunta surgen otras, tales como: ¿Qué es lo que se le está enseñando a la gente en el aula de ciencias? ¿Están los programas de ciencias ayudando a los estudiantes a comprender y actuar mejor en el mundo o a verlo como los científicos lo ven? ¿Es realmente integral el concepto de EC en la práctica? ¿Ha servido de algo hablar de AC como la meta primordial de la EC o como parte fundamental de la llamada CC?

Autores como DeBoer han denunciado que aunque en los discursos políticos se ha intentado impulsar cada vez más el que la AC debe ser entendida como una de las principales razones de ser de la EC moderna, en la práctica docente la tendencia ha sido hacia una marcar una brecha entre lo que se dice y lo que se hace.

Estudios empíricos de tiempos recientes, como por ejemplo los de Furió, Vilches y otros (2001), han encontrado que en la práctica docente actual los profesores españoles de ciencias siguen poniendo más atención y énfasis a la enseñanza de conceptos, leyes y teorías científicas, (una EC tradicional y reducida a su meta básicamente propedéutica) que a la AC (entendida más como la formación ciudadana orientada a la responsabilidad social, o como la identificó DeBoer, concentrada mayormente en las relaciones ciencia-sociedad).

La práctica docente parece regirse por un concepto de EC tradicional y reduccionista, mientras que el discurso político se enfoca en promover una y otra vez a la AC como meta prioritaria de una EC entendida en un sentido más moderno y amplio.

Entre la disyuntiva del discurso y la práctica está en juego la necesidad de construir y ejecutar un concepto integral de lo que debería ser, hoy en día, educar en ciencias a una población que, aunque globalmente se encuentra cada vez más influida y afectada por los desarrollos científicos y tecnológicos, localmente también se reconoce como culturalmente heterogénea.

En la búsqueda por un concepto integral que vaya más allá de la reducción de un proceso tan complejo a solamente uno de sus ángulos (como puede ser la AC y la EC tradicional), destaca el trabajo de Macedo y Katzkowicz (2005, p. 7) quienes proponen los siguientes ejes como rectores para la construcción de una definición integradora de la ***educación en ciencias entendida en un sentido moderno y amplio***:

- a) El ***saber***, en el sentido de comprender conceptos básicos de la ciencia y su utilidad; explicar fenómenos naturales y analizar algunas aplicaciones de especial relevancia para entender el mundo que nos rodea y mejorar la calidad de vida de las comunidades a las que pertenecen los estudiantes,
- b) El ***saber hacer***, en cuanto a aplicar estrategias personales para la resolución de situaciones problemáticas, poder explicar, fundamentar y argumentar,
- c) El ***saber valorar***, como forma de reconocer las aportaciones de la ciencia para el cambio de las condiciones de vida de las personas, y como forma de lograr incidir en el desarrollo de una sociedad que está cada más influenciada por las manifestaciones de la ciencia,

- d) El **saber convivir y vivir juntos**, en cuanto a poder apropiarse de las habilidades para trabajar en grupo, enriquecerse con la diversidad de opiniones y puntos de vista, saber escuchar y ser capaces de construir con otros una opinión fundamentada sobre temas de interés común.

Estos cuatro ejes están inspirados, a su vez, en los pilares de la educación desarrollados en el Informe Delors (1989) para la UNESCO.

El Informe Delors (1989), también llamado "**La educación encierra un tesoro**", presentó como los cuatro pilares de la educación para el siglo XXI:

- 1) Aprender a **conocer**, significa adquirir el dominio de los instrumentos mismos del saber para descubrir, conocer y comprender el mundo que nos rodea. Hace énfasis en los métodos que se deben utilizar para conocer –porque no todos los métodos que se utilizan sirven para aprender a conocer– y asegura que, en el fondo, debe existir el placer de conocer, comprender y descubrir.
- 2) Aprender a **hacer**, a fin de adquirir no sólo una calificación profesional sino, más generalmente, una competencia que capacite al individuo para hacer frente a un gran número de situaciones impredecibles y trabajar en equipo. Las personas se forman para hacer un trabajo, y aunque muchas veces no puedan ejercerlo, se preparan para hacer una aportación a la sociedad. Cada vez es más necesario adquirir competencias personales, tales como trabajar en grupo, tomar decisiones, relacionarse, crear sinergias, etc. Aquí importa el grado de creatividad que se aporta.
- 3) Aprender a **vivir juntos**, desarrollando la comprensión del otro. Para descubrir al otro debemos conocernos a nosotros mismos, habilitarnos para vivir en contexto de igualdad y tomar consciencia de las semejanzas y de la interdependencia entre los seres humanos, lo que conlleva el respeto de los valores de paz, comprensión mutua y pluralismo, y,
- 4) Aprender a **ser**, que concibe el desarrollo global y máximo posible de la persona para que florezca mejor la propia personalidad y se esté en condiciones de obrar con creciente capacidad de autonomía, de juicio y de responsabilidad personal y social.

Estos pilares resultan fundamentales para todo proceso educativo si se consideran globalmente los cuatro, no obstante, el informe Delors señala que:

**"...mientras los sistemas educativos formales propenden a dar prioridad sólo a la adquisición de conocimientos, en detrimento de otras formas de aprendizaje, importa concebir la educación como un todo. En esa concepción deben buscar inspiración y orientación las reformas educativas, tanto en la elaboración de los**

programas como en la definición de las nuevas políticas educativas...” (Delors, 1989, p. 35, énfasis mío).

El esfuerzo de Delors ejemplifica una fuerte crítica a la educación en general, de la que no ha estado exenta la educación científica, que entendida en un sentido estrecho, reduce su finalidad a la enseñanza-aprendizaje de conceptos y teorías para la formación de futuros científicos (Martín, 2004; Gil y Vilches 2005; Acevedo, 2004).

La brecha entre el discurso y la práctica hace necesario renovar el enfoque con el que hasta ahora ha sido abordada la educación en ciencias, adaptando este concepto a los planteamientos actuales del tipo Delors que han ampliado el significado mismo de la educación en general.

Es necesario que la educación científica actual pueda satisfacer la demanda por una CC, con sensibilidad a la diversidad cultural; cada contexto social e histórico nos exige poder llevar a la práctica los compromisos de valor esperados para cada momento y espacio en el que tenga lugar la práctica educativa de la ciencia. La *educación científica* de los siglos XIX y XX no es la misma que demandan los contextos culturales que configuran el siglo XXI. Este concepto, como todos, se transforma (o debería ser transformado) constantemente en congruencia con los cambios que ocurren en los entornos socioculturales más amplios en los que se concretiza y obtiene su sentido real el quehacer educativo sobre la ciencia.

La educación en ciencias actual, como afirma Ratto (citado en Macedo y Katzkowicz, 2005), conlleva a la comprensión de conceptos científicos específicos, pero también al aprendizaje de ciertos procedimientos intelectuales y al desarrollo de las actitudes propias del quehacer científico que se vinculan, a su vez, con la tarea educativa general, en el proceso de formación integral de la persona, cuya identidad individual y colectiva se forja mediante las prácticas sociales de su comunidad.

*En este sentido, quiero resaltar dos desafíos que quedan aún pendientes en la compleja labor de la educación en ciencias y que son el motivo del presente trabajo de tesis: no solamente hace falta que la educación científica actual cumpla con el objetivo planteado como AC, esto es, con la formación*

*ciudadana de valores relacionados con la democracia y los procesos de responsabilidad cívica implicados en la ciencia; también es necesario que la educación científica, al considerar más de una perspectiva e integrar múltiples aspectos de forma simultánea y en congruencia con el Informe Delors, sea lo suficientemente flexible para adecuarse a los contextos culturalmente diversos que constituyen las comunidades humanas en las que se concretiza toda práctica educativa.* Veamos.

En línea con las propuestas integrales de Delors (1989) y Macedo y Katzkowicz (2005), educar en ciencias debería tratarse de aprender conceptos, pero también modos de actuar. La enseñanza-aprendizaje de la ciencia implica tanto la conceptualización de nuestro ambiente (la construcción de representaciones teóricas) como el empoderamiento de la gente para la acción (Fourez, 1997).

Como afirman Acevedo, Vázquez y otros (2005, p. 125), la ciencia no se limita a hacer representaciones<sup>9</sup> de lo que se piensa sobre el mundo natural, sino que también pretende intervenir en el mundo para transformarlo. De modo análogo, la enseñanza-aprendizaje de las ciencias tampoco debería limitarse a educar para conocer y comprender el mundo natural, sino que se

---

<sup>9</sup> Para Ibarra y Mormann (1998; 2000; 2005; 2006) las representaciones científicas no son imágenes especulares del mundo, por lo que la relación entre lo representado (objetos y procesos en el mundo) y lo representante (modelos, teorías, imágenes, entre otros) no responde al principio de semejanza objetual (representaciones isomórficas o sustitutivas), ni al principio de similitud estructural (representaciones homomórficas). La función de representación (como homología) se concibe como **"la re-presentación de algo por algo para algo"**, a través de lograr la condición de posibilidad de una adecuada/satisfactoria relación preservadora de estructuras entre el objeto representado y su representación. Las representaciones científicas son casi siempre representaciones de otras representaciones; su función no consiste en ofrecer copias de algo, sino en procurar un rendimiento heurístico en el proceso de producción de conocimientos. La representación es, así, una triple relación entre: a) agentes, b) lo representado y c) el representante. Es indispensable que intervenga un agente, individual o colectivo, porque es él quien produce la representación y quien guía sus acciones en función de tal representación.

Esta perspectiva del concepto de representación en y de las ciencias, permite recuperar aspectos fundamentales que se consideran relevantes para dar cuenta de la pluralidad (representacional) de las prácticas científicas susceptibles de producirse en los diversos contextos de la ciencia, incluido el de la educación (Echeverría, 1995, p. 58). La actividad científica es, desde esta perspectiva, una actividad representacional en sentido propio que se distingue por: a) Su carácter representacional: la práctica científica (y de los científicos) consiste en un complejo de actividades de construcción, combinación, procesamiento y "manipulación" de representaciones, es decir, el análisis de las prácticas es necesario para poder comprender el significado de las representaciones; b) Su carácter pragmático: las representaciones científicas no son evidentes, "no hablan por sí mismas", requieren ser interpretadas, de modo que la función de representación se concreta en una red abierta de significados posibles que serán fijados por su aplicación a distintos esquemas conceptuales, teóricos o fenoménicos. b) Su carácter intencional: las representaciones son "realizadas" para un determinado marco de aplicaciones acotado intencionalmente, es decir, relativos a los propósitos y fines de los agentes cognitivos y sus marcos conceptuales asociados.

debe educar primordialmente para que las personas puedan intervenir en la sociedad.

Este conjunto de afirmaciones son precisamente uno de los argumentos medulares para justificar y defender (desde la filosofía de la ciencia) porque en las escuelas ya no se debería reducir la educación científica al extremo de enfocar la enseñanza-aprendizaje a una serie de representaciones científicas como si fueran verdades absolutas (Martín, 2004), induciendo la creencia de que la manera de ver científica es la mejor o la única posible, independientemente de los intereses que confieren a esa representación su relevancia; independientemente del apego a una u otra imagen de la ciencia promovida por ese cierto tipo de educación en ciencias; pero sobre todo, independientemente del contexto cultural y de prácticas sociales en el que el proceso educativo tiene lugar.

Cuando la ciencia es ideológicamente presentada como productora de conceptos fijos, verdades absolutas o descontextualizadas, se deja de lado el hecho defendido por ciertas posiciones filosóficas de que los modelos científicos no son socialmente neutros ni absolutos, al mismo tiempo que se enseña a los alumnos a que es mejor mirar y actuar sobre el mundo a través de la visión científica, que construir su propia visión. El resultado de esto, como señala Fourez, es una creciente credibilidad social y acrítica en los expertos, que a la larga va deslegitimando la perspectiva del resto de la población, reduciendo la pluralidad cultural y riqueza de la realidad (si es que ésta última existe) a la conceptualización científica.

Los estudiantes de ciencias en general, se vuelven de este modo, menos autónomos y más conformistas y transmisores acríticos de una serie de representaciones que consideran en su mayoría incuestionables (Fourez, 1997, p. 910). Promover tácitamente una menor autonomía entre los estudiantes tiene consecuencias graves no solamente a nivel personal (en el desarrollo de las capacidades y potencialidades para realizar su plan de vida), sino también a nivel colectivo y en términos de la reproducción de estructuras de poder y de desigualdad social (pues una menor autonomía mengua las posibilidades de que los estudiantes participen de manera efectiva en las decisiones



concernientes a su vida colectiva –en la satisfacción de las necesidades comunitarias básicas, en la definición de las mismas, así como en la evaluación de lo que resulta aceptable dentro de su cultura-).

*Es por ello de gran importancia lograr construir y llevar a la práctica un concepto integral de educación científica que sea sensible a la matriz multicultural en la que se concretizará, y que pueda abarcar las metas de la AC, sin reducirse a ellas.*

De acuerdo con Acevedo, Vázquez y otros (2005), la educación científica tiene que contribuir al desarrollo de habilidades como conocer, manejar, participar y valorar. En una auténtica democracia, afirman estos autores, no basta sólo con que los ciudadanos sepan analizar las informaciones y sean críticos a la hora de elegir una opción, sino que deben intervenir activamente en las decisiones que les afectan.

Pero entonces, si dentro de los aspectos que configuran la educación en ciencias desde un enfoque integrador del tipo Delors, que abarque el conocer, el hacer, el ser, el vivir juntos, el participar, el manejar y el valorar, se prioriza sólo uno de ellos (el participar cívicamente, por ejemplo) ¿cómo regular los otros aspectos complementarios, si se sigue el consejo de Delors? ¿Cómo “superar” la tendencia a enfocarse *a priori* en solamente uno de los aspectos de la educación científica que se considere –en abstracto- más importante? Y digo *a priori*, porque pareciera que independientemente de las necesidades, intereses y demandas de cada comunidad humana en la que tiene lugar el proceso de educación científica, se define lo que es más importante en abstracto; y “lo que es más importante” siempre lo es para alguien, desde el punto de vista de un grupo o comunidad con ciertos deseos y necesidades.

*Esta es justamente la problemática que motiva el presente trabajo de tesis: ¿Cómo lograr, realmente, un concepto integral de educación en ciencias que abarque sus aspectos más importantes (no solamente el de AC, crucial en nuestros días)? Y más aún, ¿Cómo lograr aterrizarlo a los diversos contextos culturales concretos? Pensemos en particular en el caso de muchos de los pueblos indígenas en México, por ejemplo.*

Para enriquecer esta discusión, considero relevante examinar dos de los enfoques más comunes en la actualidad bajo los cuales se aborda la educación científica en la mayoría de los países: "Ciencia para Todos" y "Ciencia para Futuros Científicos".

---

### **1.3. Ciencia para todos/Ciencia para futuros científicos: dos enfoques del educar en ciencias**

---

Cando se habla de la tarea de educar en ciencias son variadas las formas y los métodos, así como las metas que justifican dicha enseñanza-aprendizaje. A diferencia de lo que ocurre en la práctica docente en muchos países, mucho se ha argumentado con respecto a que un concepto integral de ciencia escolar no se limite solamente a las finalidades propedéuticas.

Acevedo (2004, p. 6) y Vázquez, Acevedo y Manassero (2005, p. 14) utilizan la clasificación de Aikenhead (2003) para facilitar la reflexión sobre los distintos fines que tiene la ciencia escolar. Esta clasificación no jerárquica consta de siete finalidades principales para la educación científica integral:

1. Ciencia para proseguir estudios científicos (enfoque propedéutico)
2. Ciencia para trabajar en las empresas (enfoque funcional)
3. Ciencia para seducir al alumnado (enfoque emotivo)
4. Ciencia útil para la vida cotidiana (enfoque doméstico)
5. Ciencia para satisfacer curiosidades personales (enfoque afectivo)
6. Ciencia como cultura (enfoque humanístico)
7. Ciencia para tomar decisiones tecnocientíficas (enfoque social)

Las siete categorías ilustran lo que Vázquez, Acevedo y Manassero (2005, p. 19) llaman el paso del predominio de los conceptos científicos hacia los contenidos sociales (decisiones tecnocientíficas de interés público), humanísticos y culturales (historia, filosofía y sociología de la ciencia), funcionales (vida cotidiana y bienestar público y personal), y afectivos y emotivos (actitudes hacia la ciencia).

Las siete metas ilustran una gradación que va de la educación en ciencias tradicional y para la formación superior hacia la educación en ciencias

para la responsabilidad ciudadana y la democracia (esto es, la alfabetización en ciencias). Como señala Acevedo (2004, p. 5), entre las metas se observa que:

**“...algunas de ellas tienen que ver con la idea más amplia de educación científica para la ciudadanía y otras no...”.**

En otras palabras, estas categorías parecen oscilar entre dos extremos a los que se han reducido las prácticas docentes por un lado (EC propedéutica), y los discursos políticos por el otro (AC para toda la ciudadanía).

Si se toman únicamente estos dos extremos de la clasificación realizada por el grupo de Aikenhead y de Acevedo, es decir, si se polariza el concepto de educación en ciencias entre aquella meta enfocada, principalmente, en el dominio de un cuerpo de conocimiento específico necesario para desarrollarse profesionalmente en estudios superiores en carreras científicas y tecnológicas, y aquella finalidad enfocada, sobre todo, en la formación ciudadana orientada hacia la toma de decisiones y la participación cívica para la democracia, lo que se puede obtener es una radicalización entre aquello a lo que la práctica docente tradicional ha reducido como educación científica (enseñanza-aprendizaje propedéutico de conceptos, leyes y teorías científicas) y aquello que se ha planteado como el ideal al que debe aspirar la educación en ciencias contemporánea [una alfabetización que permita comprender y poner énfasis en las relaciones ciencia-sociedad].

Este ejercicio analítico de polarización ha sido realizado por grupos de investigación en España (entre los que destacan el de Gil y Vilches y el de Acevedo y Vázquez), y ha sido útil porque ha llamado la atención en torno a las consecuencias negativas que tiene el reducir la práctica educativa de la ciencia a solamente la formación científica propedéutica. Para el grupo de Acevedo ha resultado fructífero llevar a estos dos extremos el análisis de la educación en ciencias a nivel global, porque ha permitido ubicar el lugar en donde se encuentra esta tarea y determinar lo que aún falta por hacer para lograr realmente un concepto integral de educación científica en la práctica.

Luego del informe Delors debió de quedar claro (entre docentes, autoridades educativas, padres de familia y otros agentes que participan de la educación) que el concepto de educación en ciencias abarca desde lo

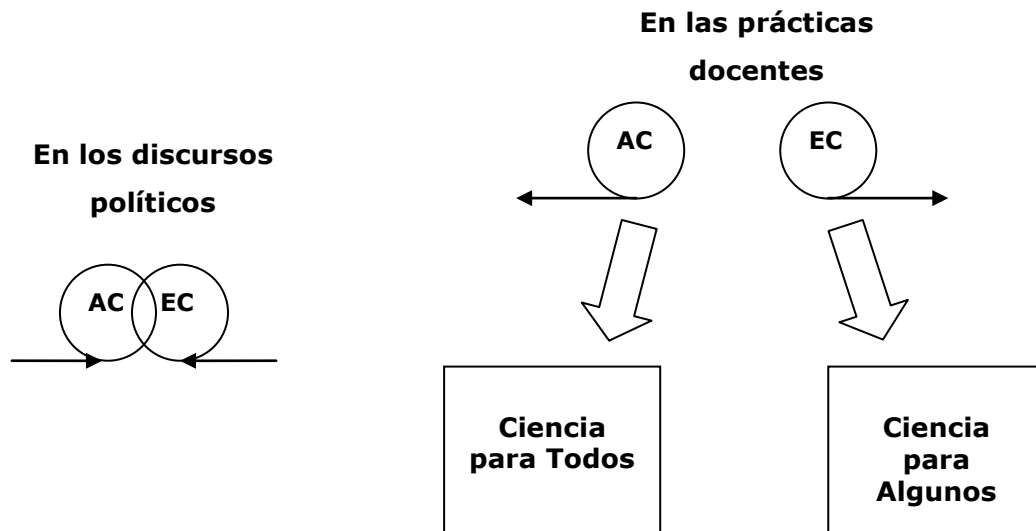
propedéutico hasta lo cívico, pasando por los muchos otros matices. La serie heterogénea de metas que han clasificado autores como Acevedo o Aikenhead son más bien complementarias y no excluyentes, y el énfasis en una u otra no se da independientemente del contexto social en que ocurre toda práctica educativa; cada comunidad humana demanda de la educación ciertos resultados. Las necesidades educativas de cada contexto cultural varían a lo largo del espacio y del tiempo cambiando la orientación valorativa del proceso educativo. Sin embargo, como hace ver el grupo de Acevedo, parecería que la educación científica se comprometió muy pronto sólo con la formación propedéutica traspasando el cambio en las demandas y valores que acompañan al desarrollo de todas las sociedades.

El término de EC se quedó asociado a la enseñanza-aprendizaje conceptual para formar científicos y tecnólogos y ante los nuevos desafíos sociales surgió el concepto de AC como la nueva y principal meta, más orientada a lo social, de toda educación científica. La AC, a su vez, fue tomando la forma del llamado movimiento educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad, una estrategia que se desarrolló para revitalizar la componente social que no quedaba del todo claro en la educación científica tradicional cuando ésta fue reducida a la formación propedéutica.

En lugar de que en la historia se fuera consolidando una educación científica integral, tipo Delors, se dio lugar a una polarización entre el discurso y la práctica tal como lo ilustra el Esquema 5. La posición que limita la educación en ciencias a la enseñanza-aprendizaje de conceptos con fines **propedéuticos (EC tradicional y reducida) se llama "Ciencia para Futuros Científicos"**, mientras que la posición que concentra la educación en la formación ciudadana para resolver problemas sociales, enfatizando las relaciones ciencia-**sociedad, se conoce como "Ciencia para Todos"**.

Dado que sólo un pequeño porcentaje de los estudiantes de ciencias en niveles básicos y medios orientan sus estudios superiores a carreras científicas, la primera posición también se suele llamar **"Ciencia para *Algunos* (Futuros Científicos)"**, y puesto que la necesidad de extender la educación científica para toda la población escolar como parte de una educación básica y general

para la formación plena de la ciudadanía implica a todas las personas, la segunda posición se llama "Ciencia para *Todos*" (Gil, 2001, Martín, 2004).



**Esquema 5.** Tendencia histórica a la polarización en la relación entre los conceptos de alfabetización científica (AC) y educación científica (EC). Las características de la AC, llevadas a su extremo, se conocen como la posición "Ciencia para Todos"; mientras que la EC, en su extremo, ha quedado reducida a la posición que se conoce como "Ciencia para Algunos".

El ejercicio de llevar la educación en ciencias a estas dos posiciones extremas es importante para los fines de mi trabajo por varias razones, entre ellas:

1) Porque México no ha permanecido distante ni al margen de esta discusión en el desarrollo de sus programas recientes de educación científica básica (que se han construido bajo el esquema de Ciencia para Todos).

2) Porque, según el grupo español de investigación encabezado por Acevedo y Vázquez, la finalidad exclusivamente propedéutica de la ciencia, el polo Ciencia para Algunos, es la forma educativa predominante todavía en muchos países, aún cuando se le concibe como una posición elitista y **responsable de ofrecer una "imagen distorsionada de lo que es la ciencia"** (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005).

3) Porque, de acuerdo con otro grupo de investigadores españoles encabezados por Gil y Vilches, la Ciencia para Algunos, al ser elitista, resulta incompatible con la meta deseable de extender universalmente la llamada alfabetización científica para todos los ciudadanos (Gil, 2001, p. 5). Según Gil,

en la práctica docente o se alfabetiza en ciencias –que es lo más deseable- (con éste énfasis de formar ciudadanos responsables) o se educa en ciencias (con un énfasis en enseñar conceptos), pero no ambas. Este último punto planteado por Gil es controversial, porque ya he señalado que las finalidades y definiciones dependen de los grupos de interés implicados en una u otra definición y no son necesariamente incompatibles, sino que por el contrario, resultan ser complementarias.

Llevar a los extremos las maneras en que en la práctica se aborda la educación científica permite explicitar algunas de las razones por las que hoy se requiere de un concepto integral que sea adecuado para cada contexto social, y que responda a sus propios desafíos y necesidades educativas.

¿En qué consiste cada una de estas dos posiciones extremas? Veamos.

### ***1.3.1. Ciencia para Futuros Científicos: el lado propedéutico del péndulo educativo***

Como lo ha hecho notar Acevedo (2004), durante mucho tiempo la finalidad de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias fue, y continúa siendo en ciertos casos, claramente propedéutica. Dicha tendencia ha quedado evidenciada empíricamente a través de diversos estudios, entre ellos, el de Furió, Vilches y otros (2001).

Según este enfoque propedéutico, que llamo aquí Ciencia para Futuros Científicos, se debe instruir y entrenar al alumno en los conceptos y aplicaciones de los paradigmas científicos bien establecidos, para que se pueda incorporar a la ciencia normal kuhniana y formar parte de alguna comunidad científica (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005). Se trata, primordialmente, de imprimir a las ciencias una función básica preparatoria de estudios preeliminares para la adquisición de bases científicas sólidas (Furió, Vilches y otros, 2001).

Como ya señalaba Kuhn (2000, p. 38):

**“El estudio de los paradigmas... prepara fundamentalmente al estudiante para convertirse en miembro de la comunidad científica particular en la que habrá de trabajar más adelante. Puesto que en ella se encuentra con personas que aprendieron los fundamentos de su campo con los mismos modelos concretos, sus prácticas subsiguientes rara vez despertarán discrepancias expresas sobre**

cuestiones fundamentales. Las personas cuya investigación se fundamenta en paradigmas compartidos se encuentran comprometidas con las mismas reglas y **normas de prácticas científicas...**".

La necesidad nacional de formar futuros científicos, justifica que la posición Ciencia para Algunos (los futuros científicos) sea la predominante en muchas aulas, ya que justo como lo han planteado algunas de las recientes declaratorias internacionales, la sociedad necesita de más y mejores científicos y tecnólogos que han de prepararse profundamente, desde niveles básicos y obligatorios, en ciencias, pues a través de ésta se podrá contribuir al beneficio y crecimiento de su nación.

En la posición Ciencia para Algunos, la educación científica ha estado orientada a preparar a los estudiantes como si todos pretendieran especializarse en alguna ciencia, ya sea física, química, biología. Esto la convierte en elitista puesto que sólo un bajo porcentaje del total de la población escolar seleccionará continuar en estudios superiores relacionados con la ciencia y la tecnología (Gil, 2001; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005).

En la práctica esta posición se centra, por lo común, en la enseñanza-aprendizaje de los contenidos más ortodoxos y convencionales de la ciencia (Acevedo, 2004). Dentro de los programas escolares, aquí se plantean como objetivos prioritarios el aprendizaje de conceptos, principios y leyes fundamentales de las ciencias naturales.

De acuerdo con Hurd (1998), la mayoría de los programas escolares de ciencias que se encuentran en las escuelas actuales son de este tipo: descriptivos, enfocados en leyes y conceptos de disciplinas discretas. México, no ha estado exento de esta tendencia, y en concordancia con las tendencias internacionales también ha creado estrategias para contrarrestarla, no porque la educación propedéutica en sí resulte inadecuada o inconveniente, sino porque a ella se le asociaron imágenes de la ciencia que muchas veces han sido criticadas. Por ejemplo, según el Cuaderno de Fundamentación Curricular en Ciencias (2006):

"...Tradicionalmente en México los programas de estudio de las ciencias se presentaban a los estudiantes como un conjunto de contenidos cerrados. Lo anterior transmitió la concepción de que la ciencia genera conocimiento

acumulativo que crece de manera vertical y al margen de los sistemas de valores, donde cada miembro de la comunidad científica agrega un piso más a los ya consolidados. Otra idea errónea consiste en creer que el conocimiento científico es una construcción personal que se logra siguiendo unas reglas perfectamente ordenadas, las cuales configuran un único e inflexible método de generación y validación. Además, al dejar de lado la incorporación de aspectos socialmente relevantes a la enseñanza, los anteriores programas llevaban a los estudiantes a pensar que la ciencia procura verdades objetivas, indiscutibles y valoralmente **neutras...**" (SEP, 2006, p. 11)

La reducción de la EC a la transmisión de sólo conceptos, conlleva también su asociación a una cierta imagen reduccionista de lo que la ciencia es; y la ciencia es más que sólo conceptos y los conceptos son más que contenidos estáticos, ahistóricos, unívocos y eternos.

Como argumentan Gil (2001), Gil y Vilches (2004, 2005) y Acevedo (2004), es bastante criticable la educación científica centrada sólo en aspectos conceptuales, debido a que la educación científica, como planteé en las secciones anteriores, debería ser una actividad integradora de aspectos tanto conceptuales, como axiológicos y procedimentales.

Aunado a ello, Vázquez, Acevedo y Manassero (2005, p. 7) señalan otros inconvenientes asociados a esta posición:

"...La enseñanza de la ciencia propedéutica... produce un adoctrinamiento científico empobrecedor, que es acrítico y reduccionista... olvida aspectos humanos básicos como... las implicaciones sociales de la ciencia y la tecnología... los aspectos éticos... la historia... no reciben una cultura científica abierta y creativa... se limitan a hechos y conceptos, y a una metodología científica muy estricta, inductivista y racionalista..."

### **1.3.2. Ciencia para Todos: el lado CTS del péndulo educativo**

Como una respuesta a los inconvenientes de la posición Ciencia para Futuros Científicos surgió el enfoque "Ciencia para Todos". Su mejor caracterización la ofrece el movimiento conocido como educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), desarrollado en aras de superar los planteamientos elitistas de la Ciencia para Algunos, pero con el mismo peligro de caer en un absolutismo extremo al tratar de evitar los supuestos "errores" de la educación propedéutica de la ciencia.

En el enfoque CTS se ve una renovada educación científica que se propone, por una parte, abordar las facetas de la ciencia olvidadas por el enfoque contrario, y por la otra, democratizar el acceso al conocimiento



científico contribuyendo a la AC para todas las personas. Esta disposición a extender el saber científico a toda la población es lo que refiere el nombre Ciencia para Todos.

Como afirman Vázquez, Acevedo y Manassero (2005, p. 8):

**"...la máxima de 'ciencia para todas las personas' es la respuesta más directa a una ciencia escolar para minorías..."**.

Aunque ha sido común **ubicar en la década de los 1960's los orígenes del movimiento CTS** (Martín, 2004), Hurd (1998, p. 408) indica que ya desde 1620 **y más explícitamente en 1847, se hablaba de una "Ciencia para Todos"** en la cual se manifestaba que los fines de la ciencia debían **ser "los fines del hombre", aludiendo a la potencial utilización pública de la ciencia.**

Algunos momentos clave de la gestación y el posterior desarrollo del complejo movimiento CTS pueden consultarse en los trabajos de Martín (2004, p. 5), Aikenhead (2003) y Hurd (1998).

Aunque como han señalado diversos autores (Aikenhead, 2003), con la denominación CTS se hace referencia a una diversidad y heterogeneidad de orientaciones, propósitos y circunstancias, en general la educación CTS surge con el objetivo de transformar la ciencia escolar y proporcionar a los estudiantes conocimiento sobre la interfase ciencia/sociedad y las habilidades para la toma de decisiones.

De manera general, se puede decir que el actual enfoque educativo CTS:

- A. Enfatiza una aproximación más humanística y de resolución de problemas a la enseñanza-aprendizaje de la ciencia, tratando de usar asuntos tecnológicos y científicos de impacto y trascendencia social y personal;
- B. Busca incluir en los programas de ciencias aspectos sociales y personales del propio estudiante, con el fin de proporcionarles conocimientos de ciencia y tecnología necesarios para su desenvolvimiento en la vida diaria, y
- C. Incita a los estudiantes a tomar conciencia de las complejas relaciones ciencia-sociedad, para permitirles participar en la toma de decisiones (Aikenhead, 2003; Gil y Vilches, 2004).

En la orientación CTS, la enseñanza-aprendizaje de las ciencias no se reduce a la comprensión de conceptos científicos específicos (componente conceptual), sino que también implica el desarrollo de componentes

procedimentales y actitudinales sobre la ciencia. Educar en ciencias debería tratarse de aprender conceptos, pero también modos de actuar. Citando al grupo de Acevedo:

**"...más allá de la incorporación de una dimensión CTS añadida a la enseñanza de las ciencias, es justamente la participación de la ciudadanía en las decisiones sociales tecnocientíficas lo que el enfoque propio del movimiento CTS reivindica como principal finalidad para la educación científica..."** (Acevedo, Vázquez y otros, 2005, p. 126).

La recuperación de aspectos históricos y de la relación ciencia-tecnología-sociedad, contribuyen, supuestamente, a devolver el aspecto comunitario, histórico y social de las ciencias y hacer de Todos lo que en el extremo Ciencia para formar futuros científicos podría parecer de sólo Algunos.

Al poner un mayor énfasis en las relaciones ciencia, tecnología, sociedad, con vistas a favorecer la participación ciudadana en la toma fundamentada de decisiones, el enfoque CTS es compatible con una cierta manera de comprender el proceso científico mismo que es distinta de aquella manera como, aparentemente, se entiende a la ciencia en la perspectiva de Ciencia para Algunos. Entramos, entonces, en el terreno de las posiciones en filosofía de la ciencia que respaldan uno u otro enfoque y que explican por qué para muchos autores es preferible la orientación educativa CTS por encima del enfoque propedéutico.

### ***1.3.3. Del predominio de la alfabetización en ciencias o la "Ciencia para Todos" a la oscilación entre los extremos***

Es común encontrar argumentos que privilegian en el discurso el enfoque de "Ciencia para Todos", condenando a la posición "Ciencia para Algunos" por estar asociada esta última, en general, a lo que muchos autores como Acevedo llaman, "una visión pobre de lo que es la ciencia". De hecho, como ya he señalado, el movimiento CTS surge en gran medida por la necesidad de superar visiones deformadas, empobrecidas y descontextualizadas de la ciencia y la tecnología socialmente aceptadas (Gil, 2001), y para proporcionar una visión más abierta, creativa y socialmente contextualizada de la ciencia, en la

que los científicos sean vistos también como ciudadanos que toman decisiones ajenas a su especialidad.

En la disyuntiva entre una ciencia propedéutica y una pensada para la formación ciudadana yace de fondo una fuerte discusión sobre el tipo de **imagen o "naturaleza de la ciencia"** que se supone debería normar los programas de educación científica. Mientras que al enfoque CTS se le asocia una imagen de la ciencia mediada por la acción, los valores y los intereses humanos, al enfoque Ciencia para Algunos se le identifica con una imagen de la ciencia que describe a los conocimientos científicos como una serie de verdades eternas que se le presentan al alumno como conceptos rígidos a memorizar y que explican el mundo de una única manera posible (Fourez, 1997, p. 908).

El rechazo casi absoluto de la educación científica propedéutica se atribuye, con frecuencia, a su asociación con esta supuesta imagen de la ciencia que se transmite a los estudiantes. En este sentido, Gil (1998; 2001) señala que es necesaria una nueva forma de educación que rompa en particular con una visión de la ciencia deformada, empobrecida, descontextualizada y ajena a los intereses sociales. Esta nueva modalidad exige una sólida formación en valores que permita al ciudadano adquirir elementos para tomar decisiones con referencia a la ciencia y la tecnología. La formación en valores se requiere porque las soluciones a los problemas no dependen únicamente de mayor conocimiento científico y de tecnologías más avanzadas, pues las opciones caen muchas veces en el terreno de la ética (Gil, 1998, p. 151).

Visto desde esta perspectiva, el movimiento CTS surgiría para reivindicar la relación entre la educación científica y la educación en valores, **pero** es importante tener claro que no se puede reducir una a la otra; no se puede confiar en que el enfoque CTS va a resolver los problemas derivados del enfoque propedéutico, porque no se puede generalizar a este último como transmisor de una sola (e intrínsecamente incorrecta) concepción filosófica sobre la ciencia. Como se verá más adelante, no se puede afirmar, sin un **apego a valores, que existe una caracterización de la "naturaleza de la ciencia"**

que resulte absolutamente preferible frente a la otra *para todo contexto educativo*.

En la crítica que Gil y Vilches (2005) hacen a Acevedo, Vázquez y otros (2005) coincido plenamente en que apostar por una educación científica orientada *sobre todo* a la formación ciudadana en valores, *en vez de* la preparación de futuros científicos, no es la solución a la disyuntiva Ciencia para Futuros Científicos/Ciencia para Todos. No se puede privilegiar *a priori* alguno de los enfoques (en donde el más favorecido es con frecuencia el enfoque "Ciencia para Todos"), **sin antes revisar la serie de problemáticas concretas y específicas que se deben atender en cada proceso educativo de la ciencia.**

Este razonamiento es el que afortunadamente han seguido autoridades educativas mexicanas en torno a la última reforma de la educación secundaria: más que privilegiar *a priori* el enfoque CTS, se aboga por la oscilación en los extremos Ciencia para Futuros Científicos/Ciencia para Todos.

Así por ejemplo, en los Cuadernos de Fundamentación Curricular en Ciencias que presentan parte de la reforma de la educación básica en México, se describen por un lado, los problemas a los que responde la reforma misma, entre ellos:

"...Poca comprensión de los conceptos científicos e incluso, en muchos casos, **fortalecimiento de las "ideas previas", de origen escolar y cultural,** científicamente erróneas, con las que se acercan al estudio de dichos contenidos. *Deformación del carácter y de la naturaleza de la ciencia, del proceso de producción de conocimiento y de la actividad científica. Igualmente se encuentra un fortalecimiento de actitudes, creencias y estereotipos erróneos respecto de la ciencia y del conocimiento científico.* Escaso desarrollo de las habilidades del pensamiento científico. *Falta de vinculación del aprendizaje con su utilidad y con el contexto social.* Reforzamiento en los alumnos de estrategias de memorización a corto plazo para acreditar exámenes. Escaso desarrollo de habilidades relacionadas con la búsqueda, selección, interpretación y análisis de información, así como de la comunicación oral y escrita. Limitada promoción de actitudes hacia el cuidado y la conservación del medio ambiente, el cuidado de la salud y la prevención de accidentes y **adiciones. Además...** La sobrecarga de contenidos ha fomentado –entre otros aspectos– las exposiciones magistrales, la memorización sin sentido y la enseñanza centrada en el libro de texto como fuente principal que define lo que habrá de estudiarse..." (SEP, 2006, p. 11-13, énfasis mío).

En el intento por solucionar esta serie de problemas en la educación, la Secretaría de Educación Pública (SEP) se encontró también ante la disyuntiva

de decidir entre los enfoques extremos que se han planteado a lo largo de este capítulo:

“...Dos grandes aproximaciones, no necesariamente incompatibles, se encuentran subyacentes en la actual visión de reformas para la enseñanza y el **aprendizaje de la ciencia en el mundo. Por un lado la “Formación científica” y por otro lado el enfoque “Ciencia, Tecnología y Sociedad” (CTS)**... Los programas de Ciencias, al estar inscritos en el último tramo de la educación básica de nuestro país, recuperan el planteamiento internacional de fomentar la formación científica básica de calidad para todos. En ese sentido se resignifica la importancia de los aprendizajes en el área de ciencias como vehículo para reflexionar sobre el tipo de relación que mantenemos con la naturaleza y entre nosotros mismos, así como para la resolución de situaciones problemáticas, de interés personal y colectivo, que permita mejorar la calidad de vida. *Lo anterior implica recuperar la esencia de los planteamientos de la perspectiva CTS, promoviendo de manera paralela el estudio de los contenidos científicos que permiten el desarrollo de actitudes como la del escepticismo y el debate informados* (SEP, 2006, p. 37, énfasis mío).

La resolución adoptada por SEP fue la de promover la oscilación entre los extremos, con el fin de evitar caer en alguno de ellos.

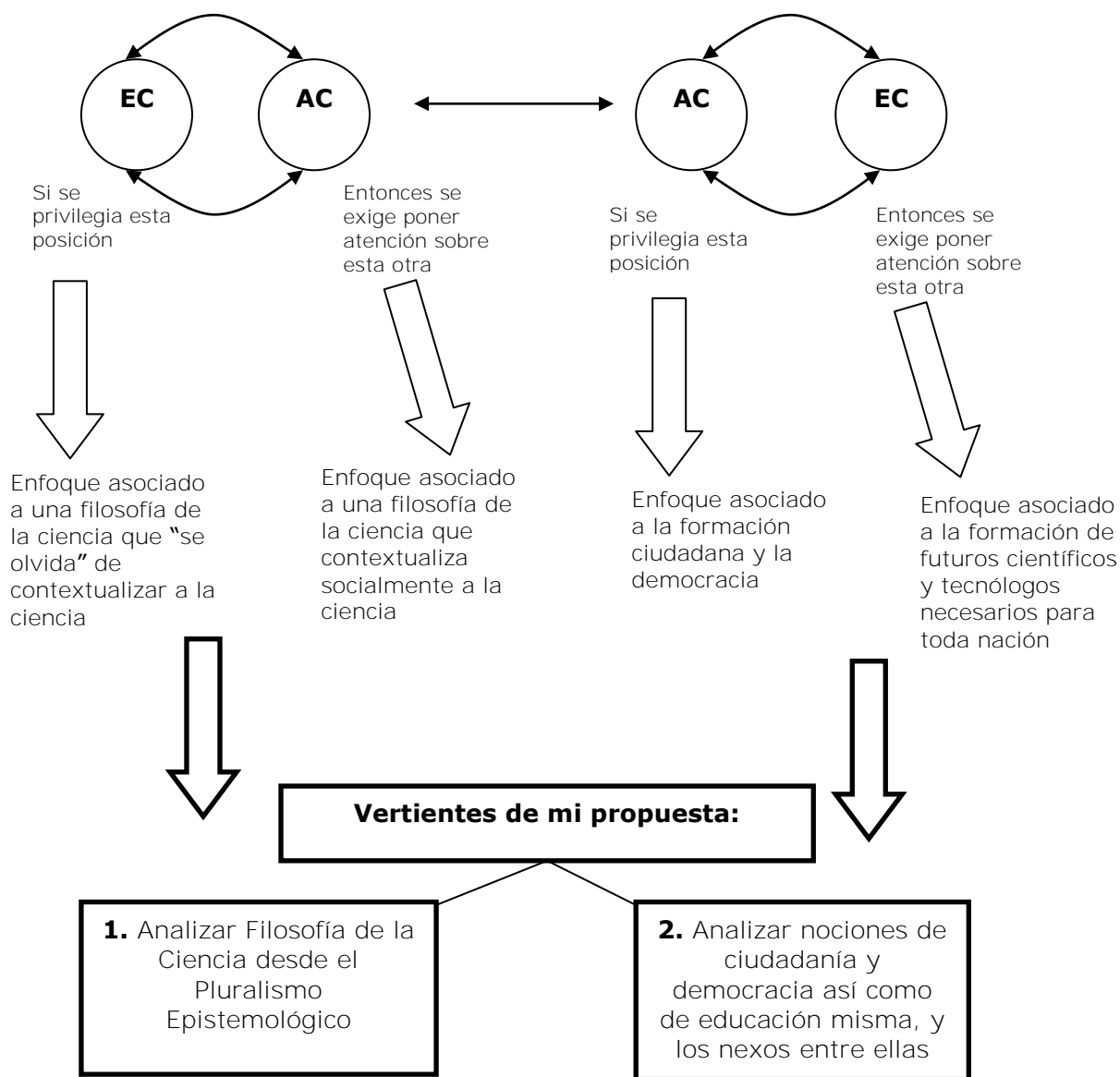
De aquí deriva la analogía con un péndulo: en la clara oscilación entre los extremos con que se puede caracterizar a la práctica educativa de la ciencia, se encuentra nuevamente el debate actual alrededor del significado de este concepto. No obstante, en la práctica docente predomina la tentación permanente por retornar a la finalidad propedéutica, lo que a su vez endurece el discurso a favor de concentrar la educación en ciencias en la finalidad alfabetizadora con orientación sociopolítica y de formación ciudadana.

Considero que entre las razones que dan lugar a esta oscilación está, principalmente, la falta de renovación y definición integral del concepto mismo de educación (que parece no incluir en su misma definición la perspectiva holística propuesta por autores como Delors, por ejemplo), y la falta de claridad en sus relaciones con conceptos como los de ciudadanía o democracia (pues no se explicita lo que se entiende por estas nociones).

En este trabajo me propongo, por lo tanto, mostrar que no existe una **filosofía o caracterización de la “naturaleza de la ciencia”** dada que resulte mejor o más conveniente que otra sin un apego a valores, mientras que por el otro, insistiré en que no se puede definir *a priori* el **“mejor” enfoque para abordar la educación científica dentro de una comunidad humana**, sin

considerar antes el contexto cultural en que tiene lugar el proceso educativo, un asunto de particular relevancia en países multiculturales como México.

El Esquema 6 sintetiza la constante oscilación entre los extremos Ciencia para Todos (AC)/Ciencia para Futuros Científicos (EC) y la aproximación analítica mediante la que me aproximaré a su estudio.



**Esquema 6.** Oscilación entre los extremos Ciencia para Todos/Ciencia para Futuros Científicos. Se señalan también los aspectos que a lo largo de este trabajo abordaré y que constituyen las ramas de mi propuesta de estudio.

Comenzaré enseguida con lo concerniente a las relaciones que guarda la filosofía de la ciencia con la tendencia en los programas educativos hacia

oscilar entre los extremos Ciencia para Todos/ Ciencia para Futuros Científicos. Detrás del predominio en los discursos y las promesas de la Ciencia para Todos (que se identifica con la AC como la meta prioritaria para la educación científica), se encuentra la creencia en una supuesta **"naturaleza de la ciencia"** evaluada como la más adecuada para **todo** programa educativo, por la consideración que hace de los aspectos sociales de la ciencia. ¿De qué **"naturaleza de la ciencia"** se está hablando cuando se hace referencia al enfoque CTS? ¿Tal imagen de la ciencia es absolutamente mejor que otras perspectivas sobre la ciencia –esto es, intrínsecamente superior *sin* un arreglo a valores que dependen de cada contexto social-? ¿Cómo se entiende el **aspecto de "lo social"** en el enfoque CTS? Profundizaré en estas cuestiones en la sección 1.4. a continuación.

---

#### **1.4. Las concepciones de la ciencia detrás de los enfoques Ciencia para todos/Ciencia para futuros científicos**

---

A los enfoques educativos Ciencia para Todos/Ciencia para Futuros Científicos se les ha entendido como extremos que representan a su vez, dos distintas formas de comprender el proceso mismo de la ciencia.

De acuerdo con Acevedo, Vázquez y otros (2005), muchos especialistas de didáctica de las ciencias sostienen que, en la búsqueda por lograr una mayor participación ciudadana resulta necesaria la inclusión de una adecuada **imagen sobre "naturaleza de la ciencia" en el currículo de ciencias**, pues una mejor comprensión de ésta permitiría tomar decisiones más razonadas sobre **cuestiones públicas tecnológicas y científicas**. Según estos autores, **"la naturaleza de la ciencia"** presenta muchas caras y los propios filósofos de la ciencia tienen grandes desacuerdos sobre sus principios básicos, por lo que su inserción en los programas escolares podría parecer poco razonable, dado que su comprensión puede quedar fuera del alcance de gran parte del alumnado.

Sin embargo, siguiendo a Acevedo, Vázquez y otros (2005), el objetivo **de incluir la "naturaleza de la ciencia"** en los programas de ciencias no debería centrarse en formar especialistas en estos campos, sino ayudar a la mejor

comprensión de la ciencia y la tecnología contemporáneas. No obstante, consideran que queda pendiente aclarar cuál es la caracterización de la **"naturaleza de la ciencia" que se debe enseñar.**

Como parte de esta discusión cabe mencionar el reporte *Views of Nature of Science*. Se trata de un artículo publicado en 2002 por Lederman, Abd-el-Khalick y otros, que sintetiza lo que **"una buena comprensión de la naturaleza de la ciencia debería implicar"**. La importancia de este artículo radica en que proporciona lineamientos a seguir en los programas educativos con respecto a la **"naturaleza de la ciencia"**, ya que los atributos sobre la ciencia que comprende este reporte son los que se asumen en los principales documentos que fundamentan la reforma de la enseñanza de la ciencias en Estados Unidos, tales como el *Project 2061: Science for All Americans*, y los *National Science Education Standards* (AAAS, 1989), justo como lo señalan DeBoer (2000) o Acevedo, Vázquez y otros (2005, p. 128).

Según este documento, el conocimiento científico es provisional, se apoya en pruebas empíricas derivadas de observaciones del mundo natural (realista), es en parte subjetivo porque está cargado de teorías, se basa parcialmente en inferencias imaginación y creatividad, y está inmerso en la cultura y la sociedad.

Siguiendo esta línea de razonamiento, Acevedo (2004) coloca estos atributos derivados del *Views of Nature of Science*, con ese acento puesto en la inclusión de la perspectiva social de la ciencia y la tecnología, como la nueva y necesaria cara de la ciencia que ofrece el movimiento educativo CTS, pues según este autor, en contextualizar socialmente los propios contenidos científicos radica una buena parte de la solución a la situación crítica actual de la educación en ciencias, caracterizada en gran medida por ofrecer a los **estudiantes una concepción inadecuada sobre la "naturaleza de la ciencia"**, que solamente ha provocado su rechazo.

De acuerdo con Vázquez, Acevedo y Manassero (2005, p.3), la imagen inadecuada:

**"...-positivista, dogmática, desfasada, autoritaria, difícil, aburrida, irrelevante, alejada de la vida cotidiana, etc-..."**



de la ciencia asociada a la finalidad propedéutica contribuye a lo que ellos llaman “crisis de la enseñanza de la ciencia”<sup>10</sup>.

Este mismo grupo de autores critica el hecho de que la ciencia escolar suele transmitir una imagen de la ciencia académica del pasado, pero no de la *big science* contemporánea, cuya naturaleza no responde a los mismos patrones y a la misma axiología que la ciencia tradicional (Echeverría, 2003).

Y a pesar del reconocimiento que hacen ellos mismos de lo ingenuo que sería pensar hoy en la existencia de una sola caracterización sobre la naturaleza de la ciencia, estos autores insisten en señalar, como una necesidad urgente, la construcción de un consenso sobre la naturaleza de la ciencia que sería deseable enseñarles a los estudiantes de ciencias:

**“...un modelo quizás sencillo que permita superar el ideal positivista y justificar la intervención de los factores no epistémicos en la construcción del conocimiento científico y en la resolución de controversias en ciencia...”**  
(Acevedo, Vázquez y otros, 2005, p. 131).

Entre las visiones distorsionadas de la naturaleza de la ciencia que se busca superar, destacan las señaladas por Gil y Vilches (2005):

- 1) una visión descontextualizada, referida a la creencia en una ciencia socialmente neutra,
- 2) una concepción individualista y elitista, que presenta a la ciencia como obra de genios aislados y como un dominio reservado a minorías especialmente dotadas,
- 3) una concepción empírico-inductivista y ateorica, que defiende el papel de la observación y de la experimentación neutras,
- 4) una visión rígida, algorítmica, infalible, que considera al método científico como una secuencia de etapas definidas que derivan en la exactitud y objetividad de los resultados obtenidos,
- 5) una visión ahistórica, que transmite conocimientos ya elaborados sin considerar los problemas a los que esos conocimientos daban respuesta al ser creados, y,
- 6) una visión acumulativa de crecimiento lineal, que ignora las crisis y revoluciones científicas.

---

<sup>10</sup> Esta crisis, que alcanza hoy a la mayoría de los países, se caracteriza por el continuo descenso de estudiantes universitarios de ciencia y tecnologías, por actitudes negativas y rechazo hacia la ciencia y la tecnología, por un predominio de una falsa imagen estereotipada de la ciencia y la tecnología y por una cada vez más escasa alfabetización en ciencia y tecnología de los pueblos (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005).

Frente a tales "visiones distorsionadas", como ellos las llaman, Gil y Vilches (2005, p. 318-321) proponen los siguientes atributos como parte de un consenso orientado a la definición de una visión más adecuada de la actividad científica:

- 1) el rechazo de la idea misma de método científico,
- 2) el rechazo de un empirismo que concibe los conocimientos como resultado de la **inferencia inductiva a partir de "datos puros"**,
- 3) el papel del pensamiento divergente que razona en términos de hipótesis o tentativas de respuesta que se ponen a prueba,
- 4) la búsqueda de coherencia global que implica obtener los mismos resultados en otras situaciones distintas a la original,
- 5) comprender el carácter social del desarrollo científico.

¿Es la naturaleza de la ciencia que deriva de los atributos anteriores la que se debería enseñar a los estudiantes de ciencias? Mi discusión con Gil y Acevedo en este sentido, va dirigida hacia el cuestionamiento de este tipo de planteamientos generales dirigidos a suponer que existe **una única imagen correcta de la ciencia, en abstracto**, sin una orientación evaluativa.

Lo que quiero argumentar es que los significados de todos los conceptos no son fijos e inmutables, ni tampoco son unívocos. Dependen de las orientaciones evaluativas, de los valores que se le imputan a las cosas y sus características a la luz de ciertos intereses. Así sucede con los conceptos de **educación, educación científica**, e incluso de **ciencia** mismo. Estos conceptos reflejan compromisos de valor, y son relativos a las preferencias que se tengan por alguna imagen de la ciencia asociada a uno u otro extremo. Los conceptos responden a una historia y a un contexto social que los significa. Es la estructura de ciertos intereses y preocupaciones, lo que dota de relevancia, significación e importancia a uno u otro concepto.

**Proponer cualquier "naturaleza de la ciencia" como la que** debería incluirse en los programas educativos en ciencias lleva detrás una serie de posturas valorativas y compromisos políticos que sostienen aquellos quienes,

**"... llegan a decir que para que la ciencia forme parte de la educación obligatoria es preciso que la ciencia sea útil para la vida cotidiana y para la participación democrática..."** (Martín, 2004, p.1).

Las formas de entender a la ciencia no están libres de valores, sino ligadas a intereses políticos y ejercicios de poder. Los estudios CTS, sus enfoques sobre la ciencia y sus propuestas educativas no son neutrales, homogéneos y unificados, responden a orientaciones valorativas que pueden ser examinadas críticamente.

Si no se considera la dimensión evaluativa que explica el carácter último no concluyente de la argumentación filosófica, incapaz de garantizar una posición única, entonces se corre el riesgo de tratar de exigir como lo hacen Acevedo y Gil, una caracterización adecuada de la **"naturaleza de la ciencia" que no "deforme" la visión del proceso científico**, como supuestamente lo ha hecho la imagen de la ciencia que estos autores asocian al enfoque educativo propedéutico.

En filosofía es inevitable la dependencia respecto del valor:

**"...siempre es necesario recurrir a los valores cognoscitivos para extraer una posición particular del rango de alternativas en competencia con las cuales nos enfrentan las antinomias filosóficas..." (Rescher, 1995, p. 158).**

Si bien debe reconocerse del enfoque CTS la consideración de lo social como el contexto en el que se desarrolla toda actividad humana, incluyendo la ciencia y su enseñanza-aprendizaje, esto no quiere decir, sin embargo, que la imagen de la ciencia promovida por dicho enfoque sea intrínsecamente superior a cualquier otra.

La postura que defiende es que si lo que se busca es ser democrático, (argumento clave dentro del enfoque CTS o Ciencia para Todos), entonces hay también que ser pluralista.

Propongo que más allá de exponer una naturaleza de la ciencia o una imagen adecuada de la ciencia que deba enseñarse a los alumnos, se comprenda la naturaleza cambiante de la naturaleza de la ciencia. Esto se puede lograr a través del enfoque del pluralismo epistemológico, mediante el cual se puede contribuir al desarrollo de un concepto de educación en ciencias que justifique para cada situación específica local, regional o nacional, una proporción adecuada a cada contexto particular de los enfoques Ciencia para Formar Futuros Científicos/Ciencia para Todos. Cada contexto exige **requerimientos y "dosis" distintas de diversos enfoques**, según lo que se aspire

y quiera lograr en los estudiantes de ciencias. Un concepto integrador de educación científica debe, en este sentido, ser claro en su definición de lo que entiende por *educación*, por *ciencia*, y por nociones con las que se compromete en sus finalidades como podrían ser las de *ciudadanía* y *democracia*.

Los enfoques CTS hacen muy bien en considerar el papel que juega el componente social en los procesos de la ciencia y la tecnología actuales, sin embargo, quedan por responder cuestiones tales como *¿Qué idea de sociedad está de fondo en la tríada C-T-S? ¿Se ve lo social como culturalmente diverso? ¿Cómo se concretiza este enfoque si las prácticas sociales y las concepciones de los estudiantes varían en función de sus culturas?*

Aikenhead (2003) hace notar que la evolución del enfoque CTS ha sido particular para cada país:

"... Por ejemplo, en Canadá e Israel, la problemática del medio ambiente [*environment* en inglés] fue enfatizada al añadirle una E a CTS... En Inglaterra, fueron desarrollados una variedad de proyectos... que inspiraron y guiaron a los educadores en ciencia de todo el mundo. En Australia, se hizo evidente un vínculo con la tecnología industrial en algunos proyectos, además de los cursos CTS más convencionales. En Bélgica, bajo la dirección de Gérard Fourez, se añadió la ética a CTS, siendo influyente la revista *Sciences Technologies Ethique Société*... En España, María Manassero-Mas, Ángel Vázquez Alonso y José Acevedo-Díaz han abordado CTS desde una perspectiva evaluativa... La historia de Japón consiste en educadores en ciencia que son influidos por proyectos de Inglaterra y Estados Unidos... Ciencia-Tecnología-Ciudadanía es un lema utilizado en Noruega donde la cultura tiende a acentuar las relaciones de los estudiantes con la ciudadanía..." (Aikenhead, 2003, p. 64).

Aunque las variantes nacionales difieren únicamente en el grado en que incluyen contenidos humanísticos y característicos del enfoque CTS en la enseñanza disciplinaria (para lograr una mayor AC), todas ellas comparten la intención de resolver los problemas educativos comunes y transformar la enseñanza-aprendizaje de las ciencias mediante la incorporación de la experiencia de los alumnos como eje para la adquisición de capacidades prácticas, que les permita desenvolverse en un mundo externo a la escuela y configurado fuertemente por la ciencia y la tecnología.

Así, un programa educativo podrá considerarse dentro de la posición CTS si comprende, en mayor o menor medida: la interacción ciencia-sociedad y algunas de las aportaciones derivadas de las ciencias sociales, la historia o la

filosofía de la ciencia (Aikenhead, 1997). Esto se puede ejemplificar con dos propuestas educativas para la mejora de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia que han influido enormemente en todas las realidades curriculares alrededor del mundo y que representan muy bien algunas de las variantes en que se ha concretado el movimiento CTS: por un lado, la propuesta de Michael Matthews sobre Historia y Filosofía de la Ciencia y por el otro, la propuesta de Mary Ratcliffe y Marcus Grace sobre Educación Científica para la Ciudadanía.

La propuesta de Matthews (1994) consiste en aproximar al estudiante al estudio de la ciencia mediante la revisión histórica del desarrollo de las principales leyes, teorías y conceptos científicos y su estudio filosófico, para mostrar la importancia que tienen la historia y la filosofía de la ciencia en la comprensión de los hechos científicos. Por ejemplo, a través de revisar históricamente las distintas teorías físicas sobre el movimiento (desde Aristóteles y Galileo hasta Newton) se pretenden ilustrar algunos de los problemas filosóficos implicados en los conceptos científicos (realismo, empirismo, experimentación, racionalismo, idealismo, etc). Entre las ventajas que Matthews señala para esta propuesta educativa se encuentran las siguientes: se humaniza a la ciencia conectándola a intereses políticos, culturales, éticos; se desarrolla un mejor entendimiento de la ciencia; se enfatizan los cambios conceptuales más importantes en la historia del pensamiento, entre otras.

Para Matthews es más importante hacer llegar a los alumnos los conceptos científicos más importantes (a través del enfoque histórico) que esperar a que éstos los desarrollen a través de su propia experiencia (Matthews, 1994). A diferencia de la propuesta de Matthews, la propuesta de Ratcliffe y Grace (2003) está más próxima a las aportaciones derivadas de la sociología de la ciencia que a las de la filosofía e historia de la ciencia.

Para Ratcliffe y Grace, los estudiantes de ciencias durante su formación deben involucrarse en los asuntos socio-científicos (como ellos les llaman) más que sólo revisar y aceptar acríticamente las teorías, leyes y conceptos más destacados en la historia de la ciencia. En esta propuesta, que concentra en la AC la meta principal de la educación en ciencias, se busca ayudar a los

estudiantes a desarrollar las habilidades necesarias para enfrentarse a situaciones de la vida cotidiana que tienen que ver con ciencia y tecnología. Más que centrarse en alcanzar objetivos meramente conceptuales, en esta propuesta también se espera desarrollar en los alumnos habilidades y actitudes.

Las estrategias de aprendizaje que estos autores proponen son mucho más versátiles y dinámicas que las de Matthews porque incluyen el desarrollo de proyectos comunitarios, el uso, análisis y discusión de notas publicadas en los medios de comunicación sobre controversias éticas, entre otros.

Los asuntos socio-científicos forman la unidad de enseñanza-aprendizaje de la ciencia dentro de esta propuesta y se caracterizan por: tener como base avances científico-tecnológicos, involucrar la opinión de la sociedad, estar reportados en los medios de comunicación, involucrar valores y juicios éticos porque ponen en juego intereses que afectan a la sociedad en su conjunto.

Dentro de esta propuesta educar en ciencias consiste básicamente en enseñar a los alumnos formas de posicionarse críticamente frente a los asuntos socio-científicos de actualidad, considerando la evidencia científica y los valores que se ponen en juego para que éstos puedan decidir entre cursos de acción posible.

Estas dos propuestas son ejemplos de la enorme plasticidad del enfoque CTS. Para Aikenhead las diferencias entre ellos ejemplifican los grados de aceptación y de relevancia cultural que se le da a la explicación social del conocimiento científico. Ambos enfoques pueden clasificarse como CTS (el de Matthews menos que el de Ratcliffe), porque presentan una visión mucho más amplia y humanística de la ciencia y la tecnología, pero difieren en cuestión de grado.

De acuerdo con Aikenhead el enfoque CTS es, en el fondo, uno mismo (*"una rosa como quiera que se le llame"* -título de su trabajo-) independientemente del ajuste dado por los cambios en cada cultura local; para este autor los cambios culturales de CTS se reducen simplemente a nuevos *slogan* para nombrar algo que en el fondo siempre buscará lograr que la educación científica prepare a los estudiantes para ser ciudadanos activos e

informados y para que algunos de ellos se conviertan en los futuros investigadores.

Aunque es prácticamente imposible pensar en un modelo CTS universal, considero que el enfoque CTS o Ciencia para Todos es útil en señalar ciertas finalidades y propósitos (como el de la AC) que hoy son prioritarios e ineludibles para la educación científica en el ámbito mundial. Sin embargo, la posición CTS abordada desde este nivel de generalidad debe considerarse solamente como un referente que habrá que situar en contextos específicos, dado que diferentes grupos sociales interactúan de modo distinto con la ciencia y la tecnología. La multiculturalidad de un país como el nuestro representa, en este sentido, un reto para la contextualización de los referentes globales discutidos para la educación científica.

No basta con incluir la dimensión social y mostrar *teóricamente* las relaciones ciencia, tecnología y sociedad, sino que se requiere adecuar de manera práctica y realista, a cada dimensión cultural, el proceso educativo de la ciencia; el objetivo abstracto a que se hace referencia con el nombre **“ciencia en sociedad o en contexto”** debe llevarse a la acción, mirando lo social como culturalmente diverso y constituido por distintas prácticas sociales que dan identidad individual y colectiva a los estudiantes.

Con esto pretendo problematizar ahora el hecho de que aunque los educadores CTS parecen reunirse alrededor de diversos intereses y metas comunes que, casi de manera universal, buscan relacionar la experiencia cotidiana de los alumnos con el desarrollo de conocimientos científicos y competencias prácticas y útiles para la vida cotidiana, es necesario reconocer que la educación siempre responde a un contexto cultural específico con determinados valores, necesidades y problemas (Villegas, Neugebauer y Venegas, 2008); es decir, el proceso de formación científica tiene lugar dentro de situaciones específicas *en concreto*. ¿Qué sucede entonces, cuando se habla de educación en ciencias, en los contextos indígenas o de sociedades tradicionales que parecen permanecer al margen de la ciencia y la tecnología? ¿Qué formas concretas adquiere el movimiento CTS en estos contextos? ¿Es

**posible, y de ser así, cómo “ajustar” el movimiento CTS** -que ha sido concebido en abstracto- a cada cultura local y concreta?

Llevar la educación científica a lo concreto supone que ésta debe responder a necesidades sociales específicas y tener una función social más allá de reproducir estructuras de poder (Villegas, Neugebauer y Venegas, 2008). Es decir, que la educación debe ser fuente creativa de transformación de las identidades y prácticas que dan sentido a los individuos y grupos sociales, más aún cuando éstos han sido objeto de la marginación y la exclusión en la toma de decisiones, como es el caso de muchos pueblos indígenas en México.

Para lograr actitudes democráticas, como pretende la orientación CTS, se requiere de una actitud plural que obligue a la escucha de diferentes puntos de vista y a dar espacio a diversas formas de conocimiento.

La ciencia puede contribuir al desarrollo de actitudes democráticas, a generar soluciones a los problemas humanos, a liberar el espíritu de dogmas, *pero* también debe estar abierta a la evaluación racional de otros tipos de conocimiento que no por ser no-científicos, se vuelven no-valiosos y se excluyen. Se trata de un voto por la diversidad, y por argumentar a favor del pluralismo epistemológico cuando se habla de la ciencia y su enseñanza-aprendizaje.

A ser democráticos y a participar sólo se aprende participando, conviviendo en la diversidad. Como afirman Acevedo, Vázquez y otros (2005, p. 126), las capacidades para intervenir en la toma de decisiones sobre ciencia y tecnología pueden y deben ser educadas. Pero también se tiene que ser crítico y estudiar el concepto mismo de democracia y de ciudadanía participativa, a los que se espera contribuir con la educación científica. Incluso el concepto mismo de educación, tiene que ser analizado en sus nexos con los conceptos de democracia y ciudadanía.

Como señala Martínez (1998, p. 79):

**“... La educación no puede reducirse al aprendizaje de conocimientos y saberes instrumentales únicamente orientados por criterios de competitividad... la escuela puede... ser caldo de cultivo óptimo para aprender a vivir en la diferencia... fuente de riqueza colectiva... factor del pluralismo...”.**



Extender la educación en ciencias para todas las personas, las puede preparar para su papel como ciudadanos, pero esto no significa dejar de cuestionar el papel de la ciencia y la tecnología y favorecer ciegamente su desarrollo, sino asumir la responsabilidad social que implican ambas, analizando sus posibles efectos como formas sutiles de exclusión y de pérdida de identidad cultural, según los nexos que guarden con uno u otro conceptos de democracia y de ciudadanía.

Algunas de las declaratorias internacionales sobre temas de ciencia, tecnología y educación enfatizan la relevancia de la educación científica como acción estratégica para lograr construir naciones más competitivas y democráticas, pero como se verá en la siguiente sección, nuevamente hay una gran distancia entre los discursos y las prácticas. La visión global puede asociar sin problemas a la educación en ciencias con metas tales como el desarrollo de una ciudadanía activa y responsable, pero llevar esta idea abstracta a los contextos culturales concretos es un desafío de gran magnitud, más aún si no se explicita cómo se están entendiendo conceptos como "democracia" o "ciudadanía", los cuales adquieren un significado distinto según si consideran a las sociedades como culturalmente diversas o como entidades homogéneas y monolíticas.

---

### **1.5. La visión global de la educación científica: desde las declaratorias internacionales hacia los contextos concretos locales**

---

Los cambios más significativos de la cultura en el mundo actual se reflejan en las transformaciones de contenido de las declaratorias internacionales que surgen a lo largo del tiempo. En tales documentos, la educación en general, y particularmente la educación científica, han sido una preocupación común entre naciones que aspiran a ser más libres, más igualitarias, más prósperas y solidarias (Filmus, 1998).

En esta sección intentaré mostrar que, aunque algunas de las principales declaratorias sobre ciencia, tecnología y educación establecen nexos

inevitables entre la tarea de educar en ciencias y la formación ciudadana y democrática, no existe solamente un sentido en el que puedan comprenderse complejas nociones **como las de "ciudadanía" y "democracia", sobre todo en contextos multiculturales como los latinoamericanos**, en donde las crecientes desigualdades sociales han desembocado en una mayor demanda por el reconocimiento de derechos diferenciados para las distintas culturas.

Uno de los documentos que mayor impacto ha tenido en orientar las políticas globales concernientes a la educación científica es la Declaración de Budapest sobre la Ciencia para el Siglo XXI (UNESCO-ICSU, 1999).

Para hacer frente a lo que para la UNESCO es hoy un problema mundial, como es el caso del analfabetismo científico, reiteradamente en la declaración de Budapest se señala una estrecha vinculación de la educación en ciencias con la democracia, con la formación ciudadana, con el desarrollo social y económico y con los procesos de integración:

**"...el acceso al saber científico con fines pacíficos desde una edad muy temprana forma parte del derecho a la educación que tienen todos los hombres y mujeres... la enseñanza de la ciencia es fundamental para la plena realización del ser humano, para crear una capacidad científica endógena y para contar con ciudadanos activos e informados..." (Parágrafo, 10).**

La ciencia se pone al servicio del progreso, la paz, el desarrollo y la sociedad, por encima de particularismos y diferencias de origen:

**"... La enseñanza científica, en sentido amplio, sin discriminación y que abarque todos los niveles y modalidades es un requisito previo esencial de la democracia y el desarrollo sostenible... Hoy más que nunca es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y en todos los sectores de la sociedad... a fin de mejorar la participación de los ciudadanos en la adopción de decisiones relativas a las aplicaciones de los nuevos conocimientos..." (Parágrafo 34).**

En el Marco General de Acción (MA) de esta declaratoria, orientado a recomendar las acciones para alcanzar los objetivos proclamados en la Declaración como tal, se señala que:

**"... Para que un país esté en condiciones de atender las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico. Como parte de esa educación científica y tecnológica, los estudiantes deberían aprender a resolver problemas concretos y a atender las necesidades de la sociedad, utilizando sus competencias y conocimientos científicos y tecnológicos..." (Parágrafo 24, MA).**

Esta necesidad global por una mejor educación en ciencias, parece exigir al mismo tiempo una contextualización del saber científico, que sea más sensible a lo social. A fin de cuentas es en lo social en donde la educación en ciencias se concretiza y puede definir su papel. Sin embargo, no se discute en ningún momento cómo se concibe la sociedad abstracta en la que ocurre el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia, ni tampoco se precisa a qué concepto de democracia y de ciudadanía se aspira contribuir mediante la serie de recomendaciones propuestas por la declaratoria.

Ante las transformaciones científicas-tecnológicas, el papel de la educación ha de ser contribuir al triple desafío que supone el desarrollo de los pueblos, la toma colectiva y fundamentada de decisiones, el fortalecimiento de los sistemas democráticos a través del incremento de la participación ciudadana y los procesos de integración (Gil, 1998). Pero al abordarse la sociedad en un sentido universal y abstracto, poco se habla del desafío adicional que constituye educar a una población que es en sí misma culturalmente diversa.

El discurso internacional tiene muy claro el papel que debe jugar la educación científica como vía para garantizar a todos los ciudadanos los conocimientos en ciencia y tecnología necesarios para que las personas puedan comprender un mundo cada vez más tecnificado y puedan resolver problemas de la vida cotidiana y de la sociedad de la que forman parte (Furió, Vilches y otros, 2001), pero llevar este ideal a contextos locales con exigencias diversas es todavía una aspiración mayor, sobre todo si no se considera que no existe la sociedad homogénea y universal a la que aluden la mayoría de las declaratorias internacionales. Estos documentos pueden funcionar muy bien como marcos de acción común, pero cada país tiene la responsabilidad de adecuar este marco a sus propias realidades concretas.

En cuanto a la noción de ciencia dentro de la declaratoria de Budapest, cabe señalar que ésta tampoco es unívoca.

Extractos de la Declaratoria de Budapest, tales como:

**"...saber utilizar responsablemente el saber de todos los campos de la ciencia para satisfacer las necesidades y aspiraciones del ser humano sin emplearlo de manera incorrecta..." (Parágrafo 1)**

O,

**"... son necesarias unas nuevas relaciones entre la ciencia y la sociedad para resolver apremiantes problemas mundiales..." (Parágrafo 27),**

o bien,

**"...se debe... integrar la ciencia en la cultura nacional..." (Parágrafo 55MA),**

o incluso,

**"...todos los países deben adoptar medidas adecuadas en relación con los aspectos éticos de la práctica científica y del uso del conocimiento científico y sus aplicaciones (parágrafo 40),**

hablan de por una parte, de la necesidad de promover un diálogo entre la comunidad científica y la sociedad, o de integrar la ciencia a la cultura, rasgos que coinciden con algunos de los principales atributos de la "naturaleza de la ciencia" defendida por los grupos de Acevedo y Gil como parte constitutiva de los programas de Ciencia para Todos. Por otra parte, también se previene, mediante estos fragmentos de la declaratoria, la posibilidad de que el conocimiento científico y tecnológico se use para mal.

**Muy criticada ya ha sido la concepción de "neutralidad valorativa de la ciencia", según la cual** la ciencia y la tecnología no son buenas ni malas por sí mismas, sino que depende de cómo se usen los conocimientos que éstas generan (Olivé, 2000). Según esta criticada concepción, el conocimiento científico se concibe como puro y desvinculado de los intereses, valores y fines de los seres humanos, sin considerar que la ciencia se compone de prácticas, acciones e instituciones que no están libres de valores (Olivé, 2000).

Si la ciencia es algo que primero se hace, libre de valores, para luego aplicarse y usarse, entonces, el modelo de déficit en la transmisión de conocimiento científico tendría sentido, y la crítica de los grupos de Acevedo y Gil a la "naturaleza de la ciencia propedéutica" que sólo transmite conceptos estáticos, puros y eternos, también podría tener lugar.

Desde el enfoque del pluralismo, no hay ninguna esencia que sea constitutiva de la ciencia de una vez y para siempre, no hay "una naturaleza de la ciencia", ni ningún conjunto fijo de fines legítimos a perseguir, sino fines, valores y reglas relativos a un contexto que hacen de la pluralidad misma un

rasgo constitutivo de la ciencia (Olivé, 2000), que bien puede extenderse al concepto de la educación en ciencias.

Educación y democracia se asociaron desde tiempos de la Ilustración, cuando a los sistemas educativos se les asignó la triple función de a) la integración social a través de la internalización de valores, b) la construcción de ciudadanía a partir del sentimiento de la nación como una forma privilegiada de identidad colectiva y c) la capacidad productiva. Estas funciones perduran, pero como acertadamente señala Delich (1998, p. 45):

**“... han cambiado de posición, de vestimenta y de discursos...”.**

La educación científica desde la Ilustración representó la posibilidad de generar capacidades cognitivas para usar la información científica y tecnológica en asuntos humanos y para el progreso social y económico (Hurd, 1998). Igualmente en la declaración de Budapest, se le asigna a la educación científica este valor de brindar un aporte general al progreso social y a la democracia. Pero, para cada momento en la historia se tiene que definir qué se entiende por ambos conceptos.

Ante la problemática del multiculturalismo, en la actualidad, democratizar la educación y permitir el acceso masivo a la enseñanza-aprendizaje de la ciencia exige socialmente elaborar nuevas estrategias de convivencia social a través de códigos culturales compartidos (Filmus, 1998) que permitan aprender a aceptar la diferencia y la diversidad cultural.

Aproximarse al estudio de la educación en ciencias desde el pluralismo epistemológico es una manera de relativizar a cada tiempo y espacio, tanto la **caracterización sobre la “naturaleza de la ciencia”, como los conceptos mismos** de educación en ciencias, de sociedad, de democracia y de ciudadanía.

Las sociedades de nuestros tiempos, para que sean plurales, democráticas y promotoras de la justicia social desafían a la educación en ciencias, como vía para el fortalecimiento de la cultura científico-tecnológica, a definir el sentido que en la práctica concreta, y según el contexto cultural, toma la educación CTS o propedéutica, entendidas como aquellas cuyas finalidades pueden abarcar desde lo propedéutico y conceptual hasta lo cívico.

Más allá de los marcos comunes definidos en las declaratorias internacionales, y más allá de las definiciones abstractas de lo que debería ser hoy la educación en ciencias (llámese CTS, AC, EC propedéutica, etc), no se debe olvidar que los procesos educativos ocurren siempre dentro de comunidades humanas que tienen ciertas necesidades, deseos, valores y formas legítimas de comprender el mundo, que no necesariamente son compatibles con las representaciones científicas de la realidad. En la educación científica se deben generar nuevas estrategias para relacionar los conocimientos derivados de la ciencia (y que conforman en gran medida los programas educativos), y los sistemas de conocimiento que los estudiantes poseen como parte de las tradiciones culturales en las que interactúan, pues esto les permitirá participar de manera activa y reflexiva en acciones significativas y coherentes con las prácticas relevantes en su cultura.

Mediante la perspectiva del pluralismo epistemológico en filosofía de la ciencia, mi trabajo de tesis buscará ***contribuir a resolver la problemática de llevar la educación en ciencias desde lo abstracto de estos marcos conceptuales, globales y de definiciones casi universales, hacia lo concreto y lo culturalmente heterogéneo.***

A lo largo de mi trabajo de tesis insistiré en dos aspectos fundamentales: 1. Que la práctica educativa de la ciencia en contextos multiculturales exige pleno reconocimiento a las diversas prácticas sociales que dan identidad individual y colectiva a las distintas comunidades, y, 2. Que hacer llegar la ciencia a las diversas culturas, en aras de contribuir a consolidar una cultura científico-tecnológica, debe hacerse sin autoritarismos, ni científicismos, y por el contrario, con una actitud de apertura, de ejercicio de diálogo intercultural y de intervenciones políticas creativas, horizontales y sensibles a nuestra diversidad cultural.

---

## Recapitulación

---

A lo largo de este capítulo, he realizado un recorrido alrededor de la discusión teórica sobre el concepto de *educación científica*, con el fin de resaltar algunos de los problemas implicados en su definición.

En el recorrido sobresalen:

- 1) La compleja relación que el concepto de *educación científica* guarda con el concepto de *alfabetización científica (AC)* y de *cultura científica (CC)*.
- 2) La multidimensionalidad constitutiva de estos conceptos y el deseo compartido entre distintos autores, por construir un concepto integral que abarque las muchas dimensiones, facetas y ángulos del proceso educativo de la ciencia.
- 3) La tendencia hacia la apertura de una brecha entre lo que se dice en los discursos teóricos acerca de lo que debería ser la educación en ciencias y la forma en que este concepto es llevado a cabo en las prácticas docentes.
- 4) Esto ha originado una polarización entre dos enfoques de la educación en ciencias: por un lado, la posición conocida como Ciencia para Algunos, que se refiere a la educación científica reducida a la formación propedéutica enfocada a la enseñanza-aprendizaje de leyes, teorías y conceptos científicos, y por el otro lado, la posición conocida Ciencia para Todos o educación CTS que busca lograr la alfabetización científica entendida como la formación ciudadana enfocada en el desarrollo de valores democráticos y habilidades para la toma de decisiones en acciones sociopolíticas relativas a la ciencia y a la tecnología.
- 5) La tendencia histórica entre autores, hacia considerar que la formación ciudadana (o AC) es, hoy en día, la meta más importante de la educación en ciencias.
- 6) El establecimiento de nexos y relaciones entre la educación en ciencias y **conceptos tales como "democracia" y "ciudadanía", sin dejar claro lo que se entiende por todas estas nociones, sobre todo si el proceso educativo ocurre en contextos culturalmente diversos.**

Para algunos autores, como los grupos españoles de Gil y Acevedo, hablar de los enfoques educativos Ciencia para Todos/Ciencia para Futuros Científicos implica hablar de una manera distinta de entender la ciencia dentro de cada **perspectiva. Según estos autores, una caracterización de la "naturaleza de la ciencia" que contextualiza socialmente el trabajo científico se relaciona más con la posición Ciencia para Todos (o AC), mientras que la educación científica propedéutica y característica del enfoque Ciencia para Futuros Científicos adolece de fomentar una concepción sobre la "naturaleza de la ciencia" descontextualizada y deformada, que sólo ha causado un rechazo generalizado de la ciencia entre los estudiantes.**

Para responder de manera crítica a estos planteamientos, propongo que antes de considerar que existe una concepción sobre la naturaleza de la ciencia intrínsecamente superior o correcta, es necesario comprender la naturaleza **cambiante de la "naturaleza de la ciencia". Desde el pluralismo epistemológico no hay una única "naturaleza de la ciencia", ni ningún conjunto** fijo de fines legítimos a perseguir, sino fines, valores y reglas relativos a un contexto que hacen de la pluralidad misma un rasgo constitutivo de la ciencia, que bien puede extenderse a la comprensión del concepto mismo de educación en ciencias. **No existe una filosofía o "naturaleza de la ciencia" dada, ni tampoco** una manera de comprender lo que es la educación en ciencias, que resulte mejor o más conveniente que otra, sin un apego a valores.

Lo mismo aplica para los enfoques educativos de la ciencia. No se puede suponer ***a priori*** que la posición CTS es intrínsecamente superior al enfoque propedéutico, porque son las demandas y necesidades de cada comunidad humana las que deben determinar, una y otra vez, cuáles son las metas y las formas legítimas y más adecuadas de educarse en ciencias.

Aún cuando la visión global expresada en declaraciones como la de Budapest recalca la importancia de la educación científica como vía para la democracia y la ciudadanía, hace falta explicitar la idea de sociedad que acompaña a ciertas afirmaciones que se han vuelto lugares comunes en los discursos sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.



El reconocimiento de la multiculturalidad está reconfigurando las definiciones actuales de ciudadanía y de democracia, por lo que la educación en ciencias debe también reconfigurarse en este sentido y admitir que su verdadero significado vendrá dado en cada contexto local y concreto en que el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia tiene lugar, relativizando su propio contenido.

Dentro de contextos multiculturales se requiere de una educación científica que esté abierta al diálogo intercultural y a la pluralidad, y que lejos de inducir la creencia de que la manera de ver científica es la mejor o la única posible, aproveche la riqueza cognitiva que bien puede estar resguardada en las comunidades tradicionales a las que se pretende hacer llegar la ciencia y la tecnología en aras de mejorar sus condiciones de vida e incrementar su bienestar colectivo. Una educación en ciencias para la democracia debe comenzar por reconceptualizarse y ser ella misma democrática:

**"...Los problemas de la democracia se resuelven siempre con más democracia..." (Delich, 1998, p. 54-56).**



## **PARTE II**

# **“UN MODELO DIALÓGICO INTERCULTURAL DE EDUCACIÓN CIENTÍFICA: UNA PROPUESTA DESDE EL PLURALISMO EPISTEMOLÓGICO”**



## Capítulo 2

### ***La educación científica desde la teoría pluralista sobre la ciencia***

---

#### **2.1. Introducción**

---

En el capítulo primero describí el problema que representa conformar un significado integral de la educación en ciencias y llevarlo a la práctica en contextos multiculturales.

A nivel global, aunque los enfoques actuales sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias funcionan como un marco orientativo común que define –en abstracto- una serie de metas como las prioritarias, no se puede dejar de lado que todo proceso educativo lo es para una comunidad humana específica que lo significa –en concreto-. En este sentido, el enfoque educativo CTS puede ser útil al señalar la importancia que hoy tiene la preparación de estudiantes en cuanto a sus responsabilidades cívicas y morales en torno a la ciencia y a la tecnología, pero hace falta adecuarlo a cada contexto cultural variable en los valores, necesidades y problemas que se buscan satisfacer educando científicamente a sus miembros.

Frente a las preguntas sobre qué se debe enseñar a los estudiantes de ciencias, y más aún sobre qué caracterización de la **“naturaleza de la ciencia”** es más adecuada para aproximar al alumnado a la serie de contenidos científicos y tecnológicos, en este capítulo defenderé la idea de que tales cuestiones no se pueden contestar *a priori* y de forma universal o absoluta, porque desde una perspectiva pluralista sobre el conocimiento y sobre la **ciencia misma, no existe una filosofía o concepción sobre la “naturaleza de la**

ciencia" dada que resulte mejor o más conveniente que otra, sin un apego a valores.

Desde el pluralismo epistemológico no hay un único conjunto fijo de fines legítimos y universales a perseguir, sino fines, valores y reglas relativos a un contexto cultural que hacen de la pluralidad misma un rasgo constitutivo de la ciencia.

Este pluralismo se encuentra en la base del reconocimiento de la otredad y de la diferencia; es fundamento de la noción de multiculturalismo<sup>1</sup> y se puede extender hacia la comprensión, no sólo de la ciencia, de la filosofía y de las culturas, sino también del concepto mismo de educación en ciencias.

Dentro del enfoque del pluralismo se relativizan las formas de conocimiento, por lo que una de sus consecuencias es hacer posible la existencia de una pluralidad de mundos distintos. El mundo derivado de la visión científica, desde esta perspectiva, no es el único ni tampoco el mejor de los mundos posibles.

La relativización conceptual y epistemológica que acompaña al pluralismo como posición filosófica no puede, sin embargo, tener lugar sin ningún límite o restricción que frene el aislamiento o el escepticismo extremo en el que se puede caer si se sostiene un relativismo excesivo.

La posibilidad de interacción dialógica representa, en este sentido, el freno del relativismo extremo, pues en el intercambio entre culturas y formas distintas de conocimiento yace un acervo fructífero de construcción y reconstrucción crítica de una realidad independiente y a la vez dependiente de nuestros esquemas conceptuales.

**Relativizar la concepción sobre la "naturaleza de la ciencia" permite** relativizar también el concepto de educación científica, pero desde el enfoque pluralista que aquí desarrollo, la relativización propuesta tiene lugar dentro de ciertos límites que no admiten absolutismos y que, por el contrario, reconocen

---

<sup>1</sup> Se usa el término "multiculturalismo" para distinguirlo del de "multiculturalidad". La multiculturalidad afirma la diversidad cultural como una realidad, la acepta como algo existente, como una situación que efectivamente ocurre. En lo que toca al multiculturalismo, se trata, como discute Hernández (2007), de un concepto normativo, y no sólo descriptivo como el anterior; es decir, el multiculturalismo alude a un proyecto de modificación y creación de políticas públicas para la gestión de la pluralidad de culturas dentro de un mismo contexto.

la diversidad axiológica cuando se habla ya sea de filosofía, de ciencia, de naturaleza de la ciencia o de educación científica.

En la primera sección de este capítulo presentaré una caracterización del pluralismo orientativo desarrollado por Nicholas Rescher para explicar la inagotable diversidad filosófica.

Con las bases de este pluralismo presentaré las características de una teoría pluralista sobre la ciencia como la desarrollada por León Olivé, la cual permite entre otras cosas, explicar la diversidad de posiciones filosóficas sobre la ciencia.

A partir del planteamiento de las bases del pluralismo sobre la ciencia y sobre la filosofía, en las siguientes secciones propondré que es posible reinterpretar el significado de la educación científica si se relativiza el conocimiento científico como una forma más de conocimiento que no es, *por sí misma y en abstracto*, mejor o superior a otras maneras de aproximarse y entender el mundo. Esto es de particular importancia si pensamos en la problemática de marginación y exclusión que viven muchas de las comunidades indígenas en México.

La relativización moderada del saber científico y de la filosofía de la ciencia que acompaña a la posición pluralista, impacta en la manera de entender la noción de educación en ciencias porque abre el espacio para el diálogo intercultural dentro del proceso educativo.

Si existen múltiples interpretaciones del mundo, la educación en general, y la educación en ciencias en particular, no pueden pasar por alto este hecho, pues de ignorarlo se correría el riesgo de entender al proceso educativo sobre la ciencia como una forma de homogeneización cultural autoritaria, impuesta sobre los pueblos que constituyen a las naciones.

En países multiculturales como México, dentro de los sistemas educativos no se pueden tratar de forma marginal algunas formas tradicionales<sup>2</sup> de conocimiento y privilegiar ciegamente una visión científica sin precisar las razones para hacerlo. Así, mediante el pluralismo epistemológico como herramienta metodológica propongo sentar las bases para la

---

<sup>2</sup> De *trado*, entregar, el término "tradicional" hace alusión a lo que unas generaciones transmiten para su conservación a las siguientes para llegar hasta nuestros días.

construcción de un modelo educativo sobre la ciencia que, adecuado a la realidad multicultural de nuestro país, respete sus múltiples identidades culturales.

---

## **2.2. Del pluralismo orientativo en filosofía al pluralismo epistemológico en la ciencia**

---

### **2.2.1. El pluralismo como un aspecto inevitable de la filosofía**

Preocupados por la concepción sobre la "naturaleza de la ciencia" que debería enseñarse a los estudiantes de ciencias, autores como Gil y Vilches (2004) y Acevedo, Vázquez y otros (2005) reconocen el tamaño y la complejidad de esta tarea en tanto que, como ya han afirmado, "ni los filósofos se ponen de acuerdo".

Precisamente con dicha frase, Nicholas Rescher comienza su libro "*La lucha de los sistemas*". En éste, Rescher argumenta que la causa del desacuerdo filosófico se halla en el desacuerdo respecto a los valores que fijan los estándares en cuyos términos los filósofos sostienen sus posiciones fundamentales, y concluye afirmando que *un pluralismo orientativo prevalecerá en filosofía, como un rasgo constitutivo de ésta*.

Lo que explica la inevitable lucha de los sistemas filosóficos es resultado de considerar a estos sistemas como artefactos ligados al tiempo y condicionados a una posición en la que representan únicamente una alternativa entre otras. Al ser inalcanzable el consenso entre sistemas filosóficos, éste deja de ser una meta razonable para la filosofía.

Para Rescher el fundamento último de la discordia filosófica debe buscarse:

*"en la estructura de la indagación filosófica misma [pues] es un hecho de la vida, un aspecto intrínseco e inevitable de la filosofía como disciplina intelectual..."* (Rescher, 1995, p. 18, paréntesis mío, cursivas del autor).

Así, Rescher defiende la insostenibilidad del ideal platónico del filósofo (que aseguraba la posibilidad de tener "todas las respuestas" y de poseer una



concepción intelectual de la verdad real, aprehensible por y convincente para todas las mentes adecuadamente preparadas), para dar fin a la lucha de los sistemas. La aspiración de producir algo absoluto, definitivo y universal, así como la solución fija y última de los problemas filosóficos están lejos del alcance humano. Incluso la idea misma de que nunca existirá un acuerdo filosófico lleva a admitir que ***la pluralidad y la discordia son inherentes a la tarea filosófica.***

La elaboración de tesis limitadas, racionalmente válidas para aquellos que comparten una cierta orientación axiológica es la posición que Rescher defiende a lo largo de su obra. El pluralismo filosófico es una cualidad permanente que no desacredita, deslegitima o socava la validez del trabajo del filósofo, sino que por el contrario ***permite explicar la multiplicidad de posiciones en el entendimiento del mundo.***

Ante aparentemente “los mismos problemas” hay aproximaciones diferentes que han ido definiendo las historias de la filosofía, por lo que toda posición filosófica tiene siempre rivales que están en desacuerdo con ella.

El pluralismo es así, una característica necesaria de la filosofía **profundamente enraizada en su llamada “naturaleza aporética”<sup>3</sup>.**

Cuando demasiadas tesis rivales entre sí luchan por la aprobación y aceptación, [que es justamente el estado común en la filosofía, el ímpetu normal de la reflexión filosófica] entonces las exigencias de la consistencia **llaman al “sacrificio de algo”. Uno tiene que elegir. El asunto es siempre la elección entre alternativas donde el filósofo está obligado a abandonar algo que parece probablemente verdadero y de lo que puede decir mucho a su favor. Pero en filosofía no se buscan sólo respuestas, sino aquellas respuestas que puedan satisfacer ciertos estándares proporcionados por la razón.**

Enfrentarse a un grupo aporético es una invitación al conflicto. Implica lidiar con una pluralidad de soluciones posibles, en donde cada solución presenta una posición distinta:

---

<sup>3</sup> Para Rescher un grupo aporético es una familia de tesis filosóficamente relevantes, de tal tipo que: 1) hasta donde llegan los hechos conocidos, hay buena razón para aceptarlas todas; pero, 2) tomadas juntas, son mutuamente incompatibles. No pueden todas ser correctas, pero son todas razonablemente verdaderas, todas aparentemente aceptables y hasta cierto punto atractivas (Rescher, 1995, p. 36). En tales casos algo debe ser desechado, pues estas tesis posibles no pueden ser sostenidas en el agregado.

**"... una morada intelectual que alguien atrapado en la aporía subyacente puede escoger para habitar..." (Rescher, 1995, p. 43).**

No obstante, es necesario dejar claro que la existencia de soluciones diversas puede no dirigirse o atender necesariamente a **"los mismos problemas"**.

Rescher precisa cómo es que algunos teóricos han argumentado que las doctrinas filosóficas en conflicto representan posiciones que son inconmensurables, en tanto que no pueden ser comparadas entre sí, pues no existe medida común de comparación que pueda establecerse entre ellas.

Sin embargo, si concepciones distintas no se pudieran comparar, entonces, no podrían estar en acuerdo y tampoco en desacuerdo:

**"...Las tesis filosóficas surgen (solamente) en un contexto y no pueden ser arrancadas de sus respectivos contextos sin una distorsión que las vicia. No hay y no puede haber contextos universales, omniincluyentes: todos los contextos son específicos de una situación..." (Rescher, 1995, p. 51).**

Sostener la creencia en una inconmensurabilidad radical implica que no hay posibilidad de que exista una base ajena a todas las posiciones rivales para hacer una comparación o un contraste. De este modo, posiciones filosóficas rivales ocuparían distintos mundos de pensamiento separados y desconectados y los filósofos a través de las generaciones hablarían de cuestiones totalmente disímiles porque ocuparían mundos de vida totalmente diferentes.

En contraste con esta situación, el pluralismo de Rescher, por su parte, no comparte esta idea de inconmensurabilidad radical, y en su lugar sostiene una evolución de la filosofía como el desarrollo de soluciones rivales a problemas compartidos.

La posibilidad de poner en contacto diversas posiciones filosóficas las vuelve accesibles al presente, y rompe con el problema **"autodestructivo"** de la incompreensión mutua<sup>4</sup>.

Las comparaciones son posibles y dan lugar al acuerdo, pero también al desacuerdo. Toda comparación para Rescher (1995, p. 56) se hace:

***"...dentro del marco de nuestras propias construcciones e interpretaciones de las distintas posiciones filosóficas..."***

---

<sup>4</sup> En ese sentido Rescher comparte con Thomas Kuhn el principio de inteligibilidad universal que permite la comparación local, y no punto por punto (Pérez-Ransanz, 1999).

Toda base de evaluación se sitúa en un momento histórico y es cambiante y revisable. Aunque no se pueda llegar a soluciones universales, perfectas y definitivas, esto no es razón para dejar de esforzarse y hacer las cosas lo mejor posible<sup>5</sup>. La imposibilidad de llegar a acuerdos universales y totalitarios en filosofía hacen que siempre exista en la reflexión filosófica una necesidad de refinar conceptos porque:

**"...cualquier posición filosófica dada, en cualquier estado particular de su desarrollo, encontrará inconsistencias si se la desarrolla más..."** (Rescher, 1995, p. 118).

Una posición filosófica no permanece sin ser discutida y sin generar posiciones rivales. No se puede lograr la coherencia total. Siempre hay algo más que puede ser dicho, ya que el resultado de cualquier elección no es único, ni permanente, ni universal.

El pluralismo que defiende Rescher sostiene de esta manera, que en la elección entre posiciones filosóficas alternativas, la lógica y el razonamiento riguroso no bastan. Las tesis en cuestión se evalúan de acuerdo a determinadas medidas de valor. Los argumentos para elegir una alternativa filosófica se desarrollan sobre la base de una orientación de valores cognoscitivos.

La evaluación es, pues, *una cuestión de orientación o perspectiva*:

**"...es una cuestión de nuestra aproximación a los hechos, de la luz en que proponemos verlos... Y esto es una función de nuestros "intereses"... (lo que consideramos significativo y beneficioso para nuestras preocupaciones)..."** (Rescher, 1995, p. 145).

De aquí que el pluralismo de Rescher sea llamado *pluralismo orientativo*, una posición que sostiene que las posiciones filosóficas dependen de diversas concepciones concernientes a asuntos de valor cognoscitivo (Rescher, 1995).

---

<sup>5</sup> Rescher (1995, p.67) afirma: "...la oscura sombra de la inconsistencia siempre cubre algunas partes de la escena que nuestras investigaciones filosóficas buscan iluminar...". El "sacrificio de algo" implica reconocer que no se pueden tener ni aceptar todas las respuestas posibles, alude a lo lacanianamente imperfecto, jamás lleno, ni pleno, ni totalitario. Aún cuando en las elecciones que realicemos no podamos alcanzar la perfección, podemos arreglárnoslas para obtener logros de niveles cada vez más altos: "...nada de lo que podemos crear en este mundo es perfecto y nada que realicemos durará para siempre..." (Rescher, 1995, p. 92).

Las orientaciones dentro de esta posición no son necesariamente fijas e inmutables, en tanto que los valores no son propiedades que se descubren preexistentes en las cosas, sino características imputadas a ellas a la luz de tales o cuales intereses.

Dentro del esquema de Rescher, un valor no está inherentemente en las cosas, sino que se halla en el ojo del observador. Todos los valores, incluidos los cognoscitivos, trascienden los asuntos de información para involucrar un elemento de decisión y de acción, o sea, de toma de posición.

Los valores no son cuestión de observación pasiva de hechos impersonales, sino de un involucramiento activo en los asuntos del mundo. Surgen del juicio humano individual basado en un trasfondo individual de experiencia en donde operan diferentes determinantes causales que varían a través de los contextos específicos<sup>6</sup> (Rescher, 1995).

Los valores juegan un papel decisivo en la filosofía, tal y como Rescher la caracteriza porque adoptar una alternativa filosófica implica una elección racional dependiente de una orientación evaluativa; ***todo argumento a favor o en contra de una posición se hace siempre desde un punto de vista.***

Una orientación en términos de valores cognoscitivos no es, para Rescher, un algoritmo para producir soluciones a problemas filosóficos, sino que define las restricciones mismas de lo que podría contar como una solución aceptable.

El proceso de evaluación en filosofía ha mostrado, pues, que no hay modo universal y aporoblemático de determinar cuán buenas son las buenas razones para sostener ciertas tesis, y la argumentación filosófica, por lo tanto, no es concluyente y no puede garantizar una posición única. ***La provisión de buenas razones involucra una apelación a valores.*** No hay una posición

---

<sup>6</sup> Para Frondizi (1958) un valor no tiene que ser necesariamente objetivo o subjetivo, sino que es el resultado de una relación o tensión entre el sujeto y el objeto. El carácter de los valores es relacional. Éstos tienen existencia y sentido sólo dentro de una situación concreta y determinada. De acuerdo con Olivé (2000), los valores no son entidades trascendentes al mundo humano, sino que se refieren a entidades, estados de cosas y acciones que las personas consideran valiosos. Los valores no funcionan como reglas mecánicas y automáticas en su aplicación, sino como máximas o principios que guían una elección. Condicionan, pero no determinan las elecciones. Ni el sentido, ni el peso relativo de los valores son, por lo tanto, unívocos.

ventajosa externa a partir de la cual se valore la solidez de una argumentación.

Cabe aclarar que adoptar la visión del pluralismo orientativo no equivale, sin embargo, a entender al conocimiento filosófico como un juego de meras opiniones, en cuanto a que no ser concluyente no significa la ausencia total de exigencias de juicio fundadas en valores. El pluralismo orientativo de Rescher puede ser una forma de relativismo pero no de indiferentismo, pues en la elección opera la deliberación racional. La relatividad, por lo tanto, no es equivalente a la subjetividad del gusto arbitrario. El pluralismo, en este sentido, únicamente señala el acceso restringido y dependiente de toda perspectiva evaluativa.

Desde el pluralismo orientativo se pueden considerar a las distintas posiciones alternativas en un mismo plano, con igual mérito y con un mismo estatus de validez, pero sólo desde una posición de valores sostenidos. Las orientaciones distintas hacen que una alternativa resulte mejor que otra siempre con referencia a ciertos estándares y normas.

El hecho de que todas las posiciones rivales se consideren con el mismo mérito no tiene el mismo significado en la teoría pluralista que en el absolutismo objetivista, pues no todas son igualmente sostenibles. Así, una orientación evaluativa puede ser criticada desde el punto de vista de otra posición evaluativa.

La comprensión y el respeto de los valores de otros son posibles y apropiados. Comprender, y hasta apreciar, las posiciones de otros significa considerarlas dignas de atención, aunque no necesariamente de igual crédito. Entenderlas no es sinónimo de adoptarlas, de aceptarlas o de estar de acuerdo con ellas.

***La diversidad de valores es la base de la explicación de la inagotable lucha de los sistemas, de la pluralidad y del desacuerdo filosófico;*** desacuerdo que es racional en tanto variables son las bases del juicio y los valores apuntando hacia una u otra solución. Los problemas filosóficos siempre admiten diversas soluciones, así como la argumentación filosófica admite diferentes resultados.

El pluralismo orientativo no se limita al reconocimiento de la existencia de diferentes sistemas de valores, de diversas perspectivas probatorias relativas a las tesis alternativas en conflicto, sino que admite el hecho de que *diferentes posiciones pueden ser aprobadas como soluciones racionales según ciertos estándares.*

*Toda evaluación implica así, una toma de posición en la que subyacen valores, porque no hay una base absoluta y neutral valorativa para resolver los conflictos en filosofía.* Si razonar acerca de valores se hace siempre desde una base comprometida con valores, entonces una posición absolutamente correcta dependerá de una orientación absolutamente correcta, pues una es función de la otra.

En síntesis, de acuerdo con Rescher (1995, p. 252), el pluralismo orientativo en filosofía se fundamenta en dos proposiciones:

1. Una posición filosófica sólo puede ser validada desde la perspectiva de una orientación de valores cognoscitivos.
2. La afirmación de que una orientación particular amerita adopción es ella misma una posición filosófica.

La lucha de los sistemas es, entonces, interminable y en ella cada posición refleja los valores sostenidos.

*¿Por qué resulta importante presentar el pluralismo desarrollado por Rescher como parte de la argumentación con la que pretendo sostener la necesaria relativización del concepto de educación científica?* Por varias razones.

En el siglo XX se logró comprender que hay diversas maneras para conocer el mundo y para actuar en él, y que todas estas vías pueden resultar legítimas y eficientes desde ciertos puntos de vista. La pluralidad de orientaciones y de valores que condicionan las visiones del mundo comenzó a ser fuertemente reconocida.

Así, el pluralismo orientativo de Rescher fue (y sigue siendo) extrapolable a otras entidades que generan conocimiento, entre ellas, por ejemplo, la ciencia.

Una ciencia libre de valores, lo mismo que una filosofía neutral, no es más que un espejismo. La ciencia, al igual que la filosofía, aspira hacia algo absoluto, definitivo, y sin embargo, no produce más que lo mejor que se puede hacer en cada etapa particular de desarrollo científico.

La ciencia no es ajena a los intereses, valores y pasiones de los seres humanos, sino:

**"...un organismo dinámico** compuesto por prácticas, acciones e instituciones orientadas hacia el logro de fines, en función de deseos, intereses y valores que orientan la toma de decisiones y la búsqueda de medios para la realización de **ciertos estados de las cosas..."** (Olivé, 2000, p. 87).

El análisis de muchas controversias científicas y del desarrollo de la ciencia a través de la historia, ha dejado claro que no existe un único conjunto incontrovertible de criterios de decisión, ni siquiera en un mismo momento histórico determinado (Olivé, 1999b; 2000). El conflicto y las controversias son elementos indispensables de la racionalidad y el progreso científicos.

Tanto el desarrollo científico, como el filosófico, están dados por una diversidad de puntos de vista que entran en conflicto; por discordias que nunca alcanzarán acuerdos totales sobre los presupuestos, orientaciones e implicaciones de una u otra posición alternativa.

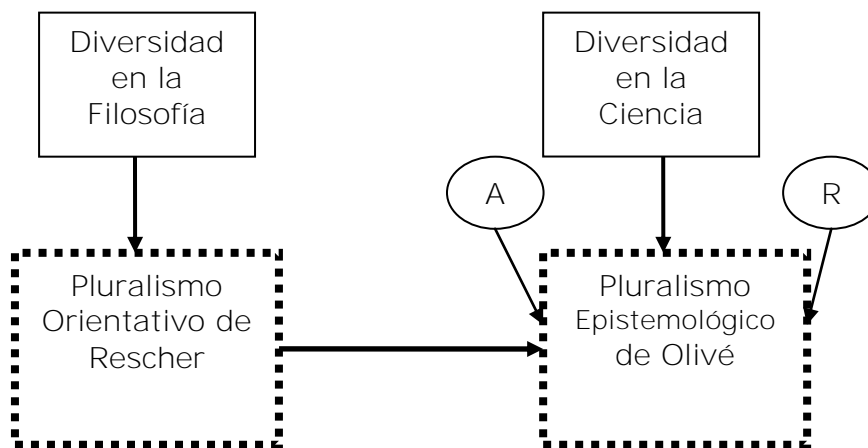
La evaluación y la elección racional de teorías rivales, tanto sobre la filosofía como sobre la ciencia, es siempre comparativa, y se da dentro de un contexto plural y en función de valores que generalmente van más allá de lo epistémico.

La racionalidad científica no es algorítmica y no conduce a una única respuesta en la que deben coincidir todos los seres humanos. La ciencia se enfrenta también a diferentes puntos de vista en rivalidad; a controversias en las que raramente se logrará el acuerdo completo entre las partes (Olivé, 2000).

Tanto en la ciencia, como en la filosofía, ya no se puede sostener la concepción absolutista de la racionalidad (Olivé, 2000) porque no existe un conjunto fijo de reglas que se puedan aplicar automáticamente para obtener una conclusión única y universalmente válida.

No obstante, como señala Olivé, abandonar una concepción absolutista de la razón no debe confundirse con la aceptación de un relativismo extremo que afirma que "todo está permitido" y que no se puede criticar otro punto de vista más allá de cada grupo, porque los criterios para juzgar su validez son siempre relativos a cada cultura.

Como lo muestra el Esquema 1, entre los extremos absolutista y relativista, Olivé (2000) coloca a la posición pluralista sobre la ciencia, la cual encuentra su análogo precisamente en un pluralismo orientativo desarrollado para el quehacer filosófico, como el de Rescher.



**Esquema 1.** Pluralismos análogos desarrollados para explicar el progreso y la diversidad filosófica y científica en función de las dimensiones valorativas implicadas en los procesos de racionalidad. Estos pluralismos se ubican entre los extremos absolutistas (A) y relativistas (R).

De acuerdo con Olivé (2000, p. 121-122), el pluralismo epistemológico reconoce que la capacidad que hemos llamado razón es común a todos los seres humanos, y que dicha capacidad consiste en aprender y usar un lenguaje, tener representaciones del mundo, plantearse fines y elegir entre medios posibles para obtenerlos, así como, analizar fines, argumentos, valores y normas con base en razones. Pero a diferencia del absolutismo, *el pluralismo no considera que al ejercer su capacidad de razonar todos los seres humanos coincidirán necesariamente en las mismas normas dando lugar a la universalidad de resultados.*



*La propuesta del pluralismo epistemológico es que ningún concepto tiene un significado absoluto y que ningún significado está dado por una teoría trascendente a todo grupo humano.*

La relatividad conceptual asociada al pluralismo no significa que los conceptos tengan sentido sólo en relación con cada grupo humano particular, sino que los significados de los conceptos dependen de acuerdos básicos que establecen los grupos humanos al interactuar, ejerciendo su capacidad de razón y diálogo.

Como lo ha hecho notar Olivé, *no hay condiciones fijas e inmutables que caractericen eternamente a la ciencia*. Así como las teorías científicas cambian de una época a otra, también cambian los métodos, los fines y los valores que guían la investigación científica. *Igualmente los valores que regulan las acciones de los seres humanos varían de un contexto a otro y de una época a otra* (Olivé, 2000).

Lo que caracteriza al pluralismo de Olivé, el cual desarrollaré de manera más amplia en la siguiente sección, va más allá de reconocer la existencia de una diversidad de maneras legítimas de conocer e interactuar con el mundo, sin caer en un relativismo desmedido.

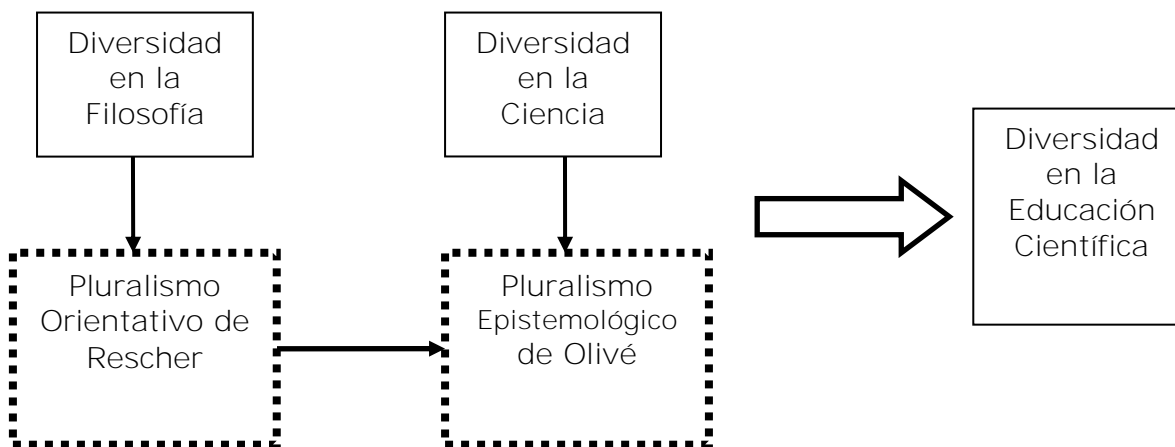
Se trata más bien de dar cuenta de la diversidad que de hecho existe y ha existido en la ciencia y en su desarrollo, pero igualmente de la pluralidad de puntos de vista *sobre* la ciencia misma. Se trata de reconocer que *no hay una única concepción sobre la naturaleza de la ciencia que resulte absoluta y universalmente correcta*:

*"...La pluralidad... -por ejemplo, en cuestiones metodológicas y axiológicas...- es un rasgo constitutivo de la ciencia..."* (Olivé, 2000, p. 132, cursivas del autor).

Dicha pluralidad constitutiva de la ciencia y de su filosofía influye, inevitablemente, en cualquier concepción que se tenga sobre la educación científica.

Así, la analogía que va desde el pluralismo en filosofía hacia el pluralismo en la ciencia, se puede ampliar hacia otros terrenos cuando, partiendo de la consideración del pluralismo constitutivo de la ciencia, se comienza a hablar de "pluralismo en la educación científica".

Se trata de tres niveles interconectados análogamente y que reconocen la relatividad debida a la pluralidad de dimensiones valorativas de cualquier posición asumida, *lo mismo en la filosofía, que en la filosofía de la ciencia, y lo mismo en la ciencia que en la educación de la ciencia* (Esquema 2).



**Esquema 2.** Continuidad de la visión pluralista llevada a distintos terrenos. La diversidad de posiciones para caracterizar lo que es la educación científica puede abordarse desde la mirada pluralista que considere la inagotable lucha de los sistemas tanto en la filosofía, como en la ciencia, como en la educación de la ciencia.

No hay significados absolutos para los conceptos, sino significados relativos a las orientaciones que les dan sentido dentro de ciertas situaciones. Por ello, no se puede defender un significado absoluto, único, correcto y universal de la educación científica, argumentando, por ejemplo, en torno a la idea de que éste ha pretendido incorporar la contextualización social del conocimiento científico, porque no hay una filosofía última, correcta y universal de la ciencia. La filosofía, como la ciencia, están en constante evolución, y su desarrollo sólo es posible por la multiplicidad inagotable de puntos de vista en conflicto.

Es necesario, pues, relativizar el concepto de educación científica haciendo una reflexión de la dimensión valorativa implicada en los distintos puntos de vista sobre la educación en ciencias. Pero esto no se puede lograr, sin antes presentar las bases que caracterizan a la teoría pluralista sobre la ciencia desarrollada por Olivé (1999a; 1999b; 2000) aludida en los párrafos anteriores.

### **2.2.2. El pluralismo como un rasgo constitutivo de la ciencia**

Como se planteó en la sección anterior, el pluralismo en la ciencia afirma que hay una amplia variedad de caminos legítimos hacia el conocimiento científico y hacia el logro de metas específicas variables, de tal manera que no se puede fijar un fin determinado como el privilegiado por la investigación científica a través de todos los tiempos.

La teoría pluralista sobre la ciencia, de acuerdo con Olivé (1999b, p. 226-227; 2000, p. 135), se puede condensar en cuatro tesis principales:

1. No hay ninguna esencia que sea constitutiva de la ciencia de una vez y para siempre.
2. En la ciencia no hay ningún conjunto fijo de fines que sean los únicos fines legítimos a perseguir; los fines varían de época en época.
3. No hay ningún conjunto fijo de reglas metodológicas que sean las únicas reglas legítimas para aplicar en la ciencia.
4. El progreso científico siempre tiene que ser evaluado de acuerdo con un conjunto específico de fines, de valores y de reglas que son relativos a algún contexto. En particular, si ha habido progreso en la ciencia *para nosotros* es algo que debemos evaluar de acuerdo con *nuestros estándares*.

Las teorías realistas, las empiristas o las pragmatistas se han comprometido con ciertos fines a los que consideran los únicos fundamentales en la ciencia. Por ejemplo, el pragmatismo defiende que el fin principal de la ciencia, y a partir del cual se puede medir el progreso científico, es la creciente resolución de problemas y de intervenciones exitosas en el mundo (Olivé, 2000).

En contraste con estas posiciones, el pluralismo rechaza la idea de la existencia de fines y valores fijos y únicos en la ciencia, lo que permite entender, de una manera más apegada a la realidad, el desarrollo de la ciencia mediante el reconocimiento de la multiplicidad de enfoques metodológicos y axiológicos legítimos y variados que se han dado en la historia. El progreso científico, dentro de un modelo pluralista, se entiende en función de un perspectivismo desde el cual se juzga el avance de la ciencia (Olivé, 2000).

Ciertamente, uno de los fines valiosos de la ciencia es y ha sido la resolución de problemas, como se destaca por ejemplo en la declaratoria de

Budapest sobre la ciencia (ver la sección 1.5. del capítulo anterior). Sin embargo, este fin no se puede privilegiar sobre otros *sin un apego a valores, porque no es ni ha sido el único fin de la ciencia y porque el progreso científico es y ha sido siempre relativo a un conjunto de fines* (Olivé, 1999b).

Una teoría pluralista sobre la ciencia supone, además, una cierta toma de posición en torno a cuestiones como: A. la racionalidad científica (entendida como el ejercicio apropiado de la razón para hacer elecciones), B. el realismo y C. la concepción de verdad.

#### A. Sobre la racionalidad:

Dentro del enfoque del pluralismo epistemológico es posible abandonar las nociones absolutistas del realismo metafísico, de racionalidad universal y de consenso racional universal (Olivé, 2000).

El rechazo a principios universales y absolutos de racionalidad epistémica se identifica muy bien dentro de los trabajos de filósofos de la ciencia tales como Thomas Kuhn y Paul Feyerabend<sup>7</sup>.

Desde el punto de vista de estos filósofos, la racionalidad de la ciencia no consiste en un sistema de principios, de reglas y de prácticas que satisfacen a cierto modelo abstracto, o a un conjunto de condiciones fijas, eternas e inmutables de racionalidad, sino que la ciencia es, ella misma, quien pone el estándar de las decisiones racionales. No hay reglas fijas que lleven a un único resultado necesario (Olivé, 1999a; 2000).

Este abandono del concepto de razón ilustrada que hace el enfoque del pluralismo, no implica sin embargo, abandonar todo concepto de razón, o favorecer irracionalmente la irracionalidad (Olivé, 1999a). Lo anterior, porque *la razón es una vía que nos orienta a hacer eficaz y exitosa nuestra acción y alcanzar así nuestros propósitos* (Villoro, 2007).

Para Rescher (1995), el abandono del absolutismo, que insiste en una única respuesta verdadera y correcta universalmente aceptada, no implica el

---

<sup>7</sup> Kuhn, T. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. FCE. México. 320 p; Kuhn, T. (1996). *La tensión esencial: estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia*. FCE. México. 380 p; Feyerabend, P. (1989). *Contra el método*. Ariel. España. 186 p.

abandono de una solución racional a los problemas que dé lugar a la admisión de una variedad **relativizada de "respuestas apropiadas según la perspectiva"**. *Cada tesis aceptada debe acompañarse de razones por las que es más adecuada que sus rivales, ya que la filosofía como la ciencia, buscan respuestas defendibles y soluciones sostenibles. El pluralismo, por lo tanto, está profundamente comprometido con la razón y la racionalidad.*

La teoría pluralista utiliza, por lo tanto, un concepto de racionalidad instrumental más amplio (Olivé, 1999b) que incluye la racionalidad de medios a fines, así como de fines mismos (puesto que hay constreñimientos acerca de los fines que son racionalmente aceptables en un cierto contexto) y en donde las evaluaciones se hacen en función de conjuntos axiológicos variables a lo largo del desarrollo científico. No plantea los fines que la ciencia debe perseguir como correctos, pero sí señala cuáles deberían abandonarse bajo ciertas circunstancias y cuáles resultan legítimos (Olivé, 2000). La racionalidad es, entonces, múltiple porque existen distintos modos razonables de lograr nuestros fines en una situación determinada, así como diversos fines también (Villoro, 2007).

#### B. Sobre la realidad:

Ligada a las concepciones de racionalidad y de verdad coherentes con el modelo pluralista sobre la ciencia desarrollado por Olivé, también está en juego la noción de realidad.

El constructivismo, del tipo defendido por filósofos como Hilary Putnam y Thomas Kuhn, fundamenta el enfoque pluralista de Olivé.

La obra de Kuhn, compatible con el constructivismo social<sup>8</sup>, trata en sentido literal de la construcción social del mundo al que se refieren las teorías científicas y con el que interactúan los científicos. Esto implica que las orientaciones y compromisos metodológicos, axiológicos, epistemológicos, etc., que definen las aproximaciones de los científicos al mundo, juegan un papel en

---

<sup>8</sup> Que afirma que los productos y las prácticas de las ciencias deben quedar sujetos al mismo tipo de análisis que se realiza sobre otros productos culturales, como los textos (Olivé, 2000).

la constitución del mundo mismo, esto es, en la constitución de los objetos reales.

El constructivismo kuhniano acepta que la confluencia de la realidad y del esquema conceptual desde el cual se trabaja, son **ambos** determinantes en la constitución del mundo<sup>9</sup>. Dicha concepción de realidad resulta coherente con el llamado realismo pragmático o interno desarrollado por Putnam (1994)<sup>10</sup>, el cual a su vez, representa una postura crítica alternativa frente al realismo metafísico<sup>11</sup>.

Para Putnam es imposible tener una visión del mundo que no esté situada en algún punto de vista específico, porque no existe ningún conjunto fijo de objetos en el mundo que sea independiente del lenguaje (Pérez-Ransanz, 1999). La noción de mundo depende de nosotros mismos<sup>12</sup> (Putnam, 1994).

Los objetos en el mundo dependen de nuestros esquemas conceptuales y éstos han cambiado a lo largo de la historia de la ciencia; no hay un

---

<sup>9</sup> Y en esto se diferencia del tipo de constructivismo sostenido por autores como Bruno Latour, el cual ha sido caracterizado como "constructivismo devastador" en tanto que argumenta que no hay ninguna contribución de una realidad independiente, sino que el mundo es un mero constructo, un completo artificio producto de los esquemas conceptuales (Olivé, 2000; Latour y Woolgar, 1986).

<sup>10</sup> El realismo interno de la teoría pluralista sobre la ciencia encuentra su análogo también en el pluralismo orientativo de Rescher (1995, p. 239-245). De acuerdo con Rescher se pueden sostener cuatro enfoques sobre la realidad, sólo uno de los cuales es compatible con su pluralismo: a) **La concepción multifacética de la realidad**: considera una realidad global con diferentes versiones, en tanto que se trata de una realidad multifacética, compleja y diversificada que muestra diferentes facetas de sí misma desde distintos puntos de partida. En este enfoque toda doctrina filosófica puede estar en lo correcto, pero sólo en un rango limitado, constituyendo sólo una parte subordinada de una caracterización completa, coherente y totalitaria de la realidad. b) **La concepción de la no realidad**: considera que no existe ninguna realidad última que caracterizar (o que ninguna realidad puede ser accesible a la investigación humana), porque no hay ningún "es" sino sólo "apariencias". c) **La concepción de una realidad única**: considera que sólo un enfoque sobre la única realidad absoluta existente está en lo correcto, y que todos los demás puntos de vista sobre ella, se equivocan. d) **La concepción perspectivista de la realidad**: supone que una y sólo una posición es apropiada desde una perspectiva dada de consideración; pero hay una variedad de perspectivas. Ninguna posición es la correcta porque no tenemos acceso a la verdad filosófica. La realidad puede o no ser multifacética, pero nuestra concepción de ella está destinada a serlo. **Esta concepción es hacia la cual se inclina el pluralismo orientativo**. En esta concepción, a diferencia de la idea multifacética de la realidad –en la que las facetas de la realidad se combinan para dar una totalidad coherente–, las perspectivas no se pueden combinar, pues desde ellas se abarca la totalidad de una realidad.

<sup>11</sup> El cual Quintanilla (en Putnam, 1994, p. 22) resume en las siguientes cuatro tesis: 1. El mundo existe independientemente de nuestros conceptos y representaciones; 2. Ese mundo objetivo e independiente tiene una estructura determinada; 3. Una representación verdadera o correcta del mundo es aquella que se refiere a objetos realmente existentes en el mundo; 4. Existe (aunque aún no la conozcamos) una imagen o representación completa del mundo objetivo tal como es en sí mismo.

<sup>12</sup> Una posición similar es la defendida por Hacking (1983) cuando afirma que la realidad está antes de cualquier representación o lenguaje humano, pero que su conceptualización como realidad es secundaria. "...La realidad puede ser una creación humana...la segunda de las creaciones humanas. La primera invención característicamente humana es la representación..." (Hacking, 1983, p. 163).

esquema conceptual único y universal y no hay manera inocente de decir que nuestras palabras representan las cosas fuera de sí mismas (Putnam, 1994).

Los esquemas conceptuales<sup>13</sup> tienen una implicación ontológica, no como intermediarios entre el mundo y nosotros, sino en la misma construcción del mundo real, (constituido este último, por objetos de conocimiento).

Al interactuar con la realidad, el sujeto constituye hechos y con ellos constituye su mundo real (Olivé, 1999a).

El realismo interno es, así, la insistencia de autores como Putnam en que el realismo mismo no es incompatible con la relatividad conceptual. Es, por decirlo de algún modo, un freno al relativismo extremo en el que podría ser interpretado el pluralismo:

**"...Se puede ser al mismo tiempo un realista y un relativista conceptual..."**  
(Putnam, 1994, p 61).

El realismo de Putnam, como afirma Quintanilla (en Putnam, 1994, p. 25) va indisolublemente unido a un cierto relativismo conceptual: ***la realidad es la realidad tal como es concebida, relativa a un esquema conceptual, aunque esta relatividad no impide distinguir entre proposiciones verdaderas y falsas.***

La tesis de la relatividad conceptual sostenida por el pluralismo, y que argumenta en contra de la interpretación única o absoluta de los conceptos, implica también la posibilidad de tener visiones del mundo con ontologías distintas en función de intereses diferentes que varían según los contextos.

La fundamentación epistemológica del enfoque pluralista descansa justamente, en la tesis de que ***la realidad "se deja" conocer de muchas maneras diferentes, pero no cualquier enunciado puede pasar por conocimiento*** (Olivé, 1999a, p.19).

El modelo pluralista sobre la ciencia de Olivé sustenta, de este modo, un tipo de constructivismo moderado –kuhniano- (Olivé, 1999a, 2000).

---

<sup>13</sup> Entendidos como conjuntos de condiciones de posibilidad para tener creencias (presupuestos lógicos, epistemológicos, metodológicos, axiológicos y metafísicos de pretensiones de saber). Son construcciones sociales que se crean y transforman como resultado de la interacción social (Olivé, 1999a) y establecen restricciones acerca de lo que es posible creer desde un punto de vista personal o desde la perspectiva de una comunidad. En los esquemas conceptuales, pues, se encuentra algo más que lenguajes; hay reglas de inferencia, valores, normas metodológicas, creencias sustantivas, casos ejemplares, que condicionan las conceptualizaciones y las acciones posibles (Olivé, 1992). **En un sentido más amplio constituyen "lógicas de pensamiento"**.

Las siguientes dos tesis constructivistas explicitadas por Olivé (2000, p. 175-176) son las que hacen posible la diversidad de vías de acceso a la realidad defendidas por la teoría pluralista sobre la ciencia:

1) Tesis ontológica del constructivismo: lo que es un objeto, o un hecho, tanto como lo que cuenta como objeto o como hecho, depende, siempre (aunque no únicamente) del marco conceptual desde el cual se trabaja. Los objetos y fenómenos no tienen una existencia independiente de los marcos conceptuales, porque éstos hacen una contribución decisiva a la constitución del mundo. Esto implica enfatizar el papel de los presupuestos conceptuales de los sujetos en la constitución de los objetos reales, aunque la realidad misma sea también determinante para el contenido de las representaciones científicas, pues impone restricciones.

2) Tesis epistemológica del constructivismo: el conocimiento científico depende de, y está fuertemente constreñido por la realidad, por un lado, y por los recursos conceptuales y metodológicos disponibles por los sujetos, por el otro.

Aunque el constructivista moderado acepta que existe una realidad estructurada independientemente de todo esquema conceptual, hace hincapié en que los hechos y los objetos existen en virtud, *conjuntamente, de la realidad independiente y de los esquemas conceptuales que se desarrollan de manera colectiva, por medio de la socialización dentro de una cultura*. La realidad impone límites a lo que se puede creer y hacer, y el acceso a ella siempre se hace desde una perspectiva.

Esta conjunción en la constitución del mundo queda explícita en la noción internalista de *objeto como producto de la mente y del mundo*, en donde la mente y el mundo hacen conjuntamente a la mente y al mundo. Los objetos no son ni invenciones libres de la mente -sin un sustrato independiente y sin ciertas restricciones-, pero tampoco cosas externas, dadas por sí mismas con atributos intrínsecos (Putnam, 1994, p. 39; Pérez-Ránsanz, 1999, p. 211).

Para el enfoque pluralista, *las representaciones de la realidad necesariamente se hacen desde cierto punto de vista, con intereses y propósitos específicos, y no hay razones para creer que deban converger en una representación única. El pluralismo rechaza la idea de que exista, de hecho o potencialmente, una única representación completa y verdadera de la*



*realidad a la cual deban acceder todos los seres humanos, ni siquiera a largo plazo, sea cual sea la cultura o la comunidad epistémica a la que pertenezcan* (Olivé, 1999a; Feyerabend, 1970; Putnam, 1994).

### C. Sobre la verdad:

La concepción internalista de Putnam (1994), fundamento de la teoría pluralista sobre la ciencia, lo lleva a entender a la verdad como “aceptabilidad racional” dependiente de las razones que los sujetos tengan para aceptarla, (esto es, coherencia de nuestras creencias entre sí y con nuestras experiencias tal y como esas experiencias son representadas en nuestro sistema de creencias).

Como parte de la teoría pluralista sobre la ciencia, Olivé (2000) agrega a la concepción de Putnam la precisión de entender a la verdad como aceptabilidad racional en condiciones epistémicas óptimas (que prevalecen aquí y ahora como ideales) y como adecuación con la realidad, de tal manera, **que es posible aceptar que las proposiciones de la ciencia “alcanzan a la realidad”** -(una realidad en parte dependiente de los esquemas conceptuales a partir de los cuales uno se aproxima)-. La verdad no puede entenderse, entonces, como consenso universal racional, sino como ***consenso racional situado***<sup>14</sup>, en donde el éxito se mide por la adecuación de la práctica al mundo real que un sujeto comparte con otros dentro de su comunidad, y donde el espacio de las razones es finito y estructurado.

Entender la verdad como aceptabilidad racional en condiciones epistémicas óptimas<sup>15</sup> es, dentro del enfoque pluralista, lo que permite que sea **posible la pretensión humana de “alcanzar la realidad” para intervenir sobre ella**, con un alto grado de acierto, y también que se pueda discriminar entre los

---

<sup>14</sup> En tanto que para quienes resulta aceptable es para los miembros de la comunidad epistémica pertinente –adecuadamente situados y con los recursos apropiados para juzgar (con el instrumental conceptual y metodológico que tengan al alcance)-. Siguiendo a Villoro: “... una razón es objetivamente suficiente si es suficiente para cualquier sujeto de la comunidad epistémica pertinente que la considera... una persona puede ser sujeto epistémico pertinente con relación a ciertos saberes y creencias y no serlo con relación a otros... Las comunidades epistémicas están condicionadas tanto en el espacio como en el tiempo... históricamente condicionadas, pertinentes para juzgar el saber de su época...” (1982, p. 148-49).

<sup>15</sup> Rorty, R. y J. Habermas. (2007). *Sobre la verdad: ¿validez universal o justificación?*. Amorrortu editores. Argentina. 164 p.

casos fallidos y de éxito en las acciones emprendidas<sup>16</sup>: ***tenemos conocimiento cuando nuestra acción corresponde con la realidad*** (Villoro, 1982).

Así, una de las propiedades del conocimiento, a diferencia de la mera creencia, es precisamente, el asegurar con firmeza el acierto de nuestras creencias (Villoro, 1982).

El conocimiento es una guía de la práctica, firmemente asegurada en razones –que garantizan al sujeto el acierto de su acción en el mundo–, y esto quiere decir que el saber no existe al margen de los agentes porque los motivos para conocer son eminentemente prácticos, de orientación acertada de las acciones y de anclaje de los sujetos a la realidad.

Una práctica es acertada, exitosa, porque la creencia que la guía es verdadera; en esa medida, la práctica funge como señal o criterio de la verdad de la creencia.

Es por ello que dentro del enfoque pluralista no se puede reducir el conocimiento válido al saber de la ciencia, porque ésta es sólo una de las formas de conocimiento:

**“...frente al saber científico, la mayoría orienta su vida por otras formas de conocimiento...” (Villoro, 1982, p 21).**

Así se puede entender la legitimidad de los conocimientos tradicionales generados por las comunidades indígenas de nuestro país, para los que, aun cuando no se puede apelar a una tradición científica para reconocer su validez, el hecho de que funcionan exitosamente en la realidad permite sostener la confiabilidad depositada en ellos para llevar a cabo ciertas acciones de manera exitosa. En este sentido, la demarcación entre científico-no científico se vuelve menos relevante que la distinción entre saber confiable-no confiable; son los agentes y sus prácticas quienes le atribuyen el valor o la utilidad o la legitimidad a una creencia, justificando su verdad.

Recapitulando, el enfoque pluralista sobre la ciencia requiere comprometerse con una concepción no absolutista de la verdad, de la realidad y de la

---

<sup>16</sup> El papel central de la ciencia moderna en los tiempos actuales se debe en parte al éxito ligado a ella como razón para hacer lo que es más probable que funcione –pues lo que es probable es posible, y hasta razonable– (Putnam, 1994).

racionalidad porque, por un lado, *reconoce que el saber está ligado a la realidad, pero por el otro, admite también que el saber proviene de la inevitable pluralidad de formas de acceder al mundo y tener éxito en la acción.*

En virtud de la diversidad de principios que establecen lo que significa comportarse racionalmente en cada contexto de interacción humana, decidir quién tiene la razón ante un conflicto en ciencia, en filosofía, o en algún otro terreno del pensamiento humano, no pondrá fin a todas las cuestiones sobre el conocimiento; la diversidad es el inagotable e indispensable principio del desarrollo del saber humano (Putnam, 1994).

El pluralismo, como una manera de relativizar el saber de la ciencia, se enfrenta al reto de la diversidad de visiones sobre el mundo sostenidas por las múltiples culturas que constituyen nuestro entorno; una riqueza cultural genuina que se debe aprender a valorar.

La relatividad conceptual, y por ende cultural, aceptable dentro del enfoque pluralista, no frena el proceso de desarrollo y transformación de sus tesis más básicas, pero tampoco obliga a la identificación del pluralismo con aquel relativismo que desemboca en el aislamiento conceptual carente de toda posibilidad de crítica.

La deliberación racional a través del diálogo surge así, como una necesidad vinculada al enfoque pluralista para distinguirlo del relativista. El modelo pluralista en consecuencia puede servir como base del estudio y del reconocimiento de la multiculturalidad. De aquí que la teoría pluralista sobre la ciencia tenga también implicaciones sobre las concepciones de la educación científica.

Antes de llevar la discusión hacia ese terreno, propongo explorar, en la siguiente sección, algunos de los aspectos que caracterizan a la compleja relación que guarda el relativismo con el pluralismo, a fin de realizar algunas precisiones indispensables para su distinción.

---

### 2.3. Pluralismo y relativismo: una distinción evaluativa

---

A lo largo de las secciones anteriores he presentado algunas de las características básicas del pluralismo desarrollado por Rescher y de la teoría pluralista sobre la ciencia elaborada por Olivé, con el fin de sentar los principios a partir de los cuales considero que es posible reconceptualizar el significado de la educación científica dentro de contextos multiculturales.

De entre los rasgos del pluralismo destacan los citados en Olivé, 2000, p. 194:

- a) La legitimidad de la diversidad en el proceder, ante situaciones cognitivas, evaluativas y prácticas.
- b) La disonancia restringida, en tanto que debería prevalecer la armonía y la interacción constructiva en todo sistema social.
- c) La aceptación de las diferencias culturales, en beneficio de todos.
- d) El respeto por la autonomía de los otros, que no se identifica con la idea de **“tolerarlos”, sino de concederles el derecho a seguir su propio camino.**

El reconocimiento explícito de la diversidad de puntos de vista legítimos puede conducir, sin embargo, fácilmente a la identificación del pluralismo con la posición relativista, sobre todo en los tiempos actuales, en los que el relativismo se ha convertido en uno de los temas fundamentales de la filosofía (y no sólo de ésta).

En la actualidad, las normas absolutas, la idea de racionalidad occidental como forma más elevada de autorrealización humana, las prácticas científicas, **todo**, incluyendo la filosofía misma, de acuerdo con Dascal (1992a) parece estar relativizándose a la cultura.

Aunque algunos autores identifican al relativismo con la posmodernidad (se pueden consultar algunas reflexiones al respecto en Buenfil, 2004), el relativismo es tan sólo un rasgo del llamado horizonte posmoderno.

Buenfil (2004) caracteriza al horizonte de la posmodernidad como la erosión de los absolutos heredados de la modernidad y el reconocimiento del carácter relacional de los valores de verdad y validez del conocimiento científico.

La posmodernidad, siguiendo a Buenfil, reafirma la importancia de lo parcial, lo específico y lo contingente; va en contra de todo mito fundamentalista y esencialista ante la ausencia de significados con estatus trascendentales y transhistóricos. El abandono de certezas últimas promueve, a su vez, la proliferación de múltiples intervenciones tendientes hacia la construcción de la realidad, en la que los significados dependen de los contextos discursivos en que se ubican<sup>17</sup>, lo que en sentido más amplio significa, que los significados dependen de los distintos esquemas conceptuales.

Si bien es cierto que en la divergencia de esquemas conceptuales inicia la diversidad cultural (Olivé, 1992), también surgen los riesgos de caer en un situacionismo extremo.

El relativismo cultural -que no determinismo- plantea nuevos retos a la práctica filosófica y científica, pues encierra los peligros de incomunicabilidad intercultural y de que, si cada cultura es válida, entonces **“todo vale”** y es imposible detener a aquellas culturas que tienen como propio destruir (**“válidamente”**) a las otras (Salcedo, 2000).

En este contexto, el pluralismo emerge como un intento de evitar este relativismo desmedido, pero sin caer en el absolutismo.

La posición absolutista y universalista de la racionalidad única, y de los criterios para evaluar pretensiones de conocimiento, supone que si los seres humanos se comportan racionalmente, deben llegar a las mismas conclusiones y ejecutar las mismas acciones en circunstancias semejantes, y que quienes no se comportan así están equivocados y deben ser corregidos. La reacción radical contraria ante esto, la posición relativista, sostiene que lo que cuenta como racional depende de cada cultura. Esta posición relativista sustenta cierto tipo

---

<sup>17</sup> “... Por posmodernidad aludo a la condición de inteligibilidad que se produce en la articulación de aquellas líneas que tienden al cuestionamiento, debilitamiento, sacudimiento y erosión, desde diferentes campos (i.e. ciencias, estética, ética, política, filosofía, etc) del carácter absoluto, universal de las bases del pensamiento moderno... Es el reconocimiento del carácter relacional, flotante, múltiple, abierto e incompleto de las configuraciones sociales; la imposibilidad de establecer un fundamento último y universal...” (Buenfil, 2004, p. 22, 61). De Alba (2004, p. 134) por su parte, caracteriza al horizonte de la posmodernidad por: a) la resistencia a integrarse en un cuadro conceptual sistemático y coherente; b) el reconocimiento de una red de mundos heterogéneos; c) el redescubrimiento de la contingencia y de la diferencia; d) el fin de los grandes horizontes, de la universalidad etnocéntrica y la historia teleológica; y, e) el fin de la racionalidad fincada en los terrenos de la verdad definitiva.

de multiculturalismo, según el cual, la comprensión y la evaluación de creencias y acciones debe hacerse por referencia a los criterios aceptables para los miembros de cada cultura (Olivé, 1999a, p. 32-33).

En el pluralismo se reconoce una diversidad de puntos de vista legítimos, y también se introduce la posibilidad de que miembros de diversas culturas se interpreten y comprendan unos a otros, a pesar de la pluralidad de creencias y valores.

La alternativa pluralista permite que posiciones rivales puedan compararse y que miembros de culturas distintas puedan interactuar e interpretarse recíprocamente, aunque tengan diferentes criterios de evaluación y concepciones del mundo (Salcedo, 2000).

Además de Olivé, Beuchot (1999) está entre los autores mexicanos pluralistas que han defendido la necesidad de mantener cierto relativismo, pero con límites, y siempre buscando una postura intermedia, caracterizada por ser:

**"...ni tan relativista que nos hunda en el caos y en el escepticismo, ni tan absolutista que nos lance a la pretensión de algo ideal e inalcanzable..."**  
(Beuchot, 1999, p. 221)

Esa postura ha sido la base de emergencia de pluralismos; ni puramente absolutos, ni puramente relativos, sino absolutos relativos. Como ejemplos de estas posturas intermedias, Beuchot propone al trabajo de Putnam sobre realismo interno (Beuchot, 1999b) fundamental en la caracterización del pluralismo defendido por Olivé (Salcedo, 2000).

El pluralismo debe evitar diluirse en un relativismo radical, este último caracterizado por sostener que (Olivé, 1999a, p. 172):

1. No hay estándares de evaluación cognoscitiva y moral que sean absolutos ni universales.
2. La validez de los estándares de evaluación siempre es relativa sólo a un sistema particular de creencias, normas, valores y fines y, por consiguiente, esos estándares carecen de validez fuera de ese sistema.
3. Las pretensiones de conocimiento, en toda circunstancia, deben hacerse sólo con los estándares del marco conceptual pertinente.
4. Cualquier punto de vista puede ser tan bueno como otro.

Cabe señalar la distinción que Olivé (2000, p. 179-180) hace entre un relativismo cognitivo [que sostiene que no puede haber una única, completa, verdadera descripción acerca del mundo, sino diferentes concepciones del mundo fundamentadas en buenas razones<sup>18</sup>] y un relativismo ontológico [que sostiene que la existencia y naturaleza de los objetos es dependiente de los marcos conceptuales, de manera que al variar el marco conceptual cambian los objetos del mundo<sup>19</sup>].

Distinguir las tesis que describen al relativismo es útil cuando se trata el problema de la evaluación entre teorías rivales que se pueden comprender entre sí.

La concepción pluralista se coloca entre el absolutismo de la racionalidad y el relativismo extremo y devastador precisamente porque permite la interacción dialógica entre defensores de posiciones rivales provenientes de diferentes comunidades epistémicas.

Dentro del pluralismo se niega que las pretensiones de conocimiento deban juzgarse sólo con los criterios internos de la cultura que ha de someterse a crítica (Olivé, 1999a). El diálogo y la cooperación entre seres humanos con distintos esquemas conceptuales es y hace posible la interacción constructiva entre culturas.

Al igual que el pluralismo orientativo de Rescher, el pluralismo sostenido por Olivé se reconoce como una forma de relativismo, pero alejado de aquel **del estilo "todo se vale", pues del pluralismo no se sigue que todo está permitido**. El pluralismo, por lo tanto, no se identifica con el relativismo.

Según Olivé (1999b, p. 244-245; 2000, p. 147-148), el modelo pluralista sobre la ciencia *no es relativista porque*:

1. Rechaza la idea de que "todo está permitido".
2. Presupone una noción de progreso y una doble noción de racionalidad (instrumental –de los agentes- y de desarrollo científico –del proceso-).

---

<sup>18</sup> Razones objetivamente suficientes y válidas, no sólo para quien juzga, sino con independencia de cualquier juicio particular que de hecho se formule sobre ella, para todo sujeto de razón que lo considere (Olivé, 1999a, p. 133).

<sup>19</sup> Esta tesis puede tornarse radical si entre los esquemas conceptuales no puede haber traducción alguna (Olivé, 1992).

3. Reconoce que la coherencia y la realizabilidad de los fines son constreñimientos fundamentales y aspectos centrales de la racionalidad.
4. Reconoce que, de hecho, la ciencia ha sido progresiva y racional.
5. Acepta que los estándares de racionalidad han cambiado.
6. No niega la posibilidad de comunicación entre puntos de vista rivales, aunque reconoce que pueden surgir diferencias que no se puedan resolver por medios puramente racionales.

La distinción entre el relativismo y el pluralismo pone de manifiesto el hecho de que, aunque no es posible llegar a un consenso universal y último, ***es posible la evaluación intercultural, crítica y constructiva***, necesaria para el progreso del conocimiento.

La concepción relativista diría que los estándares de racionalidad son propios de cada esquema conceptual y que cada marco debe ser evaluado en sus propios términos, negando la posibilidad de interacción entre sujetos de diferentes comunidades epistémicas. La visión pluralista, en cambio, sostiene que en virtud de la diversidad de recursos y principios de comportamiento racional en cada contexto de interacción, no es posible aspirar a un consenso universal.

Los estándares de evaluación son relativos a los marcos conceptuales y no absolutos, pero de aquí no se sigue que todos los puntos de vista sean igualmente correctos. Cada comunidad epistémica tendrá sus propias razones para aceptar un enunciado como conocimiento legítimo, aún cuando esas razones variarán de un grupo social a otro. A pesar de que sea imposible alcanzar un acuerdo racional universal se pueden alcanzar consensos situados que permitan las evaluaciones desde otros puntos de vista; es una tarea saludable y necesaria poner a crítica una posición utilizando estándares de otra.

En suma, a diferencia del relativismo, en el pluralismo se admite la posibilidad de interacción dialógica y transcultural como vía para la crítica desde diferentes esquemas conceptuales.

***El pluralismo conduce a reconsiderar las ventajas que ofrece asumir un punto de vista sobre otro en casos específicos, evitando pensar en la existencia de valores universales últimos.*** El pluralismo es el límite del relativismo



creciente de la posmodernidad; un límite que está en la posibilidad del diálogo basado en la diferencia cultural, o sea, en la admisión del espacio para la crítica desde cualquier otro punto de vista (Buenfil, 2004). El pluralismo exige, pues, la renovación permanente del pensamiento humano.

---

## **2. 4. Pluralismo en el ámbito de la educación científica**

---

La filosofía ha dejado claro desde hace tiempo que es imposible e indeseable llegar a una única concepción filosófica sobre la ciencia o sobre cualquier otro ámbito del pensamiento humano. Parte del progreso en filosofía se debe, precisamente, a la pluralidad de concepciones y a la controversia y el diálogo entre ellas.

La realidad admite muchas interpretaciones válidas, pero dada la distinción que ya he presentado entre relativismo y pluralismo, no cualquier interpretación puede ser universalmente válida o legítima.

En el capítulo anterior se puso de manifiesto la existencia de una preocupación generalizada entre especialistas de didáctica de las ciencias con respecto a qué filosofía de la ciencia es la adecuada para incluir en los programas educativos.

De acuerdo con Vázquez y otros (2005) la respuesta a esta pregunta es relevante porque en la inclusión de una adecuada caracterización sobre la **“naturaleza de la ciencia”** en el currículo de ciencias radica la posibilidad de mejorar la comprensión de la ciencia misma, lo que a su vez, puede redundar en una toma de decisiones más razonada sobre cuestiones públicas de la ciencia, que es o debería ser la principal finalidad de la educación en ciencias contemporánea.

El problema que quiero discutir ahora surge porque la imagen sobre la **“naturaleza de la ciencia”**, supuestamente **“más adecuada”** para la enseñanza-aprendizaje, se ha identificado con la visión de la ciencia que ofrece el movimiento educativo CTS (Acevedo, 2004), y que consiste, básicamente, en contextualizar socialmente los propios contenidos científicos y el quehacer de la ciencia.

Para Vázquez, Acevedo y Manassero (2005, p.3), el otro lado de la moneda, esto es la imagen inadecuada de la ciencia, consiste en cambio en considerarla positivista, dogmática, autoritaria, o alejada de la vida cotidiana y **de la sociedad, y a esta imagen 'equivocada' se le asocia con el enfoque educativo "Ciencia para Algunos"** [una educación científica de finalidad propedéutica].

Lo que parece olvidarse en este debate es que los estudios CTS, sus enfoques sobre la ciencia y sus propuestas educativas no son neutrales, homogéneos y unificados, sino que responden a orientaciones valorativas que pueden ser examinadas críticamente.

La posición pluralista desarrollada en secciones previas, si es aplicada dentro de este contexto de discusión sobre la elección de una filosofía de la ciencia adecuada para la educación, nos deja claro que no se puede sostener la superioridad de una definición de educación en ciencias con base en su asociación con una supuesta naturaleza de la ciencia que resulta, intrínsecamente mejor o más correcta que otras.

No hay criterios neutrales para elegir que una naturaleza de la ciencia sea mejor que otra, en abstracto, sin situar el proceso de evaluación (Olivé, 1999a, p. 28). Por tanto, ***su validez depende de cada situación particular.***

Si se retoma la tesis de la relatividad conceptual que acompaña al pluralismo, y según la cual los conceptos son relativos a una orientación valorativa, entonces cabe preguntarse ¿a qué valores responde la preferencia por una naturaleza de la ciencia que contextualiza el saber científico?

Por lo pronto puedo decir que, al menos, se refiere al reconocimiento de las responsabilidades morales de todos los ciudadanos frente a la investigación científica; ***pero de ninguna manera a la superioridad intrínseca e incuestionable de una supuesta mejor imagen de la ciencia que se haya desarrollado como resultado del movimiento CTS.***

La justificación filosófica de una preferencia es localmente relativa a una postura y no globalmente universal. Elegir entre una u otra posición filosófica sobre la ciencia significa girar alrededor de ciertos valores, puesto que la toma

de una posición filosófica es una cuestión de juicio y de adquisición de un punto de vista.

Sin embargo, la crítica que hacen los grupos de Gil y de Vázquez hacia otras posiciones sobre la ciencia que no contextualizan socialmente el conocimiento, es por sí misma una toma de posición que debe acompañarse del establecimiento preciso de los marcos de referencia desde los cuales estos autores hablan.

Ninguna filosofía de la ciencia resulta, por sí misma, neutralmente preferible o correcta; ninguna es intrínseca a un concepto superior de **educación científica, que se presente como 'el mejor', sólo en abstracto. Todo** depende del contexto de intereses que entran en juego. El apego a una filosofía de la ciencia que contextualiza el saber científico *no* puede ser el fundamento para proponer un concepto de educación científica superior a otros.

El pluralismo nos previene de creer en una única mejor versión del mundo; siempre hay versiones mejores o peores ante determinadas situaciones (Putnam, 1994).

Las imágenes de la ciencia son creaciones humanas, así como también lo son los criterios que usamos para juzgarlas. Las nociones de valor, de criterio, de necesidad, están tan entrelazadas que ninguna de ellas puede proporcionar un fundamento último y universal (Putnam, 1994, p. 151).

Suponer que la imagen de la ciencia que deriva del enfoque CTS es la que *se debe asumir como correcta para todo concepto de educación científica que se pretenda correcto, significaría que por fin hemos llegado al concepto último y absolutamente universal de la educación en ciencias.* Significaría también que el progreso en la filosofía de la ciencia y en la filosofía de la educación científica ha llegado a su término (Olivé, 1999b).

Tal suposición implicaría detener el progreso y no aceptar la posibilidad **de que se desarrollen otras concepciones sobre la "naturaleza de la ciencia"** que entren en conflicto con la imagen generalizada de la ciencia en el movimiento CTS, contribuyendo a la crítica y al avance filosófico.

Lo mismo se puede decir para el caso de las finalidades de la ciencia. El ejercicio de polarización del capítulo primero ponía en evidencia la existencia de dos grandes grupos de finalidades asignadas a dos enfoques contrastantes dentro de la educación en ciencias. Por un lado, en uno de los extremos se colocó a la finalidad propedéutica de la educación científica, y por el otro, a la creciente insistencia en los discursos sobre política educativa en señalar que la educación científica debería contribuir a la formación ciudadana y al desarrollo de la democracia.

En el ejercicio de polarización entre los enfoques Ciencia para Todos/ Ciencia para Algunos se destacó cómo la finalidad propedéutica ha sido bastante castigada en los discursos educativos; se ha esquematizado, incluso, como el camino erróneo de la educación científica. En cambio, a la finalidad más orientada a cuestiones sobre responsabilidad social, se le ha supuesto como la mejor y la correcta finalidad de la educación en ciencias, para todos los contextos, espacios y momentos de la historia.

Nuevamente, suponer que se ha encontrado la finalidad última del proceso educativo de la ciencia, implica que la historia de la educación científica ha llegado a su fin, porque se ha alcanzado una definición correcta de la meta, la única y la mejor, para justificar correctamente que se siga enseñando ciencia.

El movimiento CTS, aunque adecuado para las demandas *globales* sobre responsabilidad cívica en los asuntos de ciencia y tecnología contemporáneos, *no* nos ofrece la mejor, única y última visión de lo que debería ser la ciencia y la educación científica para todos los tiempos y lugares; de lo contrario, significaría el final de la crítica y de la diversidad. La diversidad nos hace libres, porque nos da la libertad de elegir entre alternativas, con base en razones.

El pluralismo, como lo he trazado, exige la renovación permanente del pensamiento humano y es la entrada para la inevitable e interminable lucha de los sistemas.

*El significado de los conceptos tiene que determinarse una y otra vez, según las épocas, según los contextos, los agentes sociales y el conocimiento disponible. Y en la redefinición deben participar las partes diversas que se*

*enfrentan en el mundo social sosteniendo distintos intereses y puntos de vista*, y esto debería incluir, entre otros, a las comunidades indígenas en las que se imparte la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, para el caso mexicano (Olivé, 1999a, p.35).

La educación científica no está exenta de las constantes redefiniciones filosóficas, y la transformación permanente de su contenido conceptual también depende, hoy en día, de las interacciones transculturales.

**"...El pensamiento crítico sólo podrá cultivarse si se mantiene y se incrementa la presencia filosófica en los procesos educativos..."** (Olivé, 1999a, p. 36).

Mantener la crítica en el espacio de la educación científica, como plantea Feyerabend (1975) es indispensable en, al menos, dos niveles: tanto a nivel de la filosofía de la ciencia que se quiera asumir como fundamento de una perspectiva educativa, como a nivel de la ciencia misma que se enseña, con el fin de evitar caer en un cientificismo acrítico. Veamos.

El llamado que se hace desde una posición como la del pluralismo hacia la necesidad de mantener una postura crítica frente al mundo se puede encontrar implícito en el ensayo que escribe Feyerabend (1975) bajo el título **"Cómo defender a la sociedad contra la ciencia"**.

Este ensayo es relevante de mencionar porque llama la atención sobre la necesidad de renovar la manera en que ha sido concebido el proceso educativo sobre la ciencia.

Feyerabend plantea que, aunque la ciencia de los siglos XVII y XVIII fue un instrumento de liberación e ilustración de los hombres, en la actualidad no puede seguir jugando ese papel:

**"...No hay nada inherente a la ciencia o a ninguna otra ideología que la haga esencialmente liberadora..."** (Feyerabend, 1975, p. 294, cursivas del autor).

Feyerabend supone que hoy en día existen distintas presiones ideológicas que nos hacen escuchar privilegiadamente a la ciencia con exclusión de, y por encima de, todo lo demás. Y como ejemplo, considera la función que la ciencia desempeña hoy en la educación, en donde parece estar exenta de la crítica (Feyerabend, 1975, p. 296).

Para Feyerabend, la ciencia moderna:

*"...Es sólo una de las muchas ideologías<sup>20</sup> que impulsan a la sociedad y debe ser tratada como tal..."* (Feyerabend, 1975, p. 305, cursivas del autor).

El canal que Feyerabend propone para revitalizar la postura crítica, constructiva y pluralista sobre la ciencia *es el de la educación*.

Según Feyerabend, el propósito de la educación en general, es introducir a los jóvenes en la vida, en la sociedad en que nacieron y en el universo físico que rodea a tal sociedad, a través de la enseñanza-aprendizaje de algún mito básico; mito que, desde su particular opinión, bien puede ser la ciencia misma.

De ser así, es necesario y urgente fortalecer las mentes de los jóvenes contra toda fácil aceptación de ideas comprensivas, aún cuando estas ideas sean las científicas.

Feyerabend se proclama a favor de una educación que haga a la gente contraria, contrasugestiva y pluralista. Que haga que la gente no se dedique solamente a la elaboración de una sola visión.

Según este autor, se debe desarrollar en los estudiantes un espíritu de contradicción, sin darle *a priori* un estatus especial y excepcional a la ciencia.

*La educación científica debe convertirse en el espacio para presentar múltiples visiones de mundo igualmente válidas y legítimas, pero acompañando la presentación de éstas con las razones que les dan sustento.*

Los estudiantes así, dice Feyerabend:

*"...serán científicos sin haber sido engañados por la ideología de la ciencia, serán científicos porque han hecho una elección libre..."* (Feyerabend, 1975, p. 310, cursivas del autor).

Una ciencia de agentes libres es más atractiva que la ciencia actual gobernada por "esclavos", como les llama Feyerabend; es decir, por estudiantes que corren el riesgo de asumir los contenidos científicos acríticamente bajo una imposición autoritaria que puede estar implícita en el proceso educativo de la ciencia.

---

<sup>20</sup> Personalmente diferiría de Feyerabend en cuanto a generalizar que la ciencia es hoy una ideología sin antes revisar con detalle si, en efecto y *para todos los casos*, ésta cumple con la definición de ideología aportada por Villoro y es siempre una creencia que: 1. no está suficientemente justificada; el conjunto de enunciados que la expresan no se funda en razones objetivamente suficientes; 2. cumple la función social de promover el poder político del grupo que la sostiene; es decir, la aceptación de los enunciados en que se expresan esas creencias favorece el logro de poder de ese grupo (Villoro, 1985, p. 27).

Resulta irracional confiar ciegamente en la ciencia sin revisar críticamente sus fundamentos y sus limitaciones en lo que puede lograr. *El estatus de científico no se acepta sólo por autoridad, sino que se fundamenta en las dimensiones históricas, epistemológicas y sociológicas de las tradiciones científicas* (Olivé, 2000).

La confianza en la ciencia, por lo tanto y aún en el contexto educativo, debe ser limitada, porque ni la ciencia ni la filosofía ofrecen saberes permanentes e incontrovertibles. Confiar demasiado en la ciencia, sin examinar críticamente las bases que le dan sustento, puede devenir en un creciente cientificismo, entendido éste último como la ideología que sostiene que todas las respuestas correctas a preguntas de importancia vendrán dadas por la ciencia. El cientificismo recurre dogmáticamente a la ciencia como autoridad indiscutible, al suponer que ésta ha elaborado las formas más confiables para poner a prueba los conocimientos, y para intervenir y transformar el mundo (Olivé, 2000).

Contrario a la idea que plantea Feyerabend sobre *la educación científica como práctica de la libertad para elegir entre posiciones rivales*, el reto de argumentar que la educación científica [bajo cualquier nombre contemporáneo y recurrente tal como el de 'alfabetización científica para todos', 'Ciencia para Todos', etc.] está dirigida a formar ciudadanos con un papel activo en los procesos de toma de decisión de sus sociedades, *puede encontrarse con obstáculos tales como el que esa educación sea sinónimo de estandarización y uniformación de las personas, independientemente de su contexto cultural, de sus tradiciones, necesidades y deseos.*

A esta estandarización de la diversidad cultural es a la que se refiere Dascal (1993) cuando habla de la creciente y preocupante transformación de las personas en consumidores pasivos de productos culturales, entre ellos, los productos de la ciencia.

La unificación de las visiones del mundo y la imposición de un único conjunto de valores, aspectos incompatibles con el pluralismo, representan una amenaza de supresión de la diversidad cultural y nos enfrenta a la cuestión de

la coexistencia de diversas formas legítimas del "buen vivir" (Dascal, 1993; Parekh, 2000).

El papel privilegiado que se le otorga, muchas veces, de manera acrítica al saber de la ciencia obliga a la necesidad de construir y defender un verdadero pluralismo educativo (Dascal, 1993).

Considero necesario construir y fortalecer una filosofía de la educación científica basada en una posición pluralista, cuyo relativismo conceptual se traduzca en la ausencia de un significado absoluto, único y permanente, capaz de anular la crítica y la renovación constantes y necesarias para el progreso del pensamiento humano. La reflexión filosófica sobre la noción de *educación en ciencias* puede llevarnos a comprender la multitud de diferentes significados que puede tener esta palabra, en función de los distintos contextos culturales.

Pérez (2003) llama la atención sobre los orígenes etimológicos de la palabra *educación*; '*educare*' y '*educere*' corresponden a dos conceptos diferentes de la tarea educativa:

**"...El primero significa "conducir, guiar, orientar", representa el modelo educativo dirigido bajo la intervención directa de las personas expertas o profesores... responsables de conducir la formación de los alumnos hacia la integración en la vida social históricamente determinada por el estado. La persona experta es quien planea y determina cuándo, cómo, por qué y para qué... de la enseñanza... Educere significa "hacer salir, extraer, dar a luz" y corresponde más bien a la perspectiva de los alumnos y la comunidad que a la institución docente... Asume la tarea de facilitar el desarrollo humano del alumno... y fortalecer sus experiencias previas... El alumno formado de esta manera debe orientar su vida a los valores deseados dentro de su contexto social..." (Pérez, 2003, p. 17-18).**

En este sentido, también uno puede elegir entre una educación científica que puede resignificarse como el espacio de aplicación de un auténtico pluralismo, de conocimientos, instituciones, valores y formas culturales distintas, o bien una educación en ciencias promotora de la uniformidad cultural que coloca a la ciencia, en abstracto, en el tope de la escala de valores.

La situación asimétrica en que se encuentran, en la actualidad, las distintas culturas minoritarias frente a una cultura dominante, coloca en una posición de autoridad natural a la segunda. De una educación tradicional y reduccionista concebida como medio de opresión y dominación de un saber privilegiado sobre el otro (Okere, Njoku y Devisch, 2005), se pueden



*comenzar a construir las bases de una educación científica como lugar de encuentro de la pluralidad.*

Con la caracterización que he realizado del pluralismo, es evidente que la ciencia ya no puede concebirse como la única representación de la realidad con criterios epistemológicos universales y superiores. Su validez ya no es absoluta ni se da en abstracto, sino que depende de su relación con los intereses, necesidades y valores de los que la crean, recrean y activan (Dascal, 1993).

La entrada del pluralismo en la educación científica abre la posibilidad de una relación dialógica que responda a la diversidad cultural y frene aquellos contextos en donde predomina una educación opresora y reduccionista (Okere, Njoku y Devisch, 2005) que solamente representa un modo de invasión cultural y supresor de la diversidad, convirtiéndose en una institución capaz de **quitar a los 'oprimidos-invadidos' el deseo y la** legitimidad de apearse y forjar autónomamente su propia identidad cultural.

---

## **2. 5. Educación científica y diversidad cultural**

---

La pluralidad de culturas o multiculturalidad es un rasgo constitutivo de nuestro mundo (Villoro, 1998). El reconocimiento de que habitamos un mundo caracterizado por una gran diversidad cultural nos plantea la pregunta sobre ¿cuál sería, entre las múltiples concepciones del mundo, la única perspectiva correcta?

Las respuestas a esta pregunta, e incluso, el modo mismo de plantear la pregunta, puede atender a distintas posiciones filosóficas. Una interesante síntesis de las respuestas filosóficas a la diversidad cultural puede consultarse en Parekh (2000).

Por ejemplo, desde el absolutismo **-también llamado "monismo"** (en Parekh, 2000)-, uno podría esperar criterios universales y trascendentes de decisión sobre lo que es correcto, mientras que desde el relativismo uno podría hacer a los criterios enteramente dependientes de cada cultura particular.

Uno de los problemas que trae consigo el relativismo como fundamento del multiculturalismo, es que la evaluación de las pretensiones de conocimiento sólo podría tener lugar bajo el sistema de estándares dado dentro de esa misma cultura, es decir, no se admitiría la crítica desde otros puntos de vista. De aquí que aceptar esta forma de relativismo llevaría a aceptar que cualquier creencia o acción puede justificarse si se cuenta con el conjunto de valores adecuados para ello (Olivé, 1999a).

No obstante, como he argumentado a lo largo de secciones anteriores, entre el relativismo y el absolutismo emerge la postura pluralista, la cual permite entender y promover las relaciones entre culturas distintas, ya que es en la interacción en la que los conceptos adquieren significados.

La diversidad de concepciones del mundo significa, en última instancia, una diversidad de mundos<sup>21</sup>, en tanto que sostener diferentes visiones implica poseer distintos valores, normas metodológicas, presupuestos metafísicos, etc. De ahí que los miembros de culturas diferentes vivan, literalmente, en mundos diferentes (Olivé, 1999a).

El simple reconocimiento de una diversidad de mundos no niega la posibilidad de que las diversas culturas lleguen a acuerdos racionales y que actúen de forma cooperativa, ya que diferentes culturas tienen conocimiento legítimo y genuino de mundos distintos.

Esto es particularmente interesante para el caso de México, en donde se encuentran vivas numerosas comunidades indígenas, algunas en situaciones extremas de marginación y cuya interacción con otras comunidades es mínima (Olivé, 1992). Estas comunidades representan un acervo de concepciones del mundo que corren el riesgo de desaparecer.

En nombre de ideales como el desarrollo o el progreso, se ha dado, en grandes proporciones, la destrucción cultural u opresión de sistemas de conocimientos tradicionales, por lo que hoy existe una preocupación ampliamente compartida por el destino de los pueblos y culturas nativos.

---

<sup>21</sup> Un mundo, para una comunidad epistémica, se puede definir como "...la totalidad de objetos y de relaciones objetivas entre ellos que se constituye mediante las prácticas y la aplicación de los esquemas conceptuales de los que dispone esa comunidad epistémica en las interacciones de sus miembros con la realidad... Cada totalidad es un mundo; por consiguiente, hay una diversidad de mundos..." (Olivé, 1999a, p. 150).

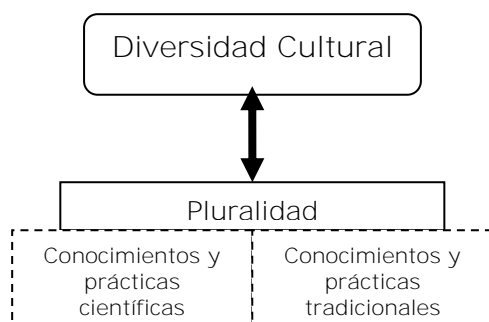
En la tendencia moderna hacia el encuentro y unificación de culturas particulares en una cultura universal, el acceso a una cultura global ha significado para muchos pueblos la enajenación en formas de vida no elegidas (Salcedo, 2000, p. 10) y en ocasiones, la aceptación acrítica y dogmática de conocimientos científicos, incompatibles muchas veces con las visiones tradicionales sobre el mundo.

Frente al papel hegemónico de la cultura occidental científica, a lo largo de esta sección insistiré en el valor legítimo de todas las culturas y en la educación científica como el espacio potencial para la admisión de la pluralidad, puesto que el pluralismo no admite el dominio de los otros sobre algunos, justificado en la superioridad intrínseca de valores que una supuesta civilización dominadora aporta a los dominados:

**"...En vez de subordinar la multiplicidad de culturas a una sola manifestación de la razón [se puede] comprender la razón como resultado de una pluralidad inagotables de culturas..." (Villoro, 1998, p. 9, paréntesis mío).**

La diversidad cultural exige una posición pluralista que considere legítimas las diferentes formas de acceder a la realidad (Esquema 3).

Reconocer el hecho de la diversidad cultural implica aceptar que los miembros de cada cultura pueden concebir el mundo de modos diversos entre sí, y que estos modos pueden ser diferentes del punto de vista occidental moderno y científico, lo que significa dar cabida a una pluralidad de saberes distintos.



**Esquema 3.** La diversidad cultural implica la admisión de un mosaico plural de formas legítimas de conocimiento.

### **2.5.1. La pluralidad de saberes: la ciencia ante otras formas de conocimiento**

Desde la perspectiva pluralista resulta claro que la ciencia no constituye la única forma de conocimiento legítimo. Si consideramos los grandes aportes que han provenido de los sistemas tradicionales de conocimiento, es evidente que la tradición científica occidental no puede ser más el referente exclusivo y monopólico para juzgar las verdades histórica, cultural y política, y para hablar con autoridad en nombre de toda la humanidad. Esto *no significa minar la importancia que tienen la ciencia y la tecnología contemporáneas, sino delimitar su esfera de acción y de representación.*

Ante la creencia de que la ciencia constituye la única visión legítima del mundo es necesario y urgente revalorar la riqueza contenida en los llamados conocimientos tradicionales construidos por los pueblos indígenas, porque al igual que la ciencia, muchos conocimientos tradicionales han llevado a encontrar soluciones adecuadas y eficientes a muchos de los problemas de sustentabilidad [por ejemplo, aquellos concernientes a la bioconservación] (ICSU-UNESCO, 2002). Para muchos problemas locales de desarrollo sustentable ha resultado crucial la interacción y el establecimiento de vínculos entre la ciencia y estas otras formas legítimas de conocimiento, como pueden ser los saberes locales e indígenas.

Los sistemas tradicionales de conocimiento representan una enorme riqueza cultural que puede resultar clave para la promoción de un auténtico desarrollo sustentable de las naciones, sobre todo de aquellas en las que coexisten distintas comunidades culturales.

**El "conocimiento tradicional" comprende básicamente el juego de lenguajes, enseñanzas y tecnologías desarrolladas por comunidades indígenas y perpetuadas a través de la oralidad, la resolución de problemas, ceremonias y rituales (Villegas, Neugebauer y Venegas, 2008, p. 87); se trata de:**

**"...El cuerpo acumulativo de conocimiento, saber-cómo, prácticas y representaciones mantenidas y desarrolladas por gente con una larga historia de interacción con el ambiente natural. Estos sofisticados juegos de entendimiento, interpretaciones y significados son parte de complejos culturales más amplios que abarcan un lenguaje, sistemas de nomenclatura y clasificación, prácticas de uso de recursos, rituales, espiritualidad y visiones de mundo..."** (ICSU-UNESCO, 2002, p. 9)

El conocimiento tradicional provee la base para la toma de decisiones a nivel local sobre distintos aspectos fundamentales de la vida cotidiana de los pueblos nativos, por ejemplo, orientan las acciones sobre la caza, la pesca y la colecta, la agricultura, la preparación, distribución y conservación de alimentos, la interpretación de fenómenos meteorológicos, entre otros.

Se califican como saberes porque han asegurado orientaciones acertadas en las acciones emprendidas en circunstancias variadas y a través de generaciones que se remontan a milenios. Su validez la sostiene el éxito en la práctica (ésta última determina el grado de justificación requerida) (Villoro, 1982).

Generalmente, el conocimiento tradicional enfatiza la naturaleza simbiótica de las relaciones entre los humanos con su mundo, en tanto que es desarrollado dentro de ciertos grupos culturales en un periodo de tiempo dado y dentro de un ambiente social y natural específico.

Estos grupos culturales, por lo general, aceptan y adoptan elementos de otros sistemas culturales, justo como otras sociedades adoptan elementos del conocimiento tradicional.

El reporte sobre Conocimiento Tradicional realizado por ICSU-UNESCO (2002) señala cómo es que prácticas tradicionales que parecen, en primera instancia, supersticiones a la vista de un observador, han probado ser apropiadas y empíricamente sólidas maneras de resolver y de lidiar con los problemas que el ambiente nos plantea.

El conocimiento tradicional se debe entender como toda una visión o visiones del mundo<sup>22</sup>; como complejos sistemas compuestos de elementos empíricos, espirituales, sociales, etc., que permiten que los grupos culturales que los constituyen puedan resolver los desafíos que les plantea el entorno, es

---

<sup>22</sup> De la Garza (1992), por ejemplo, ha realizado un estudio que muestra cómo el pensamiento de los antiguos mayas constituía todo un entramado complejo de elementos. Giraba, por ejemplo, alrededor de tres grandes instancias temporales: dioses, mundo y hombre, realidades que para ellos están en constante movimiento y que poseen cualidades cambiantes en un tiempo cíclico. Estos tres elementos conforman toda una cosmovisión diferente de la occidental, con un mundo distinto de valores; empezando por la idea de que el ser humano forma un todo unitario con su mundo y no es el amo que pueda utilizar la naturaleza y dominarla para su propio beneficio. A través de la concepción del tiempo y del espacio, de dios, hombre y naturaleza, así como de los conceptos de libertad, destino y muerte, de la Garza (1992) muestra también que el pensamiento maya es un gran ejemplo que pone de relieve la pluralidad de mundos distintos que deriva de la admisión de la diversidad cultural.

decir, puedan “habérselas con su medio”. Se trata de juegos integrales y dinámicos que dan identidad a la pluralidad de culturas y que les permite seguir perpetuándose.

Por comunidad cultural tradicional se puede entender, como propone Linares (2008, p. 173):

**“...un grupo social minoritario cohesionado por el origen étnico, la lengua, el arraigo en un territorio, las costumbres, tradiciones, prácticas, religiones o saberes específicos que lo distinguen de otros grupos culturales, fundamentalmente, de la cultura mayoritaria nacional. “Tradicional” sólo se refiere a que el vínculo esencial en este grupo procede de relaciones de parentesco y de una fuente histórica añeja, a menudo anterior a la constitución misma de la nación o del grupo mayoritario y dominante. Tal es el caso de las comunidades indígenas de nuestro país...”**

El conocimiento tradicional y la ciencia han interactuado desde tiempos remotos. Contrario a lo que se podría suponer, a lo largo de la historia muchas comunidades indígenas no se han quedado marginadas porque se han encargado de refinar sus sistemas propios de conocimiento relacionándolos con dominios de la ciencia occidental como la astronomía, la meteorología, la ecología, la agricultura, la fisiología, la psicología y la medicina, entre otros (ICSU-UNESCO, 2002).

Son las evidencias de esta interacción (de las que dan cuenta las historias multiculturales de las ciencias –entre las que destaca el trabajo realizado por Bala, 2006-) la base para poder afirmar que no existen fronteras claras entre la ciencia y el resto de la cultura; los límites entre productos culturales son siempre difusos e impuestos por aquellos quienes los analizan.

De acuerdo con Bala (2006), las raíces de la ciencia moderna son dialógicas porque son el resultado de un diálogo entre ideas provenientes de Europa y de una amplia diversidad de otras culturas mediante distintas rutas geográficas e históricas. Este diálogo no se refiere a la acumulación pasiva de ideas y prácticas de múltiples y diversas tradiciones, sino al proceso de integración y combinación de nuevas síntesis. La ciencia moderna difícilmente se habría desarrollado de no ser por el encuentro de factores tales como los que se citan a continuación, por mencionar sólo algunos de ellos:

**“...las observaciones astronómicas precisas y aplicaciones de las matemáticas desarrolladas dentro del mundo árabe (la teoría óptica de Alhazen)... el**

reconocimiento de las posibilidades productivas inherentes a las tecnologías mecánicas de la China; la receptividad a las nociones mágicas y prácticas de la filosofía egipcia y del hermetismo; la unión de la filosofía corpuscular con el universo de precisión de **las teorías matemáticas de la India...**" (Bala, 2006, p. 182).

Aunado a las historias multiculturales de la ciencia, dentro del horizonte de la llamada posmodernidad, con la puesta en crisis de conceptos como las "esencias" y la "pureza", muchos autores se han encargado de mostrar algunos de los dominios en que la hibridación de distintas visiones de mundo ha tenido lugar.

Con estos esfuerzos por hacer difusas las demarcaciones entre las distintas formas de conocimiento, no se pretende diluir la importancia de la ciencia, sino destacar que ésta no es, ni ha sido la única forma legítima de orientar las acciones en el mundo.

Muchas de las prácticas sociales compartidas por los miembros de una comunidad cultural (y que dotan de identidad a sus individuos), no tienen como base a los saberes de la ciencia, pero no por eso pierden validez y significado. Es por esto que la tarea de enseñar ciencias a dichas comunidades debe hacerse con pleno respeto y reconocimiento de la diversidad de saberes que, de hecho, poseen sus miembros.

Una educación abierta y respetuosa de la pluralidad cultural tendrá como finalidad acercar la ciencia a las comunidades tradicionales, no para imponerse como la única forma de conocimiento válido, deslegitimando los saberes y erradicando las prácticas sociales que dan sentido a sus miembros, sino para que éstos participen activamente decidiendo cuáles de sus prácticas desean transformar con ayuda de la ciencia, a fin de que puedan mejorar sus condiciones de vida, sin perder su identidad cultural.

Cuando con los conocimientos tradicionales no basta para arreglárselas frente al entorno, entonces es legítimo echar mano de la ciencia. ***Tal es la importancia de una educación científica abierta a la pluralidad.*** Los conocimientos científicos y tecnológicos podrían ser relevantes ante ciertos problemas y demandas del contexto cultural que no puedan ser resueltos de manera satisfactoria con los saberes derivados y transmitidos por la tradición.

Lo mismo aplica en la dirección contrario, y los saberes tradicionales también pueden mostrarse útiles para innovar dentro del terreno de la ciencia.

De acuerdo con ICSU-UNESCO (2002), algunos de los historiadores de las ciencias han abordado el importante papel que el conocimiento tradicional ha jugado en el desarrollo de la ciencia moderna, tanto en sus conceptos, como en sus métodos o datos empíricos.

Como ejemplo ICSU-UNESCO (2002) hacen referencia a la transformación que han sufrido los sistemas de taxonomía occidental a partir del encuentro con sistemas tradicionales de clasificación y de significados. También abordan la cuestión de cómo gran parte de las tecnologías actuales para incrementar la productividad agrícola han encontrado sustento en el conocimiento tradicional indígena.

Este último tema es relevante para México, por ejemplo, ya que aquí se ha hecho evidente que la expansión de la agricultura moderna ha ocasionado el abandono de los métodos de producción tradicionales con el consecuente reemplazo de los ecosistemas naturales y los agroecosistemas tradicionales por el monocultivo. En algunas áreas, esta expansión amenaza la sobrevivencia de razas tradicionales y de variedades locales sustituidas por **variedades modernas con "bases genéticas estrechas"**.

Destaca en este sentido, el trabajo de Challenger (1998) sobre la *"Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México"*.

Challenger propone una vía para la transformación de esta problemática socioecológica que aqueja a grandes regiones del país: adoptar, adaptar e implementar las estrategias tradicionales de manejo indígena de los recursos naturales como contribución potencial a la producción primaria sustentable y a la conservación ecológica mexicana.

Para lograrlo propone el concepto de la conservación de recursos *in etno situ*, como una faceta íntegra de los agroecosistemas tradicionales, mediante la cual pueden conservarse los conocimientos técnicos tradicionales y el papel de éstos en la creación, mantenimiento y aumento de la diversidad genética de los cultivos, y en la protección de los recursos naturales en sus contextos naturales y culturales distintos.



Dicha propuesta surge a partir de un análisis histórico de los cambios en la relación que el medio ambiente y los hombres han establecido durante siglos y que ha mostrado haber sido sustentable en los sistemas agrícolas tradicionales de policultivos indígenas. Los sistemas de policultivo tradicionales, de acuerdo con el estudio de Challenger, han evidenciado sus amplias ventajas frente a los sistemas de monocultivo modernos<sup>23</sup>.

La riqueza de lo local, lo propio, lo cultural, son justo lo que considero que Challenger (1998) intenta rescatar en su texto, como contraparte de lo universal, lo homogeneizante, lo globalizante, que parecería haber llegado para imponerse sobre los pueblos a través de la supuesta modernidad científica.

Otro ejemplo que se aborda en el reporte ICSU-UNESCO (2002) es la cuestión de la medicina tradicional, la cual en países como la India o China es activamente promovida e investigada, con el fin de identificar y provocar nuevos nichos de interacción con la medicina occidental basada en la ciencia moderna.

A través de una educación científica respetuosa de la pluralidad cultural, los saberes derivados de la ciencia y aquellos de la tradición pueden aprovecharse de manera conjunta para que las diversas comunidades humanas puedan generar y apropiarse del conocimiento que mejor les sirva para alcanzar sus fines (Olivé, 2007, p. 83). Bajo este esquema, educar en ciencias significaría la posibilidad de desarrollar la capacidad para aprovechar críticamente, y combinar los beneficios de todos los tipos de conocimientos. De modo que revalorar la riqueza cognitiva de las tradiciones es una forma de contribuir a disminuir la dependencia tecnológica que mantiene en condiciones de pobreza y marginación a muchos países y pueblos indígenas.

No obstante, la principal preocupación para organismos internacionales como ICSU o UNESCO, radica en la cuestión sobre cómo podrían entrar en interacción los sistemas de conocimiento indígena o tradicional con los sistemas occidentales de la ciencia, *asegurando los beneficios equitativos entre*

---

<sup>23</sup> Ventajas como, por ejemplo, la creación de microclimas, de mosaicos de uso de suelo, la explotación óptima de energía solar de humedad y de nutrientes, la mayor resistencia a plagas, su alta productividad, entre otras.

*las comunidades participantes.* En lo personal, comparto la misma preocupación.

En la Declaración de Budapest (1999), de la cual abordé algunos aspectos en el capítulo anterior, se estableció la necesidad de considerar que los sistemas tradicionales y locales de conocimiento, como expresiones dinámicas y diferenciales de la percepción y la comprensión del mundo, podrían:

**"...aportar, y lo han hecho en el curso de la historia, una valiosa contribución a la ciencia y la tecnología, y que es menester preservar, proteger, investigar y promover ese patrimonio cultural y ese saber empírico..." (Parágrafo 26).**

De manera que en el Marco General de Acción (MA) de esta misma declaratoria, orientado a señalar las acciones para alcanzar los objetivos proclamados en la Declaración de Budapest, se recomendaba que entre las acciones importantes en lo que respecta al rubro de **"Ciencia Moderna y otros Sistemas de Conocimiento"**:

**"... Los países deberían promover un conocimiento y una utilización mejores del saber tradicional, en vez de limitarse a extraer exclusivamente los elementos que consideran útiles para la ciencia y tecnología modernas... Las corrientes de conocimientos deberían simultáneamente proceder de las comunidades rurales y afluir hacia ellas..." (parágrafo 85, MA).**

En este sentido, a las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales se les solicita:

**"...contribuir a mantener los sistemas tradicionales de conocimiento mediante un apoyo activo a las sociedades que crean y conservan ese saber, así como a sus formas de vida, sus idiomas, sus organizaciones sociales y los entornos en que viven. También deberían reconocer plenamente la contribución de las mujeres, que son depositarias de una gran parte del saber tradicional..." (parágrafo 86, MA).**

Además de promover la exploración de:

**"...la relación entre los diferentes sistemas de conocimiento y fomentar una vinculación mutuamente provechosa entre ambos..." (parágrafo, 87, MA).**

Tanto UNESCO como ICSU buscan asociar más estrechamente los conocimientos científicos y los tradicionales, y promover la participación activa y equitativa de las comunidades locales con las científicas y todas aquellas que entren en juego.

No obstante, UNESCO e ICSU (2002) reconocen que hay numerosos obstáculos para la protección y fomento de los sistemas tradicionales de conocimiento.

Por poner dos ejemplos, estos organismos señalan el caso de la educación y de la propiedad intelectual frente al conocimiento tradicional.

En lo relativo al proceso de protección legal de los derechos intelectuales de las comunidades que han desarrollado ciertos esquemas conceptuales tradicionales, lo más problemático, según ICSU-UNESCO, se refiere a que la invención de tecnologías, prácticas e innovaciones indígenas ha tenido lugar de forma colectiva, a través de las generaciones y sin una clara intención comercializable, sino de resolución de problemas de la vida cotidiana, tanto sociales como de subsistencia.

En cuanto al caso educativo, se considera entre los obstáculos a *aquellos programas universales de educación*, los cuales *no están fuertemente comprometidos con la transmisión y el fortalecimiento del conocimiento tradicional y por el contrario, parecen contribuir a erosionar la diversidad cultural*, fomentando la pérdida de cohesión social. Como ejemplo específico, UNESCO-ICSU (2002) abordan los programas escolares africanos orientados a la enseñanza de las cuatro estaciones.

La enseñanza de ciclos anuales con cuatro estaciones (primavera, verano, otoño, invierno) resulta completamente confuso e incongruente con la experiencia cotidiana en África, y convierte al proceso educativo en un modo de imposición científicista. Esta imposición acrítica de un contenido científico da como resultado que los estudiantes duden de la interpretación cultural del mundo que sus padres y abuelos les transmiten *fuera del* contexto escolar (ICSU-UNESCO, 2002; Okere, Njoku y Devisch, 2005):

**"...Cuando se les enseña en clase de ciencias a los niños indígenas que el mundo esta ordenado como lo han hecho los científicos, y que funciona como los científicos proponen, la validez y autoridad del conocimiento tradicional de los padres y abuelos es negada. Mientras que sus padres pueden poseer un gran entendimiento sofisticado de su ambiente local, la educación les informa implícitamente que la ciencia es la autoridad última para interpretar la 'realidad' y que el conocimiento indígena local está en segundo plano y resulta obsoleto..."** (ICSU-UNESCO, 2002, p. 16, énfasis mío).

En sociedades multiculturales como la africana o la mexicana, es urgente que se puedan articular los distintos sistemas de conocimiento y para ello considero que la resignificación de la educación en ciencias puede jugar un papel activo y central en este proceso. Es preciso que los contenidos educativos se hagan consonantes con las circunstancias culturales de los estudiantes.

En este sentido vale la pena insistir en que la educación científica no consiste en desplazar los mitos, las creencias o los conocimientos tradicionales para imponer por encima de ellos al saber científico, sino que es más bien un esfuerzo por hacer interactuar las distintas formas de conocimiento en beneficio de las diferentes comunidades, promoviendo la actitud reflexiva, contrainductiva y crítica, característica del proceder científico, como ya señalaba Feyerabend.

Para UNESCO e ICSU resulta indispensable fortalecer en las comunidades la capacidad de construir futuros sustentables basados tanto en conocimientos endógenos como exógenos.

En la base de esta interacción se encuentra la capacidad de diálogo entre una diversidad de voces. UNESCO ya lo ha señalado, pero no establece los medios para lograrlo. *Propongo como uno de los posibles mecanismos la construcción de nuevos modelos de educación científica como espacios propicios para el diálogo intercultural.*

### **2.5.2. Educación científica intercultural: hacia la construcción de diálogos**

De acuerdo con el enfoque pluralista, cada cultura interpreta el mundo a su manera y se le permite hacerlo porque, en última instancia, **no hay 'un mundo'** para interpretar correctamente. Todos tienen algo que aprender de los demás, porque nadie puede poseer *el único* conocimiento correcto y completo (Dascal, 1992b).

Aunque no se puede sostener que todos los puntos de vista sean igualmente válidos, porque algunos claramente son mejores que otros para un propósito específico, la perspectiva pluralista (desarrollada en secciones anteriores) se distingue de cualquier relativismo porque admite que cada

cultura tiene la capacidad de expandirse a través de un auténtico aprendizaje de la diversidad. El reporte de ICSU-UNESCO (2002), así como una multiplicidad de otros trabajos tales como el de Challeneger (1998), han hecho evidente que las culturas han aprendido unas de otras; que las diferentes formas de conocimiento han interactuado constructiva y creativamente. Pero, es importante señalar que hay muchas maneras de interactuar<sup>24</sup> y de aproximarse a la interculturalidad<sup>25</sup>.

Hacerlo de manera unívoca significaría entrar en interacción imponiendo sobre un sistema de conocimiento dado, otro esquema unitario y homogéneo dominante, reabsorbiendo en éste último todo rastro de diferencialidad o distinción entre formas de conocimiento. Sobre esto llaman la atención UNESCO e ICSU cuando sugieren no limitarse a extraer de los sistemas tradicionales, exclusivamente los elementos que se consideran útiles para la ciencia y la tecnología modernas.

Otra manera de atender a la interculturalidad supondría el mayor respeto por la diversidad y la permisividad relativista de las diferencias (Salcedo, 2000), pero esta orientación desalentaría las interacciones cooperativas, constructivas y enriquecedoras entre culturas (Olivé, 1999a, p. 18).

De acuerdo con Salcedo (2000), favorecer la *absoluta* igualdad entre formas de conocimiento puede conducir a la imposición de los valores culturales del grupo más fuerte o dominante. En contraste, defender las diferencias *relativas* a cada contexto puede llevar a que los diferentes grupos

---

<sup>24</sup> De Alba (2004, p. 159) caracteriza a todo contacto cultural mediante tres atributos: 1) Es desigual, en la medida en que cuando dos o más culturas entran en contacto, históricamente se ha observado que existe una intencionalidad de dominación de unas sobre otras; 2) Es conflictivo, en la medida en que se desarrolle una relación de desigualdad que genera conflictos en la lucha por mantener, pese al dominio, su identidad cultural; y 3) Es productivo porque da lugar a formas culturales novedosas y emergentes. En la interculturalidad, de acuerdo con De Alba, se debe comprender que las culturas están en constante movimiento, en constante transformación, por lo que la producción de nuevos significados es algo inherente al devenir cultural.

<sup>25</sup> Hernández (2007) discute la relación entre los términos de "multiculturalismo" e "interculturalidad". De acuerdo con esta autora, no hay una distinción radical entre multiculturalismo e interculturalidad; ambos son términos normativos, que abarcan y suponen la multiculturalidad. La interculturalidad asume que se dan encuentros entre culturas, por lo tanto, el énfasis es puesto en el encuentro, la interacción y la relación entre ellas. El "inter" es el espacio del encuentro y de la comunicación, **que por ser un "en medio de" y un "entre" no es ninguna de las culturas, pero es circunstancia de ellas; el inter como relación y como situación requiere de lo "multi", es decir, de más de un elemento, de una diversidad. El interculturalismo puede ser entendido como un proyecto político, en tanto proyecto intercultural; en este caso es que se habla de políticas interculturales, de normas interculturales o de una ética intercultural.**

involucrados no encuentren rasgos comunes sobre los cuales construir una lucha común (Salcedo, 2000, p.7).

Que haya acuerdos racionales comunes entre miembros de culturas diferentes, aunque sus estándares de racionalidad puedan ser diferentes, significa que es posible tomar acuerdos dialógicamente dirigidos a satisfacer necesidades propias de cada parte involucrada, y que cada parte considera estos acuerdos como los medios adecuados para obtener los fines que le interesan (Salcedo, 2000).

ICSU y UNESCO (2002, p. 18) proponen que para el logro de una interculturalidad basada en la capacidad de diálogo es necesario que las comunidades científicas contribuyan de las siguientes formas:

1. Que reconozcan que la ciencia no es la única forma de conocimiento sobre el mundo.
2. Que promuevan la investigación en historia y filosofía de la ciencia para identificar los dominios en que el conocimiento tradicional ha interactuado con el desarrollo de la ciencia.
3. Que apoyen la investigación de sistemas tradicionales de conocimiento, puesto que son ricos acervos que pueden interactuar con la ciencia enriqueciéndola.

Estos organismos internacionales proponen, además, incorporar algunas bases para el intercambio equitativo y de respeto mutuo entre la ciencia y las visiones tradicionales (ICSU-UNESCO, 2002, p. 18) asentadas en:

1. Reconocer que el conocimiento tanto tradicional como científico es dinámico y está en constante evolución.
2. Reconocer y fortalecer los sistemas de desarrollo, transmisión, difusión y enseñanza de los conocimientos tradicionales.
3. Fortalecer la investigación del papel de las mujeres en el desarrollo y transmisión de conocimientos tradicionales.

Lograr tal interacción dialógica equitativa requiere asociar más estrechamente los conocimientos científicos modernos y los conocimientos tradicionales en proyectos interdisciplinarios relativos a las relaciones entre cultura, desarrollo y medio ambiente (UNESCO- ICSU, 1999). Requiere promover acciones dirigidas a conservar las lenguas de los pueblos nativos, a asegurar la transmisión de su conocimiento y a fortalecer el control de las sociedades

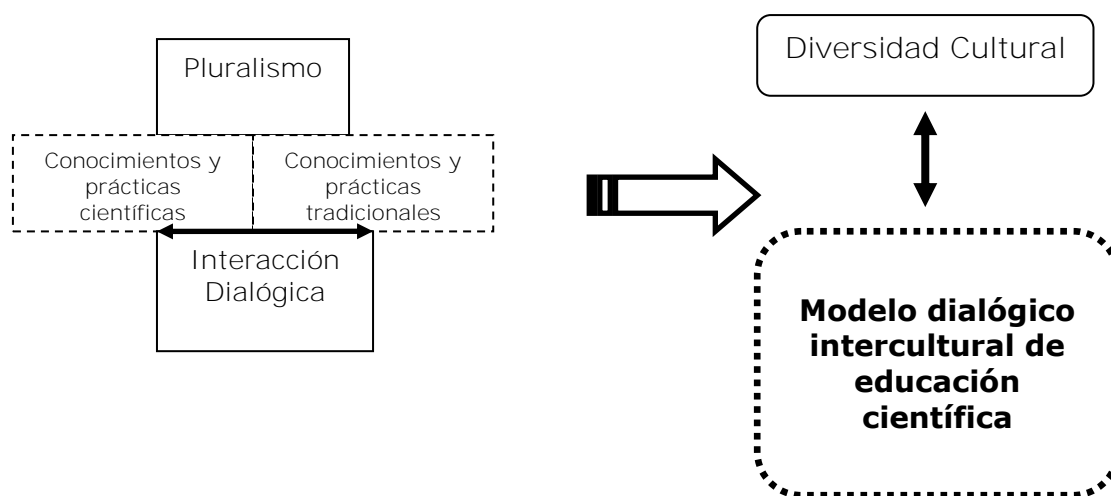
tradicionales sobre los procesos de cambio social que las afectan, entre ellos el relativo a sus sistemas de educación. Para ello es indispensable garantizar el acceso a los ambientes de los que depende la vida de estos pueblos.

UNESCO e ICSU (2002) proponen, dos ejes de acción:

I. La toma de conciencia sobre el valor que representan los conocimientos tradicionales; y,

II. La construcción de medios para lograr el acoplamiento de la ciencia con los conocimientos tradicionales.

*Propongo concebir a la educación científica como un medio posible para reforzar el vínculo entre la ciencia y otras formas de conocimiento; concebirla como un auténtico espacio para el diálogo intercultural* (Esquema 4).



**Esquema 4.** La construcción de un modelo de educación científica como espacio para el diálogo intercultural puede constituir uno de los medios posibles para reforzar el vínculo entre la ciencia y otras formas de conocimiento, dentro de un contexto culturalmente diverso.

Olivé ha sostenido la idea de que para sea posible el desarrollo de un proyecto intercultural, en el que participen las diversas comunidades en la vida política, económica y cultural de la sociedad global, es necesario que miembros de grupos diferentes se comuniquen, comprendan, establezcan principios de convivencia de común acuerdo y trabajen conjuntamente para lograrlos. Desde su enfoque no sólo se debe defender el derecho de las culturas a la diferencia,

sino también su derecho a participar activamente en la construcción de las sociedades nacionales y de la sociedad global, a preservarse, florecer, desarrollarse de manera creativa (Olivé, 1999a, p. 16).

Considero que un buen comienzo para alcanzar estas metas consiste en desarrollar un modelo de educación científica pluralista e integral, en tanto que en la realidad, la ciencia, como ha dicho Feyerabend (1975), pareciera haberse mantenido exenta de la crítica dentro del ámbito educativo.

La educación puede servir como: 1) una de las vías para el logro del diálogo, 2) elemento central del fomento de la visión pluralista sobre el conocimiento y 3) ejercicio para la construcción de la democracia, la cual se ha convertido en una de las metas deseables asignadas a la educación en ciencias.

Un **modelo dialógico intercultural de educación científica** debe incorporar la interacción entre lo científico y lo tradicional, basado en la idea de que no existen fronteras precisas e impenetrables entre una forma y otra de conocimiento, porque el saber existe en la interacción que los hombres realizan entre sí y con el mundo.

Que la práctica educativa deje de ser narrativa y comience a ser dialógica (Dascal, 1993) también implica reconfigurar los modos opresores en que ha devenido gran parte de la educación científica tradicional. La instrumentalización, la pasivización, la estandarización, la jerarquización, el autoritarismo son aspectos de esta práctica educativa que se puede calificar como opresora<sup>26</sup>.

La educación liberadora y pluralista supone, en cambio, que la realidad no es algo fijo, inmutable y dado, sino que es en parte una construcción humana que se puede criticar y reemplazar. Percatarse de esto es asumir una postura crítica combativa de todo cientificismo, que obliga a que los estudiantes de ciencias comiencen a reconocer los límites de la ciencia misma

---

<sup>26</sup> "...La escuela capitalista fue disciplinadora, homogeneizadora, estandarizadora, regulatoria, burocrática, formal y formalizadora, porque su misión era civilizatoria. Había que hacer de cada indio un *gentleman*, había que combatir la barbarie, había que pasar del conocimiento limitado de la experiencia y la tradición, al conocimiento estandarizado, objetivado, hecho de fórmulas y expresado en un reglamento... Pero lo instituido sobrevive a las condiciones sociales que presidieron su origen. Lo que en un momento era racional... hoy se vuelve totalmente obsoleto y sin demanda social.. Los niños aprenden poco y aprenden cosas inútiles..." (Tenti, 1998, p. 114).



y decidan libre y racionalmente, adoptando puntos de vista críticos de la autoridad.

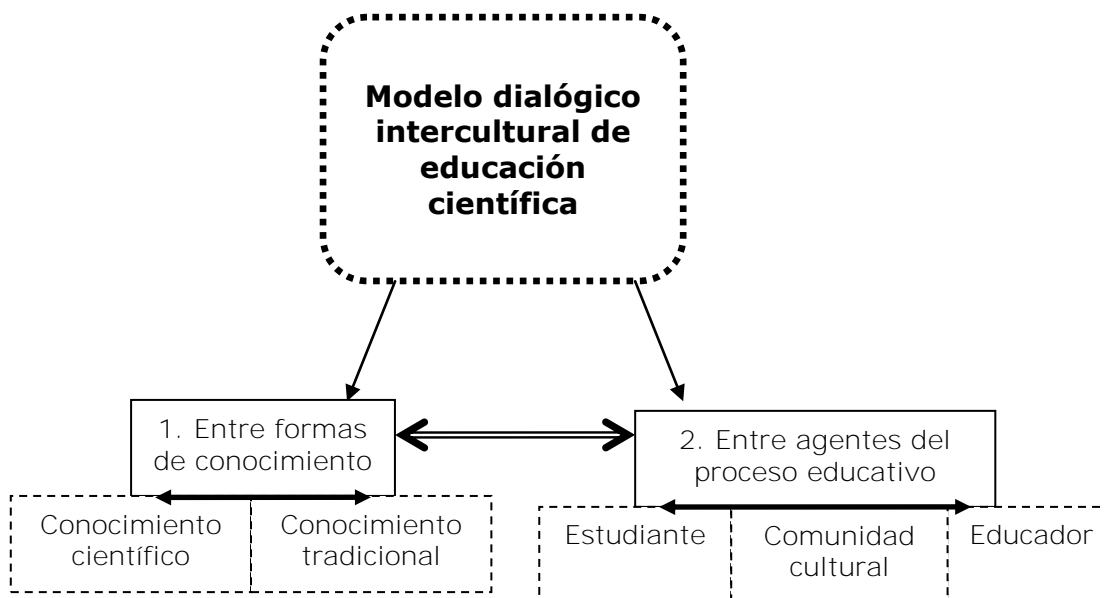
En la educación científica como espacio para el diálogo intercultural no se diluye a la ciencia ni se le hace equivalente al saber derivado de la tradición. Es una educación *científica* porque desarrolla la capacidad de distinguir *cuándo un conocimiento derivado de la ciencia resulta ser (científicamente) la opción más racional y legítima para solucionar un problema y cuándo no*, es decir, cuando lo más racional es aplicar o enfrentar una situación haciendo uso *de otras formas de conocimiento*. Actuar de forma científica no sería entonces elegir siempre a la ciencia como la respuesta a *todos* los problemas, sino *saber cuándo elegirla*, esto es saber evaluar y dar razones que sostengan el procedimiento elegido como base para cada acción.

En el siguiente capítulo desarrollaré la noción de diálogo presupuesto en el modelo dialógico intercultural de educación científica. Por lo pronto, cabe señalar únicamente que la noción de diálogo implicada considera, al menos, los siguientes dos niveles (Esquema 5):

1. El diálogo entre culturas, -entre formas diferenciales de conocimiento- (interculturalidad).
2. El diálogo entre agentes dentro del contexto escolar (relación maestro-alumno, maestro-comunidad cultural, alumno-comunidad cultural).

El primer nivel lleva a la reflexión sobre la educación científica como instrumento para la democracia, pues rebasa la esfera escolar y pasa a los asuntos que involucran la participación activa de los pueblos en los asuntos que les conciernen, en un ambiente de respeto y reconocimiento. *Cada comunidad humana debe participar activamente, junto con otras culturas, en la definición de la educación que desean para sí mismos.*

El diálogo transcultural incorpora las distintas formas de conocimiento que caracterizan a la pluralidad para hacer frente a la asimetría de la dominación contingente que ejerce una cultura sobre otra.



**Esquema 5.** Niveles de diálogo dentro del modelo dialógico intercultural de educación científica.

La globalización ha sido, en buena medida, un proceso de occidentalización, es decir, la imposición creciente de una única visión del mundo. La educación científica no debería seguir contribuyendo a la homogeneización de las culturas, sino que debe convertirse en fuente de preservación de la diferencia. Lo anterior se puede lograr a través del desarrollo de modelos educativos interculturales, así como de nuevas políticas culturales que propicien la participación de grupos marginados en los temas que les conciernen para mejorar sus niveles de vida, aprovechando los procedimientos y resultados derivados de la ciencia y la tecnología.

A pesar de que los criterios de racionalidad son específicos de cada comunidad epistémica, es posible y necesario desarrollar la habilidad para la comprensión mutua.

La promesa de que la concepción de la educación científica, como espacio de encuentro con el otro, pueda abrir la posibilidad de relacionarse con lo culturalmente diverso (Dascal, 1993), encuentra ejemplos en la historia de la educación de muchos países. Feyerabend (1975) explica lo fructífero que resultó el introducir la enseñanza de la medicina tradicional a las universidades de China. Aunque en principio se creyó que se arruinaría la ciencia en aquel

país, ocurrió lo contrario. La ciencia china avanzó aprovechando sus virtudes endógenas, y la ciencia occidental aprendió de ella. La ciencia, como otros productos culturales no-científicos, han hecho grandes contribuciones a la sociedad.

El segundo nivel de diálogo contemplado en el modelo educativo que desarrollaré ampliamente en el capítulo siguiente, se refiere a la relación educador-educando, educando-comunidad cultural, educador-comunidad cultural.

Sobre esta dimensión los trabajos de Freire han aportado bastante (Dascal, 1993), al describir cómo es que el sistema educacional vigente **funciona con base en lo que Freire denomina el concepto "bancario" de educación, un acto de depositar saberes en los educandos por parte del educador, en donde éste último será siempre 'el que sabe', en tanto los estudiantes serán siempre 'los que no saben' (Dascal, 1993).**

La educación reproduce así un patrón político de autoritarismo y dominación, donde los que tienen (conocimiento) subordinan a los que no tienen. Estos a su vez, son convencidos de que tienen que adquirir el conocimiento creado por otros para que puedan ascender a la posición dominante de los que tienen (Dascal, 1993).

Tanto en el enfoque de Freire como en el de Feyerabend, educar tiene una opción liberadora que permite la problematización de una situación concreta para actuar críticamente sobre ella con la base de poder tomar decisiones pertinentes, libres y racionales (Freire, 1973; Pérez, 2003).

**Educación no es extender algo desde la "sede del saber" hasta la "sede de la ignorancia", ni tampoco es** sustituir una forma de relacionarse con el mundo por otra. Educar es un *diálogo* con aquellos que:

"...casi siempre, piensan que nada saben, para que transformando su pensar que nada saben, en saber poco, puedan igualmente **saber más...**" (Freire, 1973, p. 25).

La educación científica no puede reducirse a que los estudiantes reciban conocimientos "ya hechos" para sólo aplicarlos a situaciones concretas (aunque, como se verá en el cuarto capítulo este saber "ya hecho" es

fundamental como punto de partida para crear y recrear nuevos saberes). Si el **educador supone que “los otros”, los que lo escuchan son objetos, se encontrará con una reacción de resistencia de los otros ante la invasión cultural y la pretensión de ser borrados con todo y sus diferencias que, precisamente, son las que los definen. Los otros, los estudiantes, son siempre sujetos que también tienen saberes, intereses y valores y que coparticipan de los actos del pensar y del actuar y se afirman como seres de decisión (Freire, 1973):**

**“...Ser dialógico es no invadir, no manipular... es empeñarse en la transformación constante de la realidad...” (Freire, 1973, p. 46).**

La educación científica, tanto como la educación en general, se pueden pensar como un proceso de mutua afectación entre hombres, grupos y sectores sociales, pueblos y naciones (de Alba, 2004, p. 162). No sólo como reproducción o transmisión de conocimientos u orientaciones valorativas, sino como la construcción de los mismos, considerando que es **en** las interacciones sociales en donde se construye el conocimiento para la solución de problemas y la formulación de cursos alternativos para la acción.

El diálogo concientiza, es decir, desarrolla una postura crítica frente a una situación concreta ante la cual se hace posible **elegir** entre caminos alternativos de acción.

La idea de la educación como práctica de la libertad para elegir, desarrollada por Freire y defendida por Feyerabend, implica considerar que la libertad es la mejor guía hacia el libre desarrollo y hacia la felicidad [como quiera que la defina cada quien] (Feyerabend, 1975). Liberar a la gente es hacerla comprender sus propios deseos, sin importar que tan diferentes pueden ser de los nuestros (Feyerabend, 1975). Es también preparar personas autónomas, ciudadanos responsables comprometidos con la construcción de una auténtica democracia.

La práctica educativa de la ciencia es un medio para la obtención de fines que no se pueden considerar evidentes; se les debe explicitar rigurosamente. Cuando se plantea que la educación científica debe contribuir a la formación de la democracia como uno de sus fines más relevantes, se debe

precisar la noción de democracia a la que se refiere la práctica educativa en cuestión. La formación ciudadana y el fomento de la democracia no se pueden asumir como fines indiscutibles de una necesaria educación científica, sin explicar los porqués de esta supuesta necesidad y sin especificar el significado de tales fines. Incluso se requiere de criticar y cuestionar la concepción instrumental misma de la educación en ciencias, pensada como un simple instrumento que sirve para cumplir algunas funciones sociales.

Propongo abordar esta discusión en el capítulo último, en el que paralelamente abordaré las nociones de diálogo, democracia y ciudadanía como parte de las implicaciones sociopolíticas que tendría la implementación de un modelo dialógico intercultural de educación científica que, apenas esbozado en líneas anteriores, será el motivo central del siguiente capítulo.

---

## **Recapitulación**

---

A lo largo de este capítulo he abordado algunas de las principales características del pluralismo constitutivo tanto del quehacer filosófico como del científico.

Entre ellas destacan:

- a) Suponer que ni la ciencia ni la filosofía nos pueden ofrecer representaciones últimas e incontrovertibles sobre el mundo y sobre el pensamiento humano.
- b) Sostener que hay una diversidad de puntos de vista y de formas legítimas de conocer e interactuar con el mundo.
- c) Admitir la posibilidad de crítica desde otros puntos de vista, así como la posibilidad de llegar a acuerdos racionales situados, distinguiéndose del relativismo arbitrario que se coloca fuera de los límites del juicio racional y en el que todo vale.
- d) Defender la importancia de la interacción entre culturas con esquemas conceptuales distintos, como base del progreso

filosófico y científico, y como punto de partida para el desarrollo de proyectos auténticamente interculturales.

Del pluralismo en filosofía al pluralismo en la ciencia, trasladé esta visión al terreno de la educación científica.

Hablar de pluralismo en la educación científica implicó volver a abordar críticamente los trabajos de autores como Gil y Vázquez, quienes desarrollaron una definición de alfabetización en ciencias sostenida en una cierta **caracterización de la "naturaleza de la ciencia"**.

Desde el enfoque pluralista discutí el hecho de que no hay una mejor caracterización de la naturaleza de la ciencia que otra y que no se puede sostener, en abstracto, sin razones derivadas de una orientación valorativa, que un punto de vista sea superior e intrínsecamente mejor que otro, sólo por ser culturalmente dominante.

Crear que la imagen de la ciencia derivada del movimiento CTS, y asociada al concepto de alfabetización en ciencias o al enfoque educativo Ciencia para Todos, es intrínsecamente superior a otras imágenes, conllevaría a suponer que el progreso en filosofía de la ciencia y en educación científica ha llegado a su fin y que, además, se ha alcanzado una definición correcta y última para la educación científica. Continuar la tarea crítica es esencial para la renovación permanente del quehacer filosófico y científico.

También discutí alrededor de la importancia de que sea el contexto educativo sobre la ciencia, en primera instancia, el espacio a partir del cual el pluralismo sea llevado a la práctica.

Considero que frente a la pluralidad de saberes que existen sobre el mundo, la ciencia no debe adquirir su legitimidad de forma ciega, autoritaria o impositiva, sino que debe mantener vivo el espíritu crítico que la caracteriza. Una vía para la crítica la constituye, sin duda, la capacidad de diálogo intercultural.

Propongo que resignificar la educación científica como espacio para el diálogo intercultural (tanto entre la ciencia con otros saberes, como entre el estudiante, el profesor de ciencias y la comunidad más amplia donde tiene lugar el proceso educativo de la ciencia) es el primer paso para reconfigurar la

manera en que ha sido comprendida la educación científica fuera del enfoque pluralista.

En el próximo capítulo desarrollaré las bases de las que partiría un modelo dialógico intercultural de educación científica que sea capaz de desplegar horizontes y de señalar rumbos que, en su implementación, puedan incidir en la transformación de la sociedad en que vivimos.

El modelo que busco proponer, debe considerar nuestras posibilidades culturales e históricas, con pleno respeto de las identidades y con respuestas concretas a los problemas propios de nuestra multiculturalidad.

Se trata de un ejercicio de reflexión entre lo que es y lo que podría ser. Al fin y al cabo, gran parte de la tarea filosófica es proyectar nuevas posibilidades, explorando lo que aún no ha sido.





# Capítulo 3

## ***La educación científica como espacio para el diálogo intercultural***

---

### **3.1. Introducción**

---

En el capítulo anterior describí cómo, a través de la perspectiva pluralista, es posible reconocer la diversidad axiológica constitutiva no sólo del quehacer filosófico, sino también de la ciencia, de la filosofía de la ciencia y de la educación científica.

También expuse cómo la adopción de cualquier posición filosófica implica siempre una elección racional dependiente de un punto de vista, lo que coloca a la diversidad de valores en la base de la explicación de la inagotable lucha de los sistemas, de la pluralidad y del permanente desacuerdo existente frente a los problemas filosóficos. En filosofía se admiten siempre soluciones diferentes que pueden aprobarse como racionales según ciertos estándares; la comprensión y el respeto de los valores de los otros son posibles, apropiados y necesarios para mantener vigente la crítica y el desarrollo del pensamiento humano.

Además, señalé la importancia de que la educación en ciencias evite tratar marginalmente algunas formas tradicionales de conocimientos, privilegiando ciegamente una visión científica sin precisar las razones para hacerlo, puesto que el mundo derivado de la ciencia no es el único, ni tampoco el mejor de los mundos posibles. El pluralismo puede servir como punto de partida para la construcción de las bases para un modelo educativo de la ciencia que permita la interacción dialógica necesaria, por un lado, para frenar el relativismo extremo asociado a una interpretación inadecuada y radical de la

perspectiva pluralista de la ciencia, y por el otro, para promover el intercambio entre culturas y formas diversas del conocimiento.

La pluralidad de saberes distintos del científico ya no puede ser ignorada por el proceso educativo sobre la ciencia, pues de lo contrario, éste podría convertirse en una forma de homogeneización autoritaria impuesta sobre los pueblos que constituyen a las naciones; un asunto que cobra una mayor relevancia si se trata de realidades multiculturales como la mexicana.

Para hacer frente a este riesgo educativo homogeneizante, en el capítulo anterior planteé la posibilidad de desarrollar un modelo dialógico intercultural de educación científica que, basado en la idea de que no existen fronteras precisas, inmutables e impenetrables entre una forma y otra de conocimiento, sea capaz de fomentar la relación entre lo científico y lo tradicional, dejando ver que el saber sólo existe en la interacción que las personas realizan entre sí y con el mundo.

En este tercer capítulo desarrollaré los supuestos básicos que caracterizan a este modelo de educación científica. Para ello, en primer lugar discutiré la compleja relación que guardan los conocimientos científicos y los conocimientos tradicionales para defender la idea de que no existen demarcaciones entre ellos que sean neutrales y que no respondan a un conjunto dado de valores. Posteriormente presentaré una caracterización de los conocimientos tradicionales y propondré que es en la interacción dialógica (entre agentes que pueden pertenecer a distintas culturas) en dónde el saber se construye y adquiere su sentido.

En un esfuerzo por comenzar a construir las bases de una educación científica como lugar de encuentro de la pluralidad, desarrollaré la noción de diálogo como eje para la resignificación de lo que se entiende por ciencia misma y por educación en ciencias. Asimismo presentaré los supuestos básicos (teóricos y operativos) de los que partiría un modelo educativo de la ciencia como espacio para el diálogo intercultural.

Como se verá con detalle a lo largo de este capítulo, el modelo educativo intercultural que propongo consta de tres partes: I. Una serie de **supuestos teóricos**, o puntos de partida epistemológicos que dan sustento al modelo

mismo (y que tienen que ver con la relación entre los conocimientos científicos y tecnológicos y los conocimientos tradicionales generados por los pueblos indígenas); II. Una serie de **supuestos operativos**, o condiciones y mecanismos en los que ocurre el diálogo intercultural por medio del cual opera este modelo (donde se proponen a las espirales de enseñanza-aprendizaje de la ciencia como las unidades analíticas que permiten entender cómo opera el proceso de educación para cada contexto cultural, éste último delimitado por un conjunto particular de deseos, valores, problemas y necesidades que se buscan satisfacer por medio de la educación) y; III. Una serie de **resultados esperados**, o consecuencias de la práctica educativa de la ciencia como diálogo intercultural (donde se propone, básicamente, a la transformación de las identidades y de las prácticas sociales como principal resultado de incorporar a la ciencia dentro de cada comunidad cultural).

Es fundamental para la conceptualización de este modelo educativo, que se considere que los estudiantes son siempre sujetos con saberes, intereses y valores, que coparticipan de los actos del pensar y del actuar como seres de decisión; esto hace que la educación científica no se reduzca a que los estudiantes reciban conocimientos **ajenos a su realidad y "ya hechos"**, sin estar también preparados para poder evaluarlos y aplicarlos a situaciones concretas y de relevancia dentro de su propia cultura.

Finalmente orientaré la discusión hacia la idea de que la educación en ciencias implica una transformación de las prácticas sociales que definen las vidas concretas de las personas y sus identidades. En la educación científica **vista como espacio para el diálogo intercultural, las personas no "dejan de ser"** quienes eran antes, suprimiendo y desdibujando su identidad cultural originaria **para "convertirse" en "sujetos científicos y de razón"**, sino que transforman sus identidades mediante el enriquecimiento cultural mutuo, ampliando sus formas de ver e interactuar críticamente entre sí y con el mundo.

El diálogo se coloca, pues, como el instrumento con el que se puede ir entretejiendo a la ciencia en la reconfiguración de las formas de vida de las personas. Aún con los riesgos que implica el uso de las metáforas, propongo la siguiente: mirar al diálogo como una aguja de costura y a la ciencia como uno

de los tantos hilos que a su paso, van reconstruyendo las identidades, no sólo de las personas y de sus comunidades, sino también de la ciencia misma, de su filosofía y de su proceso educativo, los que en su conjunto y para completar la metáfora, representarían a la tela o tejido. Luego del paso de la aguja y el hilo, ningún tejido puede seguir siendo el mismo.

El diálogo es un camino hacia la resignificación no sólo de la educación científica, sino también de la democracia y de la ciudadanía en su relación con el proceso educativo.

---

### **3.2. Conocimientos científicos y conocimientos tradicionales: repensando las fronteras**

---

Existen distintas formas legítimas de obtener conocimientos confiables. Desde la visión pluralista, la ciencia no se considera como la única representación de la realidad con criterios epistemológicos universales y superiores. Su validez no es absoluta ni se da en abstracto, sino que depende de su relación con los intereses, necesidades y valores de los que la crean, recrean y utilizan (Dascal, 1993).

Como he señalado en el capítulo anterior, el reporte sobre Conocimiento Tradicional realizado por ICSU-UNESCO (2002) ha revelado cómo es que saberes tradicionales que parecen, en principio, supersticiones a la vista de un observador, han probado ser apropiadas y sólidas maneras de resolver y de lidiar con los problemas cotidianos, mostrándose fructíferos en la búsqueda de soluciones adecuadas y eficientes a muchos de los problemas de las comunidades.

Es común que el conocimiento científico se contraponga con el conocimiento tradicional, pues al primero se le caracteriza por ser sistemático, reduccionista e individualista, mientras que al segundo se le atribuyen características tales como ser empírico, holístico y colectivo. No obstante, muchas veces este contraste carece de sustento, en tanto que muchos sistemas de conocimientos, sean científicos o tradicionales, comparten características con respecto a las formas en que se generan; ambos son

empíricos, porque están enraizados en la experiencia, holísticos y colectivos, pues su validez depende de la aceptabilidad racional intersubjetiva por parte de la comunidad que los sustenta.

Para México, un país conformado por una gran diversidad de pueblos indígenas, el estudio de los saberes tradicionales reviste de notable importancia, porque éstos constituyen los recursos intelectuales que han servido durante años para organizar, analizar, interpretar y modificar el mundo.

Tanto en la generación de los saberes tradicionales como en la producción del conocimiento científico subyacen procesos y elementos comunes que dan como resultado la existencia de fronteras difusas en su definición. Ambos sistemas son producto y al mismo tiempo son fuente de la capacidad creativa e innovadora de los sujetos; y ambos pueden complementarse para responder de manera eficaz, eficiente y novedosa a los problemas humanos.

Frente al mosaico de saberes genuinos que existen sobre el mundo, la ciencia no debería adquirir su legitimidad de forma ciega, autoritaria o impositiva, sino que debería mantenerse abierta a la crítica que la caracteriza.

La postura pluralista permite entender y promover las relaciones entre culturas distintas, dejando entrever que es en la interacción (que bien puede tener la forma de diálogo intercultural) en la que los conceptos adquieren significados, permitiendo la crítica y comprensión de otros puntos de vista.

¿Cómo distinguir entre la ciencia y estos otros saberes? ¿Qué características tienen los conocimientos tradicionales? ¿Dónde reside su legitimidad? Propongo abordar estas cuestiones en las secciones que a continuación se desarrollan.

### ***3.2.1. Una aproximación a los conocimientos tradicionales: el estudio de P. Winch***

A pesar de que el mundo en que vivimos es pluricultural y de que en él existen una gran cantidad de formas de conocimiento, Carrillo (2006) señala que se ha construido una imagen de los saberes de los pueblos indígenas bastante

reducida, que los separa del contexto cultural y de los fines a que responden, anulando su historia y la dinámica que los mantiene vivos y en movimiento. Cada práctica y conocimiento generado dentro de comunidades culturales tradicionales suele analizarse fuera de su ámbito y con los parámetros de la ciencia, desligando los saberes de su contexto cultural y de la cosmovisión en que se insertan, de los valores que conllevan y de las dimensiones sociales inherentes a toda forma de conocimiento (Carrillo, 2006).

El conocimiento tradicional no sólo representa, de acuerdo con Boege (2000), a los saberes actuales de los pueblos indígenas acerca del entorno natural que los rodea, ni tampoco a los conocimientos sobre cómo cuidarlo y cómo utilizarlo. El conocimiento tradicional es mucho más que eso:

**"...son saberes que forman parte del manejo de la biodiversidad misma... a través del tiempo... [en donde] no es posible separar lo espiritual de lo material... producto de siglos de innovaciones producidas colectivamente, de generación en generación. Las comunidades de los pueblos indígenas tienen conocimientos ecológicos, agrícolas, medicinales, que se van adaptando según las nuevas necesidades. A este [conjunto] llamamos conocimiento tradicional, porque se ha venido formando ancestralmente a partir de la relación con el territorio y la naturaleza. Este conocimiento pertenece a toda la comunidad y no a una sola persona o compañía..." (Boege, 2000, p. 24-25, paréntesis mío).**

Los conocimientos tradicionales son instrumentos y guías en la vida cotidiana de muchos pueblos nativos; combinan creencias con saberes prácticos, creando un orden espacial y temporal específico que impone ciertas razones que justifican determinados comportamientos.

Para Argueta (1997), los sistemas de saberes tradicionales casi siempre son de carácter local o regional, de transmisión oral, aprendidos por observación directa y experiencia personal, se elaboran de manera intuitiva e incluyen componentes de creencia y emoción subjetiva; generalmente son holísticos y globalizadores y aspiran a la profundidad. Aunque Argueta no los opone a los saberes científicos y, por el contrario, defiende la complementación con ellos bajo circunstancias específicas para resolver problemas concretos, señala que es evidente y bastante generalizado el hecho de que al conocimiento tradicional se le contraponga con el científico, pues a grandes rasgos, al primero se le reconoce como irracional y cerrado, mientras que al segundo se le considera teórico, racional y abierto (Carrillo, 2006; Delgado y

Escóbar, 2006). No obstante, la separación entre conocimiento tradicional y científico lleva implícito un acto de valoración de una parte y de devaluación de la otra, lo que ha generado desigualdades profundas entre ellos.

Lo anterior revela que no se puede ofrecer una caracterización de lo que son los conocimientos tradicionales y contrastarla simplemente con los conocimientos científicos sin que ello implique una carga valorativa y una serie de consecuencias sobre el realismo, la racionalidad y la concepción de verdad. Las caracterizaciones de lo que son los distintos tipos de saberes son históricas y no están dadas de una vez y para siempre. Si queremos entender qué son los conocimientos tradicionales y su relación con la ciencia, el análisis del trabajo de Peter Winch resulta de gran utilidad como punto de partida.

En "*Comprender una sociedad primitiva*" P. Winch (1987) se plantea la pregunta sobre cómo entender los valores, concepciones y costumbres de una sociedad esencialmente distinta de la nuestra. Para dar una respuesta, Winch realiza un análisis crítico del texto titulado "*Brujería, magia y oráculos entre los azande*" de E.E. Evans-Pritchard.

Como muchos otros pueblos indígenas, señala Winch (1987; 1991), los azande africanos tienen creencias que nosotros de ninguna manera podemos compartir, y prácticas que nos resultan particularmente difíciles de entender. Los azande creen que algunos de sus semejantes son brujos, y que ejercen una oscura influencia maligna en la vida de sus compañeros. Participan en ritos para contrarrestar la brujería, consultan oráculos y usan medicinas mágicas para protegerse ellos mismos del perjuicio.

Winch afirma que la tarea del antropólogo ha consistido en el estudio de estos pueblos desde los criterios de racionalidad demandados por la cultura occidental a la que pertenecen los antropólogos:

**"...una cultura cuya concepción de racionalidad está profundamente afectada por los logros y métodos de las ciencias, y que asume las creencias en la magia o las prácticas de consultar los oráculos, casi como paradigma de lo irracional..."**  
(Winch, 1991, p.82).

Sin embargo, evaluar una cultura con los criterios de otra da como resultado suponer que las creencias azande sobre la influencia de la brujería, la eficacia de las medicinas mágicas, el papel de los oráculos para revelar lo que está

pasando y lo que sucederá, son erróneas e ilusorias, puesto que desde la ciencia se ha demostrado que no hay relaciones de causa y efecto entre estas **creencias y prácticas "irracionales"**.

El trabajo de Evans-Pritchard al respecto resulta de particular interés para la reflexión de Winch, puesto que intenta dar cuenta de las creencias azande tal y como se les presentan a los mismos azande y no vistas bajo los criterios científicos. Nuestro acercamiento científico, señala Evans-Pritchard, es una función de nuestra cultura, así como el acercamiento mágico de los **"salvajes" debe ser función de la suya y no se debe considerar a un "salvaje"** como inferior porque sus creencias las adoptó de su herencia cultural. Tanto **"ellos" como "nosotros" tenemos patrones de pensamiento estipulados por las sociedades en las que vivimos, por lo que podemos decir que el contenido social de nuestras ideas es científico "porque concuerda con la realidad objetiva", mientras que el contenido social de las ideas de los salvajes es acientífico "ya que no concuerda con la realidad" y puede ser también místico "ya que asume la existencia de fuerzas supra-sensibles", afirma Evans-Pritchard.**

La crítica de Winch a estas afirmaciones se dirige en principio a la caracterización que hace Evans-Pritchard de lo científico como aquello que concuerda con la realidad. Para Winch, la realidad no es la que le da sentido al lenguaje, puesto que lo real y lo irreal se manifiestan **en** el sentido del lenguaje. La distinción entre lo real y lo irreal, así como el concepto de concordancia con la realidad, pertenecen a nuestro lenguaje. Los conceptos tienen significados dentro de los lenguajes en que son utilizados; sería erróneo suponer que los criterios empleados en la experimentación científica constituyen una verdadera unión entre nuestras ideas y una realidad independiente, mientras que aquellos que son característicos de otros sistemas de pensamiento, en particular los métodos mágicos de pensamiento, no lo hacen. Referirnos a las prácticas azande como supersticiosas, ilusorias o irracionales lleva detrás el peso de nuestra cultura y de su definición de racionalidad.



Si uno quiere caracterizar las formas de conocimiento existentes (científicas y tradicionales, como es la intención de este primer apartado), uno tiene que ser sumamente cuidadoso y consciente de la posición axiológica con la que se compromete. Esto lo ha dejado claro Winch en su crítica a la siguiente tipología realizada por Evans-Pritchard (citada tanto en Winch, 1987 p. 42, como en Winch, 1991, p. 86<sup>1</sup>):

- “Nociones *místicas*... son patrones de pensamiento que atribuyen a los fenómenos cualidades supra-sensibles, las cuales, o parte de las mismas, no se derivan de la observación o que no pueden ser inferidas lógicamente de ella, y que *dichos fenómenos no poseen*.”
- Nociones de *sentido común*... se atribuyen a los fenómenos o a lo que el hombre observa en ellos o lo que puede inferirse lógicamente de la observación. Mientras una noción no afirme algo que no haya sido observado, no se clasifica como mística, a pesar de ser errónea debido a una observación incompleta.
- Nociones *científicas*... La ciencia se ha desarrollado a partir del sentido común, pero es mucho más metódica y dispone de mejores técnicas de observación y de razonamiento. El sentido común usa la experiencia y reglas prácticas. La ciencia usa experimentos y reglas de lógica... *Nuestro cuerpo de conocimientos científicos y la lógica son los únicos árbitros de lo que son las nociones místicas, las de sentido común, y las científicas*. Sus juicios nunca son absolutos.
- *Comportamiento ritual*. Cualquier comportamiento que sea respaldado por nociones místicas. *No hay ningún nexo objetivo* entre la conducta y el evento que se desea causar; este comportamiento generalmente sólo nos es inteligible cuando conocemos las nociones místicas asociadas con él.
- *Comportamiento empírico*. Cualquier conducta que sea respaldada por nociones de sentido común.”

Estas definiciones llevan consigo ciertas cargas valorativas que implican que aquellos que usan nociones místicas y que tienen un comportamiento ritual cometen una especie de error, detectable con la ayuda de la ciencia y de la lógica.

Para Winch, siguiendo a Wittgenstein “...los límites de mi lenguaje significan los límites de mi mundo...”. Lo que cuenta como “acuerdo o desacuerdo con la realidad” toma tantas formas diferentes como tantos usos diferentes del lenguaje hay. La lógica llena al mundo y por lo tanto, los límites del mundo son también sus límites.

Como desarrollé en el capítulo anterior, la perspectiva pluralista transforma el modo de aproximarse a problemas tales como el realismo, la

---

<sup>1</sup> Las cursivas son de Winch, no de Evans-Pritchard.

racionalidad y la concepción de verdad. Desde dicha posición, no todos los lenguajes tienen el mismo tipo de relación con la realidad<sup>2</sup>; no se puede afirmar tajantemente que nuestro concepto de realidad es el correcto y que el de los azande o de algún otro pueblo indígena está equivocado sin asumir un cierto punto de vista.

De acuerdo con los azande, la brujería es un poder que poseen ciertos individuos para **hacer daño a otros por medios "místicos"**. Su base es una **condición orgánica heredada, "sustancia de la brujería", que no entraña ningún ritual mágico especial o medicinal**. Los azande constantemente recurren a ella cuando se ven afectados por la mala suerte, no tanto para excluir explicaciones en términos de causas naturales, las que por cierto, afirma Winch, los azande son perfectamente capaces de darse a sí mismos, sino para explicar porqué los eventos son dañinos al hombre (más no cómo suceden). La forma más importante de detectar la influencia de la brujería y de identificar a los brujos es por la revelación de los oráculos, de los cuales, el más importante es el **"oráculo del veneno"**<sup>3</sup>. En una consulta del oráculo se administra *benge* a un ave de corral, mientras se formula una pregunta cerrada cuya respuesta sólo pueda ser "sí" o "no". La muerte o sobrevivencia del ave se estipula con **antelación según sea la respuesta un "sí" o un "no"**. La respuesta se confirma entonces administrándole *benge* a otra ave y haciendo la pregunta en sentido inverso<sup>4</sup>. El oráculo del veneno es totalmente influyente en la vida de los azande, quienes estarían totalmente perdidos sin él, ya que las decisiones importantes en la vida de una persona se toman con referencia a éste.

Como señala Winch, para nosotros es difícil comprender de qué se trata cuando los azande consultan sus oráculos, pero a ellos podría parecerles igualmente increíble que los movimientos de los ingenieros implicados en la construcción de un puente requieran de cálculos y reglas matemáticas que aseguren la estabilidad del puente. Las revelaciones del oráculo no se tratan

---

<sup>2</sup> La relación entre lenguaje y realidad no es una relación simple entre un conjunto de descripciones y aquello que es descrito (Winch, 1987, p.90).

<sup>3</sup> El concepto de veneno de los azande, señala Winch, es distinto del nuestro, pues no consideran al *benge*, ni se comportan frente a él, como nosotros lo hacemos ante cualquier veneno.

<sup>4</sup> "... ¿Es el príncipe ndoruma responsable de haber puesto medicinas malas en el techo de mi choza? El ave muere al responder sí... ¿el oráculo habló con la verdad cuando dijo que ndoruma era responsable? El ave sobrevive al responder sí..." (Winch, 1987, p. 45).

como hipótesis o cuestiones de interés intelectual, pero son la forma principal en que los azande deciden cómo actuar, qué llevar a cabo y qué no<sup>5</sup>.

**Ante las contradicciones, cuando el oráculo responde primero que "sí" y luego que "no" a la misma pregunta, los azande dan varias explicaciones e interpretaciones ingeniosas<sup>6</sup> dentro de su red de creencias.** Los azande no perciben la contradicción como nosotros, pareciera que no exigen en su pensamiento "una conclusión lógica" y que el contexto desde el cual se detecta la contradicción, el de la cultura científica, no está en el mismo nivel que el contexto en el cual operan los azande. Las nociones azande de la brujería, afirma Winch, no constituyen un sistema teórico que busca obtener conocimiento científico del mundo, y sin embargo, el sistema de magia azande constituye un universo de discurso tan coherente como la ciencia, en función del cual pueden discernirse una concepción inteligible de la realidad y claras maneras de decidir qué creencias concuerdan o no con esa realidad (Winch, 1987).

De lo anterior cabe recalcar que en la comprensión de otras culturas debería quedarnos claro de quién es el criterio de racionalidad al que se alude, ya que las formas en que la racionalidad se expresa a sí misma en las culturas humanas no pueden elucidarse simplemente en términos de la coherencia lógica de las reglas de cada cultura. Más allá de lo coherente o incoherente de tales reglas *debería importar más el sentido que tiene el seguir esas reglas dentro de esa cultura*<sup>7</sup> (Winch, 1991).

Winch se manifiesta en contra de creer que la explicación de por qué en una sociedad ciertas acciones se consideren racionales tenga que ser para nosotros una explicación en términos de conceptos inteligibles únicamente para nosotros. Este autor critica la idea de que sólo en la ausencia total de cualquier práctica de la ciencia, podrían considerarse racionales las creencias

---

<sup>5</sup> Se consulta un oráculo principalmente para determinar si las condiciones son propicias para emprender algo importante y potencialmente arriesgado, lo que no garantiza que hacerlo sea un éxito o no, pues la relación de lo que se dice con el futuro es muy compleja e indeterminada.

<sup>6</sup> Puede decirse que se está usando el *benge* malo, que el oráculo mismo está influido por la brujería, que la pregunta no se puede responder de forma actual, entre otras.

<sup>7</sup> Winch subraya la tesis de que toda conducta significativa está regida por reglas, por lo que su comprensión requiere reconstruir esas reglas existentes en el contexto específico de los agentes (Velasco, 2000). Estas reglas determinan el tipo de fines que es posible proponerse en determinadas circunstancias y a partir de los cuales se puede apreciar qué tan racional es una acción con respecto al fin proyectado.

de los azande. Afirmar que los criterios de los azande son de hecho racionales, implica decir que lo son desde nuestra perspectiva.

De aquí que, si la pretensión de este primer apartado es ofrecer una caracterización de lo que son los conocimientos tradicionales, debemos partir de aceptar que *la forma científica no puede ser el único paradigma contra el cual hay que calibrar la legitimidad intelectual de otros modos de pensamiento*. Lo anterior porque, siguiendo a Winch, los estándares de racionalidad en sociedades diferentes no siempre coinciden con los nuestros<sup>8</sup>. *Para comprender otras culturas y sus conocimientos es necesario ampliar nuestra propia cultura* y no simplemente tratar de incorporar la ajena dentro de los límites ya existentes para la propia. En el proceso de comprensión no se busca invocar “nuestras propias normas de racionalidad”, sino aceptar que nuestra noción de racionalidad puede tener muchas lecturas e interpretaciones:

*“...Debemos estar abiertos a nuevas posibilidades de lo que podría aceptarse bajo la etiqueta de “racionalidad”, -posibilidades que quizás se sugieren y limitan por lo que hasta ahora hemos aceptado así, pero no determinadas únicamente por ello-... [Lo que] puede aplicarse a las posibilidades de que encontremos formas de racionalidad diferentes a las nuestras en una cultura extraña... ” (Winch, 1987, p. 67 y Winch, 1991, p. 94, paréntesis y cursivas mías).*

Considero al igual que Winch, que entender cómo la magia azande se relaciona con la ciencia no significa que tengamos que ver las prácticas azande (lo mismo que a los diversos conjuntos de conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas) menos complejos a la luz de las prácticas científicas de nuestra cultura o como una forma primitiva de la ciencia. Como nosotros no tenemos una explicación que se parezca a la categoría azande de la magia y puesto que queremos entenderla, debemos *ampliar* nuestro modo de comprender, abriéndole un espacio a esta nueva categoría, en lugar de insistir en verla en términos de una distinción como la de ciencia/no-ciencia o como la de ciencia/saber tradicional.

---

<sup>8</sup> Y aún los nuestros son bastante heterogéneos. El estudio de Morey y Vi Sokolskis (1998) explora nuevas perspectivas con respecto al concepto tradicional de racionalidad, el cual se ve desafiado frente al caso de los azande, cuyo estudio ha posibilitado desarrollar alternativas a la lógica tradicional, escapando de las consecuencias indeseables de un racionalismo muy excluyente, por un lado, y de un relativismo que desemboca en la inconmensurabilidad, por el otro.

Si bien es cierto que sólo podemos comprender las categorías azande con nuestros propios recursos y desde nuestros esquemas conceptuales esto no equivale a que sea correcto evaluar la magia con criterios destinados a otras categorías. No podemos dar cuenta del comportamiento social de otras culturas independientemente de nuestras propias normas de racionalidad. Pero tampoco, los conceptos usados por los pueblos indígenas sólo pueden ser interpretados en el contexto de la forma de vida de esos pueblos, puesto que esto equivaldría a sostener una postura relativista extrema, tal como la describí en el capítulo anterior. La creencia en oráculos y brujos puede y debe ser criticada, pero hay muchas formas de hacerlo.

De acuerdo con Winch, no hay ninguna razón para suponer que el **concepto mágico azande de "A afectando a C" tenga, en lo más mínimo, el mismo significado de "influencia causal" del contexto científico, que a su vez puede tener distintas interpretaciones, pero esto no quiere decir que seamos incapaces de encontrar formas de pensamiento en nuestra propia cultura que nos ayuden a entender a los azande.** Con esto Winch se aleja de ser calificado como un relativista extremo; aunque reconoce que no se pueden usar unas categorías culturales para juzgar a otras, Winch no niega la interacción crítica que frena al relativismo radical.

Lejos de comprometerse con aceptar como racionales todas las creencias formuladas en conceptos mágicos o todas las prácticas llevadas a cabo siguiendo tales creencias, Winch distingue entre un sistema de creencias y prácticas mágicas como el de los azande, que es uno de los principales fundamentos de toda su vida social, y creencias y ritos mágicos sostenidos por personas pertenecientes a nuestra propia cultura. **Con ello, se separa del "todo vale" asociado al relativismo devastador.**

Para Winch, *la magia azande tiene sentido dentro de los intereses de los propios azande*; dentro de la tradición azande puede expresar una actitud hacia lo contingente, hacia el reconocimiento de que la vida de uno está sujeta a eventualidades, más que un intento por controlarlas, por lo que la magia tiene una relación con un sentido del significado de la vida humana. La comprensión y el aprendizaje de una cultura extraña no se pueden dar

solamente en términos de cualquier conjunto de reglas y convenciones, porque lo que alguien dice o hace tiene que ver, no solamente con la realización de una actividad concreta, sino con su vida misma y con la vida de las otras personas con quienes convive<sup>9</sup>:

**"...Si alguien ve el sentido de lo que está haciendo, dependerá de si es capaz de ver cualquier unidad en sus variados intereses, actividades y relaciones con otros; la clase de sentido que vea en su vida dependerá de la naturaleza de esta unidad... no depende meramente del individuo interesado [sino] también de las posibilidades de obtener tal sentido a partir de lo que la cultura en la que vive le proporciona o no..." (Winch, 1991, p. 97, paréntesis mío).**

Los conocimientos y creencias (sean tradicionales o científicos) guardan una relación estrecha con las prácticas sociales que dan sentido a las culturas, un asunto en el que ahondaré en la última sección de este capítulo, y que es relevante ahora si queremos entender la dificultad de definir y distinguir los conocimientos tradicionales.

Al estudiar otras culturas y sus conocimientos no sólo *podemos aprender* distintas posibilidades de hacer las cosas, sino *otras posibilidades de valorar y darle sentido a la vida humana*<sup>10</sup>. La magia azande, así como otros conjuntos de conocimientos tradicionales, son formas de expresión de estas múltiples posibilidades.

Comprender otra cultura debe ir más allá de evaluar su lejanía con la ciencia y más allá de simplemente apelar a la autoridad científica como institución dentro de nuestra cultura, que no necesariamente lo es para otras personas. La comprensión de la otredad debería constituirse como un camino para comprender el sinsentido de gran parte de nuestra propia cultura y para apreciar la posibilidad de la crítica y la riqueza que emerge de la consideración de otros puntos de vista.

El trabajo de Winch nos enseña que entender qué son los conocimientos tradicionales, y la relación que guardan con la ciencia, implica aprender nuevas

---

<sup>9</sup> "...Los juegos del lenguaje son jugados por hombres que tienen vidas que vivir, vidas que incluyen una amplia variedad de intereses, que se afectan entre ellas de muy diferentes maneras..." (Winch, 1987, p. 77).

<sup>10</sup> El trabajo de Gómez (2003) sobre el mundo de vida maya-tzeltal en los Alto de Chiapas, México, describe cómo los saberes indígenas implican la memoria y una serie sucesiva de actos de sentido comunitarios que no se reconocen en conceptos verbalizados sino en prácticas del "saber ser", del "saber estar", del "saber dar uso" y del "saber hacer". La cultura es, pues, el sistema de creencias y prácticas, de sentido y significado creado históricamente, en torno a los cuales un grupo de seres humanos comprende, regula y estructura sus vidas individual y colectivamente (Parekh, 2000).

maneras de expresión humana y nuevas cosas que expresar, ampliando el contenido de nuestros mundos. Si queremos comprender qué son los conocimientos tradicionales no podemos esperar una simple definición que coloque bajo una misma etiqueta a un conjunto heterogéneo de saberes estrechamente ligados a los sujetos que los generan dentro de un contexto cultural que les atribuye ciertos valores. Abordar la relación de la ciencia con los conocimientos tradicionales nos enfrenta de este modo, más que a un dualismo, a un pluralismo en el que no se puede describir lo que son ciertos tipos de saberes independientemente de los agentes que los generan, de sus identidades culturales y del papel que juegan dentro de los contextos y modos de su actividad social.

Si bien es cierto que no todo es conocimiento y que no toda creencia indígena es conocimiento tradicional, también es cierto que lo que es aceptable o no como conocimiento, así como lo que cuenta como racional, confiable o legítimo varía a lo largo del tiempo y del espacio.

Hay formas distintas de tener conocimientos confiables, y el conocimiento tradicional al igual que el científico no es un bloque monolítico sin historia; en el tiempo han cambiado las concepciones acerca de lo que se considera un hecho relevante, un criterio de racionalidad, un valor, un método confiable. Lo que parece inteligible y aceptable para uno mismo puede ser incomprensible e inaceptable para otros. Las distintas creencias no están sujetas a la evaluación desde un criterio último y absoluto, porque ello cerraría las oportunidades de encontrarse con nuevas maneras de entender el mundo y de expandir el terreno de lo posible.

Las comunidades indígenas al igual que las científicas constituyen una parte de la realidad social que abarca actividades, creencias, saberes, intereses, valores y normas que dan lugar a diversos conocimientos que tienen sentido dentro de ese contexto para el que fueron creados.

Así como no hay una esencia de la ciencia tampoco la hay para el saber tradicional. No hay criterios inmutables que nos permitan distinguir lo que es la ciencia de lo que no es y lo que es un saber genuinamente tradicional de lo que no lo es.

Para distinguir entre un conocimiento confiable (sea científico o tradicional), Winch nos ha mostrado la importancia de apelar a las tradiciones para entender el sentido que dentro de ellas tiene tal o cual creencia.

De acuerdo con Olivé (2000), las tradiciones establecen estándares con respecto a: 1. Los problemas que se quieren resolver por considerarlos legítimos; 2. Los recursos conceptuales necesarios para entender los problemas que se aceptan como legítimos y; 3. Las técnicas, métodos y fines mediante los cuales se pretende solucionar tales problemas. La legitimidad de estos tres aspectos es evaluada por los miembros de esa tradición que puede ser o no científica; son ellos quienes deciden sobre la aceptabilidad de un cuerpo de conocimientos y de prácticas; son ellos quienes deciden en qué momento se consideran suficientes las razones que los sostienen, de acuerdo con los fines elegidos.

Dentro de las aportaciones de Villoro (1982) a la teoría del conocimiento destaca la práctica como un criterio de verdad para toda creencia.

Para Villoro no se pueden entender las condiciones en que un enunciado puede calificarse de conocimiento, si éste se considera como un acontecimiento puramente intelectual, desprendido de sus relaciones con la práctica, debido a que éste:

**"...opera en hombres concretos, reales, determinados por motivos personales, condicionados por circunstancias sociales. Considerados en concreto, creencia y conocimiento no son ajenos a la voluntad, ni al deseo; sólo pueden entenderse en sus relaciones con otros conceptos que atañen a la razón práctica..." (Villoro, 1982, p.24).**

De acuerdo con este autor, queremos conocer por motivos prácticos; nos interesa saber para actuar y vivir en el mundo. El conocimiento, a diferencia de la mera creencia, asegura con firmeza el acierto de nuestras creencias en nuestra intervención con la realidad; tenemos conocimiento cuando nuestra acción corresponde con la realidad (realidad que es a la vez producto de nuestros esquemas conceptuales y de un mundo independiente):

**"...Si bien la creencia cierta basta para orientar nuestras acciones en el mundo, sólo si tenemos una garantía segura de que nuestra acción corresponde a la realidad, podemos confiar que la creencia no fallará; sólo entonces tenemos conocimiento... Reducir el conocimiento válido al saber científico ha sido un programa del positivismo. Pero la ciencia, con ser la más segura de las formas**



de conocimiento, es sólo una de ellas... Frente al saber científico, la mayoría orienta su vida por otras formas de conocimiento..." (Villoro, 1982, p.18-21).

La legitimidad de los conocimientos tradicionales, lo mismo que de los científicos depende de tener razones que los validen. El número de razones que se consideren suficientes para sostener una creencia variará en cada caso, según el grado en que se busca asegurar una orientación acertada en nuestra acción en circunstancias variadas o situaciones duraderas, esto es (Villoro, 1982, p. 168-170):

**"... de acuerdo con el interés en que nuestra acción esté más o menos firmemente "encadenada" a la realidad... En cualesquiera circunstancias, los fines prácticos determinan si nos contentamos con creencias razonables o exigimos saber para asegurar el éxito de nuestra acción..."**

La práctica determina, así, el grado de justificación requerido para calificar a una creencia de conocimiento, pues de otro modo:

**"...Si tuviera que comprobar la veracidad de mi percepción cada vez que observo algo, mi acción sería torpe e ineficaz, si en mis relaciones con los otros precisara poner a prueba las credenciales con que se presentan, comprobar lo bien fundado de sus testimonios o someter a escrutinio sus acciones, la desconfianza universal volvería imposible la convivencia. El acierto de mi acción exige que dé por objetivamente suficientes, aunque en verdad no lo sean, las escasas y apresuradas razones en que se basan las creencias que guían mi práctica. Entonces, no dudamos en calificar de "saberes" a las creencias razonables que bastan para lograr una acción exitosa en las circunstancias particulares de la vida diaria..." (Villoro, 1982, p. 168, énfasis mío)**

Los conocimientos tradicionales no son científicos porque no han surgido, ni pertenecen a ninguna tradición que, desde el punto de vista sociológico, histórico y epistemológico, se reconozca como científica, pero no por ello, como lo intenta mostrar el trabajo de Winch, son irracionales o ilegítimos; pues con estos saberes muchas comunidades tradicionales cumplen sus fines prácticos y resuelven muchos de sus problemas. Su legitimidad debe evaluarse según los estándares que se establezcan en torno a su aceptabilidad para satisfacer ciertos fines dentro de cierto contexto. Si las prácticas que conducen a un conocimiento son aceptables y confiables de acuerdo con un conjunto de criterios reconocido por una comunidad, entonces ese conocimiento es confiable para esa comunidad. No se necesita recurrir a la tradición de las ciencias para reconocer la justificación de un saber: si éste funciona en la

realidad eso es una razón para sostener su validez y poder calificarlo como **conocimiento**. Ahora bien, si lo que queremos es evaluar el estatus de cientificidad de dicho conocimiento, entonces se requiere el reconocimiento de otras comunidades establecidas y ya aceptadas como científicas; y como señala Olivé (2000), el hecho de que una comunidad no logre el reconocimiento social de científica, no le impide desempeñar un importante papel social y cultural, como generadora de otras formas de conocimiento que puede resultar provechoso para el desarrollo de la ciencia misma.

Comprender y hasta apreciar las posiciones derivadas de otras tradiciones culturales significa considerarlas dignas de atención, aunque no necesariamente de igual crédito. Entenderlas no es sinónimo de adoptarlas, de aceptarlas o de estar de acuerdo con ellas. Los conocimientos tradicionales deben mostrar sus bondades con base en estándares que se sometan a controversia con otras comunidades (Olivé, 2000).

La discusión en torno a la legitimidad de los conocimientos tradicionales nos coloca frente a otras posibilidades de entender la racionalidad como la confianza depositada en los procedimientos mediante los cuales se ponen a prueba las hipótesis y mediante los cuales se aceptan y rechazan propuestas y teorías (Olivé, 2000), en lugar de entenderla como aquella evaluación algorítmica dada en función de la correspondencia objetiva entre una creencia con una realidad independiente de nuestros esquemas conceptuales. Que la idea de racionalidad no es absoluta es resultado de la comprensión intercultural, al mismo tiempo que hace posible a la misma, mediante el desarrollo de la actitud de apertura que supone.

El trabajo de Villoro (1982) insiste en mostrar que entre creencias justificadas y saber no puede establecerse una frontera precisa. El saber, dentro de su esquema de reflexión, por estar basado en razones, es el límite al que tiende toda creencia que pretenda justificación, pero puede haber muchos grados de fundamentación:

**"...El cientificismo alimenta el prejuicio de considerar a la ciencia como una forma de conocimiento cualitativamente diferente a los otros saberes que rigen nuestra vida. Pero no hay tal... Al establecer una demarcación estricta entre saber científico y creencias que no son del todo incontrovertibles, corremos el**

riesgo de rechazar la mayoría de las creencias que necesitamos... que nos permiten orientar nuestra vida... " (Villoro, 1982, p. 293).

La historia de la ciencia muestra que la distinción científico/no-científico, más que recurrir a una base valorativa absoluta y neutral (que resultaría incongruente si pensamos en la variabilidad de criterios de demarcación que han existido), se encuentra apelando a las tradiciones como puntos de referencia para marcar lo que es o no confiable. La evaluación de lo racional debe acompañarse de cuestiones tales como ¿para quién? o ¿para qué?

Siguiendo a Olivé (2000), la actividad científica es el mejor ejemplo de actividad racional que tenemos porque nos enseña que debemos examinar críticamente las pretensiones de conocimiento y evaluar las formas mediante las cuales han sido aceptadas, pues sería irracional aceptar a la ciencia sólo por autoridad. La ciencia nos exige mantener un espíritu crítico frente a cualquier pretensión de conocimiento, lleve ésta o no, la etiqueta de "científico".

Por tal motivo es que abrir un espacio a los conocimientos tradicionales dentro de la educación científica es una manera de garantizar el espíritu crítico que ha caracterizado a la tradición científica suprimiendo toda ideología científicista.

Lejos de ser homogéneos y unitarios, los conocimientos tradicionales al igual que los científicos son dinámicos y han resultado de un proceso de apertura que permite recrear identidades en vez de limitarlas. Tanto la ciencia como los conocimientos tradicionales no han sido bloques puros y aislados, sino producto de las interacciones humanas entre aquellas tradiciones que los generan y que han entrado en contacto en distintos momentos a lo largo del tiempo y del espacio.

Las inevitables interacciones sociales disuelven toda aparente frontera impenetrable entre el saber de la ciencia y el de los pueblos indígenas.

### **3.2.2. Hacia la construcción interactiva de los saberes: disolviendo las demarcaciones**

En un detallado estudio, y utilizando como analogía los intercambios comerciales que han tenido lugar entre distintos países a lo largo de la historia, Huang (2005) analiza algunos de los intercambios intelectuales realizados entre científicos chinos en Oriente y científicos jesuitas en Occidente. A pesar de las diferencias metafísicas, ontológicas y epistemológicas, afirma Huang, se desarrolló entre estas distintas tradiciones una comunicación local racional en la que los científicos chinos **aprendieron** nuevos conocimientos astronómicos y matemáticos de los jesuitas.

Sobresale también el trabajo de Arun Bala (2006), quien ha publicado un detallado estudio que desafía las concepciones eurocéntricas de la historia de la ciencia, mostrando cómo ideas chinas, hindúes, árabes y del antiguo Egipto, en áreas como la filosofía, las matemáticas, la cosmología y la física, jugaron un papel indispensable en hacer posible el nacimiento de la ciencia moderna. Estas contribuciones no occidentales demuestran que la ciencia fue un producto del intercambio cultural:

**"...En virtud de su lugar de nacimiento la ciencia moderna puede describirse como occidental; en virtud de los componentes que la hicieron posible es multicultural... La ciencia moderna emergió en Europa a través del diálogo con ideas desarrolladas en otras culturas..." (Bala, 2006, p. 51).**

Si es posible que exista comunicación entre diferentes tradiciones dentro de la ciencia y si este intercambio ha contribuido a conformar la identidad histórica y social de los miembros de cada tradición ¿es posible que también haya existido o exista intercambio entre tradiciones científicas y no-científicas? Y de ser así ¿Cómo ha sido esa relación?

Cada cultura posee sus propias cosmovisiones y conjuntos de conocimientos que rigen su modo de relacionarse con el entorno, su estructura social, su percepción del mundo y los intercambios y relaciones con los miembros de otras culturas, así como su dinámica interna y sus transformaciones a lo largo del tiempo (Carrillo, 2006).

Con la llegada de los europeos a América, por ejemplo, se confrontaron al menos dos modos de vivir y dos visiones del mundo. Tanto los indígenas como los europeos se apropiaron de muchas de las plantas, animales domésticos, oficios diversos, métodos de curación y otros elementos más que, provenientes de otras culturas, les parecían útiles para integrarlos en su modo de vida, dotándolos de nuevos significados al interior de su propia cultura, en un proceso de recreación constante y de flujo de elementos de una cultura a otra.

No tiene mucho sentido tratar de rastrear históricamente la inexistente pureza de lo indígena o de la ciencia misma, antes y después de la conquista española, en aras de recuperar su **"esencia perdida" tras los procesos de mestizaje** que han vivido, porque las historias multiculturales de la ciencia, como la de Bala (2006), muestran que esa pureza y esencia jamás han existido:

**"...las teorías científicas como los *icebergs*, tienen una enorme parte sumergida que no es científica, pero que es indispensable para el desarrollo de la ciencia..."**  
(Morin, citado en Ramírez, 2001, p.3).

De acuerdo con Carrillo (2006, p. 82-102), se pueden describir tres formas mediante las cuales la cultura occidental se ha relacionado con la cultura que poseen los pueblos indígenas:

- a) El desprecio, que se remonta a una cierta interpretación de la conquista española sobre los pueblos americanos, en donde se aniquilaron sin piedad los elementos culturales americanos por sus nexos con la religión y el culto a falsos dioses. Su máxima expresión puede llevar al exterminio de lo indígena.
- b) La idealización, que se vincula a otra interpretación más de la conquista española en la que algunos europeos atribuían cualidades superiores a los americanos, en especial en el ámbito de la moral. Esto ha dado lugar a un listado de atributos para el saber, las actitudes y los valores de los pueblos indígenas tales como su espiritualidad, su holismo, su relación armónica con la naturaleza y demás, en contraste con los rasgos materialistas, reduccionistas, destructivos con que se califica a la ciencia. Su máxima expresión puede llevar al folclorismo y al paternalismo con respecto de lo indígena.
- c) La validación, que al considerar que puede haber algo de cierto en el conocimiento de los pueblos nativos, toma de ellos algunos elementos útiles,

pero en la mayoría de las ocasiones descontextualizándolos (por ejemplo, Carrillo cita el caso de la herbolaria como práctica médica nativa) separando lo útil de lo inútil, lo eficaz de lo ineficaz, siempre desde la perspectiva de la cultura occidental. Se encuentra, en esta forma de interacción, una intención de instrumentalización, dominación y control, pero también de revalorización de lo indígena.

Carrillo critica a aquellas formas que abordan al conocimiento tradicional fragmentándolo y descontextualizándolo, pues aún cuando ciertos conocimientos tradicionales resultan validados por otras culturas, se acostumbra separar sus aspectos que no se consideran científicos, útiles y eficientes. Tal es el caso, por ejemplo, de los principios activos de las plantas, en cuya búsqueda se eliminan otras plantas que se usan conjuntamente con aquellas y que potencian el efecto del principio activo o que otorgan otros beneficios al cuerpo humano. Procedimientos como éste, afirma Carrillo, devalúan la manera como el conocimiento indígena es generado, mantenido, transformado y transmitido, es decir, el modo de vida indígena y, en consecuencia, a los indígenas mismos, lo que a su vez promueve una visión utilitarista y la expoliación del conocimiento indígena:

“... Una vez que el conocimiento de los pueblos indígenas es separado de ellos y preservado, hay pocas razones para prestar atención a los pueblos indígenas **como tales...**” (Carrillo, 2006, p. 99).

Se incurre así, en el error señalado por Winch de evaluar una cultura con los criterios epistemológicos de otra, y de extraer de ella lo que es útil con el fin de seguir reproduciendo las estructuras de poder y de valores de la cultura dominante. No se someten a crítica estos valores, sino que se asumen como superiores en el momento de interactuar con las otras culturas.

En la teoría del control cultural desarrollada por Guillermo Bonfil, sobre la cual profundizaré un poco más adelante en las últimas secciones de este **capítulo, la dinámica cultural de las relaciones “interétnicas” se entiende con** referencia a relaciones asimétricas que pueden describirse como sigue (Bonfil, 1987, p. 34-35):

- a) Resistencia: cuando una cultura dominada o subalterna actúa en el sentido de preservar los contenidos concretos del ámbito de su cultura autónoma.

- b) Apropiación: cuando una cultura adquiere la capacidad de decisión sobre elementos culturales ajenos, los cuales se vuelven propios en el momento en que dicha cultura es capaz de producirlos y reproducirlos.
- c) Innovación: cuando una cultura crea nuevos elementos propios que pasan a formar parte de su cultura autónoma, modificando las prácticas previas.
- d) Imposición: cuando un grupo dominante introduce elementos culturales ajenos a una cultura, dejando tal elemento cultural impuesto bajo el control cultural dominante.
- e) Supresión: cuando una cultura dominante prohíbe o elimina espacios para la cultura propia del grupo subalterno.
- f) Enajenación: cuando un grupo dominante aumenta su control cultural al obtener capacidad de decisión sobre elementos culturales propios del grupo subalterno, poniendo al servicio de sus intereses los elementos culturales del grupo dominado.

De un modo similar al que plantean Carrillo y Bonfil, para Argueta (1997) existen tres posiciones que permiten entender la relación de los conocimientos científicos con los tradicionales:

- a) Afirmaciones de la divergencia o imposibilidad para la articulación, que niega la interacción cultural al afirmar que los saberes tradicionales tienen sus formas propias de explicitación, pero que no hemos sido, ni seremos capaces de conocerlas (lo que conlleva al **"cierre" de los pueblos indígenas** frente a otras culturas, para un largo proceso de depuración y fortalecimiento interno).
- b) Afirmaciones de la convergencia o posibilidad para la articulación, que asegura la total incorporación de los conocimientos tradicionales a la corriente general de la ciencia de una manera utilitaria e instrumental subordinada.
- c) Paralelismo complementario o posibilidad para la articulación a través de un diálogo entre saberes, mediante el que se puede impulsar el pluralismo y la convivencia intercultural para que, manteniendo las especificidades de cada saber, se permita su articulación y desarticulación puntual para resolver problemas, sobre bases claras y espacios no subordinados.

Para este autor, en la relación entre la ciencia con otras tradiciones es inaceptable que el discurso científico dominante termine fagocitando a los saberes tradicionales. Existen puntos de contacto de gran intercambio y enriquecimiento mutuo que han existido históricamente entre ambas formas del saber, aunque *sin reconocimiento explícito por parte de la ciencia*.

Lograr sentar las bases para un diálogo requiere, según Argueta, de estructurar agendas de investigación sobre los sistemas tradicionales de conocimiento para revelar saberes sistemáticos o susceptibles de sistematizarse mediante un minucioso cuidado metodológico para asegurar la fidelidad de contenido de las visiones del mundo indígena en un ambiente de respeto y de trato justo hacia las costumbres y los valores indígenas. Para ello es necesario construir espacios y procesos de vinculación explícita que apunten hacia una interacción de saberes mutuamente provechosa.

En tales intercambios culturales, la comprensión de lo extraño juega un papel fundamental que, como ha señalado Winch, no debería convertirse en la reducción de los elementos de una cultura, la dominada, a los de la otra, la dominante. Sobre la ciencia parece haberse construido una imagen monolítica y de dominación que al descalificar todo conocimiento no validado desde sus estándares, se puede imponer como autoridad cultural, confinando las otras formas de conocimiento como supersticiones o creencias irracionales.

Menospreciar algunas formas de conocimiento como las tradicionales, al **igual que lo inverso, idealizarlas, implica "meter en un solo saco" los complejos** procesos de generación de estas formas de conocimiento, e implica también **suponer que las tradiciones de donde provienen son "islas", que no interactúan** en absoluto.

La ciencia, del mismo modo que los conocimientos tradicionales, han surgido de las necesidades materiales y conceptuales de las culturas y de su interacción con otras (Carrillo, 2006; Delgado y Escóbar, 2006). Justamente **por vivir en una sociedad, los sujetos "contaminan" una esfera de la vida con** otra, creando un sinnúmero de relaciones entre naturaleza, sociedad, moral, ciencia, religión, ideología, política y demás. **Los "híbridos", dice Carrillo,** constituyen la norma en las sociedades.

Una imagen que la ciencia se ha forjado de sí misma la asocia a una idea de razón por encima de toda influencia social, como una instancia neutra y pura. Sin embargo, como señala Carrillo, la ciencia es una actividad social similar a muchas otras, realizada por personas que viven en una sociedad y una época determinada que comparten ideas y prejuicios, y cuyo desarrollo no



es, ni ha sido, objetivo y neutro. Al igual que cuando se habla de conocimientos tradicionales, la ciencia no es un concepto monolítico, sino más bien versátil y dinámico, que transforma su identidad con la modificación de contextos culturales y con la llegada de elementos que proceden de contextos naturales y sociales distintos.

De aquí que toda cultura implique por sí misma, un complejo proceso intercultural. Las culturas no deberían considerarse como manifestaciones del desarrollo de una tradición única, sin conflictos y sin contradicciones. En cada cultura hay una historia de lucha por la determinación de sus metas y valores, por lo que detrás de una tradición estabilizada hay siempre un conflicto de tradiciones.

Como pretende mostrar Bonfil en su teoría del control cultural, (la cual aunque no comparto del todo aporta elementos interesantes para comprender las relaciones interculturales), las nuevas identidades culturales surgen a partir de la apropiación y transformación de elementos culturales provenientes de distintas tradiciones, en una lucha por el control cultural de los mismos que va marcando fronteras difusas y permeables.

Dentro de una tradición que da lugar a conocimientos científicos o no-científicos pero igualmente legítimos, es difícil reconocer y demarcar con claridad sus límites culturales y distinguir **los elementos que son "propios" de aquellos que son "ajenos"**. Dentro de una cultura, los elementos propios, esto es, el patrimonio cultural heredado que cada nueva generación recibe de las anteriores, no es un acervo inmutable, sino que por el contrario se modifica incesantemente, se restringe o se amplía y se transforma permanentemente. Muchos elementos del patrimonio heredado actual de muchas culturas han sido incorporados de otras en el devenir histórico mediante procesos de apropiación que dotan de un carácter dinámico a las tradiciones (Bonfil, 1987).

Los procesos históricos son procesos de fronteras que al mismo tiempo que van circunscribiendo universos culturales específicos, van estableciendo una serie de interacciones mediante las que se distingue paulatinamente a lo propio de lo extraño, a lo interior de lo exterior.

El trazado de límites absolutos entre lo propio y lo ajeno, entre lo racional y lo irracional, entre sujetos y objetos ha sido resultado de una interpretación de la modernidad que afirma que en ésta se construyó un concepto de razón monológico y escindido de la tradición. Autores posmodernos como Bruno Latour, han insistido en romper tales distinciones modernas. Carrillo, por ejemplo, sugiere que si se ha roto ya la dicotomía entre naturaleza y cultura, es posible romper con las oposiciones entre el saber tradicional y la ciencia y dar lugar a vasos comunicantes entre ellos que fomenten los intercambios entre elementos culturales, transformando las identidades de unos y otros.

Una razón entendida como diálogo, donde ser racional no consiste en **construir ideas que "deberían" ser comprendidas y aceptadas por todos, sino** en comprender y ser comprendido por otros desde diversos puntos de vista, es una alternativa que se puede desarrollar frente a una razón entendida como monólogo. Estamos constantemente en diálogo con otros y con el mundo, vinculados a distintas culturas y tradiciones, y esto impide que nos encerremos en nosotros mismos, reduciendo el contenido de nuestros mundos.

La ciencia como institución no podría pensarse cerrada al diálogo, o como estancada en un estatismo inútil e impróspero; ninguna forma de **pensamiento humano podría progresar si cada quien creyera que "siempre tiene la razón" cuando otros puntos de vista podrían también tenerla.** Siguiendo esta lógica, de poco serviría preservar a los pueblos indígenas como entidades estáticas portadoras de valores ontológicos, epistemológicos o metodológicos absolutos. *Para que se mantengan en desarrollo se debe permitir y fomentar el flujo dinámico que acompaña a todo intercambio cultural, enfatizando la interpretación y el diálogo crítico entre diferentes tradiciones.*

Identificando los puntos de divergencia con otras es que cada tradición (científica o no) puede aprovechar sus diferencias como fuente de crítica, y modificar o reemplazar aquellos aspectos de la propia tradición que hayan sido cuestionados por otros (Velasco, 1999). Aceptar la pluralidad de tradiciones y comprender distintas concepciones del mundo permite aprender algo de las

diferentes culturas para confrontar y evaluar los diversos prejuicios de la tradición propia:

**"...La confrontación de las creencias y principios dados en una tradición con los de otra tradición diferente son esenciales para el progreso racional de la tradición..." (Velasco, 1999, p. 284).**

¿Cómo lograr esta confrontación necesaria para el desarrollo progresivo de las tradiciones y de sus saberes? Mediante el diálogo **intercultural... al menos.**

A lo largo de este trabajo insistiré en que en lugar de comprometernos con una caracterización única de lo que debería entenderse por conocimientos tradicionales o científicos, y de marcar fronteras impenetrables y divorcios tajantes entre ellos como una base para suponer que una forma de conocimiento es intrínsecamente superior o inferior a otra, podríamos comenzar a entender que los saberes existen y se desarrollan en un contexto de pluralidad dialógica que permite su avance progresivo y crítico.

Abrir paso a la construcción de lo que Carrillo llama un Pluriverso, en donde toda cultura encuentre su lugar y pueda mantener un intercambio continuo e intenso con otras culturas en una relación de equidad, requiere en primera instancia, poner en interacción a las distintas formas del saber en lugar de aislarlas, tratando de preservar sus inexistentes esencias.

El diálogo puede verse así, como un método para aprender a relativizar **las tradiciones consolidadas como "propias" dentro de cada cultura y agudizar** las tensiones entre lo que se quiere conservar de ella y lo que es necesario transformar. A través del contraste, la relativización y la toma de conciencia de la posibilidad del cambio, el diálogo intercultural nos prepara para conocernos mejor entre sí y para que, mediante ese conocimiento de las otras culturas, cada una se pueda conocer mejor a sí misma (Fornet, 1987). La apertura de la ciencia al diálogo con otras culturas fomenta, pues, su ejercicio de reflexividad crítica.

El modelo dialógico intercultural de educación científica que propongo en este capítulo, desafía a la ciencia a transformarse desde el diálogo con otros saberes. La diversidad cultural de países como México requiere la formación de tales espacios sociales propicios para el intercambio entre horizontes complejos

que están cargados de conflictos y controversias internas, tales como el de la ciencia.

El modelo dialógico intercultural de educación científica aquí desarrollado, no pretende la convergencia o la suma o síntesis de saberes, sino **la afirmación de la pluralidad cultural tanto al "exterior" como al "interior"** de las distintas tradiciones científicas. Tampoco busca crear una nueva ciencia desde la práctica educativa de la misma, sino cultivar nuevas formas de relación e interacción entre las distintas tradiciones desde las que se generan conocimientos confiables. Lo que pretende es, básicamente, reintegrarle a la ciencia, de una manera explícita, la dimensión dinámica y crítica que la caracteriza desde los primeros espacios en que se pone en contacto con estudiantes provenientes de distintas culturas, para que ellos logren reconocer la pluralidad constitutiva, así como la constante transformación características de las tradiciones científicas.

Entender la relación de la ciencia con el conocimiento tradicional y a los saberes como producto de las interacciones humanas en contextos específicos, sobre lo que tanto he venido insistiendo, es el fundamento del modelo educativo que propongo y que más adelante describiré. No se puede aceptar este modelo simplemente, sin antes comprender los supuestos teóricos sobre los que he argumentado en estos primeros apartados.

---

### **3.3. El diálogo como oportunidad de interacción cultural**

---

El creciente reconocimiento de que, por un lado, el mundo está hecho de una gran complejidad que sobrepasa toda pretensión teórica reduccionista que busque imponer sus verdades como universales, y de que, por otro lado, las múltiples culturas que lo conforman se encuentran en constante adaptación, reinventándose y recreándose, ha dado lugar a que en años recientes se hayan vuelto comunes **términos como el de "educación indígena", "educación multicultural" y "educación intercultural"**, como aquellos enfoques educativos

dirigidos a preservar la diversidad cultural y a crear el espacio democrático para el encuentro y el diálogo de culturas.

¿Qué diferencias existen entre estos enfoques y el modelo dialógico intercultural de educación científica que desarrollaré más adelante? ¿Qué relaciones guardan entre sí? ¿La educación científica que defiendo es, acaso, reducible a la educación indígena, a la multicultural o a la intercultural? **¿Es válido seguir llamando “educación científica” a mi propuesta?**

Antes de presentar las bases que caracterizan al modelo educativo de la ciencia que defiendo, quiero distinguirlo de la educación indígena, multicultural e intercultural.

### ***3.3.1. Educación indígena, multicultural e intercultural***

De acuerdo con Ramírez (2006), en muchos países como México las diferencias culturales se consideran valorativamente, otorgando a algunos grupos sociales como los indígenas, una categoría inferior a la de otros grupos, lo que ha llevado a su exclusión de las esferas de decisión. Para hacer menores las distancias entre culturas, durante mucho tiempo las políticas indigenistas mexicanas en el terreno de la educación implicaron la renuncia de los indígenas a su cultura para adoptar la dominante. La educación uniforme se construyó como un instrumento de homogeneización social que no consistió nunca en una convergencia de las distintas culturas y modos de vida en una que los sintetizara, sino en la acción de ese sector dominante de la sociedad que impuso su forma de vida sobre los demás (Villoro, 1998).

A lo largo de la historia, la educación para los pueblos indígenas fue trazada desde el exterior, anulando o devaluando lo indígena en aras de homologar y unificar a todos los ciudadanos, lo que la convirtió en un medio enfocado, principalmente, al aprendizaje de la lengua y la cultura oficiales, pues:

“...La unificación del país sólo sería posible a través de la educación...” (Ramírez, 2006, p. 116).

Así es como los pueblos indígenas de México, en los últimos años, han sido los **receptores de una educación especial, la llamada “educación indígena”,**

orientada sobre todo al entendimiento de una segunda lengua y a la modificación de algunas **de sus costumbres calificadas como "atrasadas"**, promoviendo, al mismo tiempo, el respeto por sus lenguas nativas.

Entre los principales objetivos de la educación indígena han estado el fomento a la valoración de la identidad propia de los pueblos nativos y la promoción del conocimiento, respeto y aprecio por la propia cultura. No obstante, como muchos autores se han encargado de señalar (Pérez, 2003; Ramírez, 2006; Bello, 2008) el enfoque de la educación indígena parece haberse olvidado que la identidad de los indígenas no es solamente una<sup>11</sup> y que ésta se encuentra lejos de ser estática y determinada de una vez y para siempre.

La educación indígena en la práctica se fue reduciendo a la tarea de alfabetización de los indígenas en sus propias lenguas o bien a la castellanización. Lo anterior ha sido motivo de variadas críticas. Hay un desacuerdo generalizado en que se decida unilateralmente de qué manera se les va a integrar a estos pueblos a la cultura dominante con el fin de anular la distancia entre ellos con el resto de la nación, pues con la educación indígena se ha buscado, primordialmente, la nivelación de la población indígena, a la **cual se le descalifica como "atrasada" o "rezagada"**.

Ramírez (2006) describe cómo, en la década de los 1980's y 1990's, alrededor del mundo se comenzó a extender el reconocimiento de que, frente al hecho del multiculturalismo se podía responder de muchas maneras.

Si bien es cierto que con la globalización ha parecido imponerse un único modelo cultural que ha dado lugar a la reivindicación de lo propio para afianzar las identidades locales, en los últimos años la educación indígena (entendida como un medio para la asimilación o absorción de las culturas minoritarias por parte de las mayoritarias, haciendo que las primeras abandonen su identidad étnica, pero sin olvidarse de sus lenguas) ha buscado reconceptualizarse como aquella que ya no pretende tanto nivelar -negando la diversidad y las identidades-, sino como aquella que prepara a los indígenas para romper las **relaciones de dominación a que han estado sometidos. La "educación**

---

<sup>11</sup> "... Es erróneo considerar a los indios un solo conjunto cuando son tan diversos..." (Ramírez, 2006, p. 128).

multicultural” surge así como un intento por superar las limitaciones de la educación indígena; se distingue de ésta última por defender la propia cultura, y por reconocer el hecho de que ante la ineludible coexistencia de distintos grupos indígenas hay que afianzar los valores y conocimientos nativos.

Aún cuando la educación multicultural tiene muchos significados<sup>12</sup>, Torres (2001) señala que su principal meta ha sido lograr que los estudiantes procedentes de diversos grupos étnicos alcancen iguales oportunidades de experimentar una educación integral y de calidad. Pero el resultado de este tipo de educación ha sido, en la mayoría de los casos, la biculturalidad indígena (que contraponen lo nativo contra lo oficial) más que la auténtica interculturalidad.

La interculturalidad es un concepto que busca ir más allá de la multiculturalidad<sup>13</sup>. De acuerdo con Schmelkes (2004; 2006), la multiculturalidad supone un concepto descriptivo que alude a la coexistencia de diversas culturas en determinado territorio, sin que ello implique el respeto que deben tenerse entre sí. En México, por ejemplo, siguen existiendo profundas asimetrías que determinan relaciones de poder en las que se segregan y discriminan a ciertos grupos; a esta realidad le siguen intentos de asimilación, como la educación indígena, en la que se intenta integrar a los pueblos a una cultura dominante, sin que con ello deje de existir la opresión y la explotación, la segregación y el olvido.

Ante este escenario de desigualdades, la interculturalidad supone una relación de equidad entre grupos humanos con culturas distintas, niega la existencia de asimetrías entre ambas culturas y asume que la diversidad es una virtud. Además de la interacción, la interculturalidad supone la

---

<sup>12</sup> Entre ellos: 1) la enseñanza de las aportaciones realizadas por diferentes individuos y grupos culturales; 2) modificaciones de los planes de estudio para que reflejen las perspectivas y experiencias de los diversos grupos culturales; 3) historias de las luchas sociales del país (movimientos indígenas, ambientalistas, de mujeres, por la libertad de expresión, etc.) que enseñe a los estudiantes que las relaciones intergrupales son parte integral de los conflictos sociales; 4) desarrollo de la conciencia, el respeto y la aceptación de grupos específicos de la sociedad –generalmente minoritarios- (Torres, 2001).

<sup>13</sup> Por decirlo de otro modo, busca superar los “falsos multiculturalismos” que Bello (2007, p. 79-80) describe como los siguientes: 1. Identificación de la multiculturalidad con la defensa de las minorías y sus derechos (que lleva a una especie de fragmentación y a la hostilidad ante la coexistencia de culturas diversas); 2. El inalienable derecho al respeto a la diferencia interpretado como “no inmiscuirse en las diferencias de cada quien para mantenerlas intactas”; 3. Coexistencia indiferente entre distintas culturas, en donde no hay interacción entre ellas, sino mera subsistencia irrelevante; 4. Rechazo a la cultura occidental y búsqueda de lo anti-occidental. En contraste con estos cuatro “multiculturalismos”, en la interculturalidad se buscan los intercambios y comunicaciones entre culturas, en una relación de diálogo y respeto.

comprensión y el respeto entre culturas. *El enfoque intercultural se vuelve indispensable, pues, para toda la actividad educativa de un país que pretende ser democrático y en el cual existen grupos culturales que deberían estar conscientes de su riqueza e interdependencia* (Schmelkes, 2004).

La interculturalidad, como afirma Ramírez (2006), además de considerar a la lengua materna como un recurso pedagógico, debería también repensar la relación conocimiento-lengua-cultura. No puede limitarse, como lo hacía la educación indígena, a un problema lingüístico o regional, porque ahora se reconoce la necesidad de un cambio en la relación entre las distintas culturas. No se trata únicamente del rescate o la inclusión de lenguas nativas en el sistema educativo, sino del reconocimiento de las formas de conocimientos tradicionales más allá del folclor.

La perspectiva intercultural, aplicada a la educación, se ha visto entonces, como un proyecto para fomentar la interacción, reciprocidad e intercambio que rigen las relaciones entre culturas en la comprensión del mundo, y para contrarrestar la imposición de los saberes y lenguas oficiales que, a través de las instituciones educativas, han sido el medio principal de dominación colonial.

Desafortunadamente, de acuerdo con Schmelkes, la educación intercultural se ha reducido en la práctica a la educación indígena, o bien a la educación multicultural o bilingüe intercultural, las cuales se diferencian de la primera básicamente en que están destinadas únicamente a los grupos indígenas, para que éstos conozcan y valoren su propia cultura, sus tradiciones y su lengua, a la vez que descubran la riqueza de otros grupos culturales con quienes comparten el territorio. Según Schmelkes, la educación intercultural no puede ser tal, si no está dirigida a *toda* la población nacional.

Esta autora ha caracterizado tres escenarios en donde ocurren, de hecho, las educaciones tanto indígenas como multiculturales, disfrazadas de una supuesta interculturalidad:

- a) Minoritario **"homogéneo"**: en donde la actividad educativa se imparte exclusivamente a grupos minoritarios y desfavorecidos, circunscritos a un territorio. Este tipo de educación se puede identificar con la educación indígena. Entre sus resultados positivos se ha dado lugar a la participación



comunitaria para la construcción curricular desde la propia cosmovisión indígena, en donde se fortalecen tanto el uso de la lengua materna como el conocimiento de la cultura propia.

- b) **Mayoritario "homogéneo": en donde no asisten miembros** de grupos culturales minoritarios, sino únicamente miembros del grupo cultural dominante de un **país. Este tipo de educación "mestiza" pretende combatir la discriminación y el racismo** promoviendo el respeto por los indígenas y mostrando los aportes culturales que han hecho los grupos minoritarios a la cultura dominante.
- c) Realidades multiculturales: en donde asisten a la práctica educativa miembros de grupos culturales diversos y en donde, idealmente, se busca que diferentes culturas puedan convivir desde planos de igualdad.

Coincido con Schmelkes en pensar que sólo en el tercer escenario, que sería el ideal, se podría hablar de una auténtica educación intercultural, porque ésta tiene que ser, antes que nada, una educación para todos.

No obstante, la mayor parte de los escenarios educativos mexicanos de la actualidad corresponden al segundo tipo, puesto que, como la misma autora señala, en México el 40% de los indígenas ha migrado a zonas urbanas. Las migraciones humanas multiplican los espacios de coexistencia multicultural, lo que quiere decir que casi en cualquier aula escolar es altamente probable que los estudiantes tengan orígenes culturales diversos. La práctica educativa no debería ignorar este hecho y por el contrario, debería sensibilizarse ante la inevitable multiculturalidad, convirtiendo la diferencia en una ventaja pedagógica más que en una limitación u obstáculo.

Considero que la diversidad cultural no debe verse reducida a los pueblos nativos, porque es más bien un atributo generalizado de las sociedades en su conjunto.

En este sentido, el modelo dialógico intercultural de educación científica que desarrollaré más adelante, coincide con la educación intercultural como la describe Schmelkes, en tanto que está dirigida para los miembros de distintas tradiciones (sean indígenas o no), para que ambos reconstruyan sus identidades y reconozcan, a través de la ciencia, el pluralismo como rasgo constitutivo del desarrollo del pensamiento humano. Pero, el modelo que propongo no tiene como metas principales únicamente las mismas que

Schmelkes plantea para la educación intercultural, que es más amplia y general.

De acuerdo con Schmelkes (2006), la educación intercultural tiene como punto de llegada la disminución de dos de las principales asimetrías: primero debe hacer llegar a todos, incluidas las minorías culturales, una educación de calidad para reducir el índice de analfabetismo; y la segunda, reducir la **asimetría valorativa, relacionada con lo que esta autora llama "autoestima cultural"** y que implica la necesidad de valorar y de creer en lo que se es y de reconocerse creador de la cultura desde el espacio de lo que se es, de tal manera que la desvaloración de lo propio deje de ser uno de los principales impedimentos para la interculturalidad nacional.

El modelo de educación intercultural que desarrolla Schmelkes (2006) hace un llamado al fortalecimiento de las lenguas y culturas que componen nuestro país, y a la transformación necesaria de las relaciones entre sus miembros hacia el respeto y la igualdad, pero sobre todo implica un nuevo enfoque educativo y competencias docentes diferentes<sup>14</sup>.

Al igual que en la iniciativa de Schmelkes, entre las exigencias para llevar a la práctica el modelo que propongo se encuentra, indudablemente, una formación magisterial especial. Como se verá más adelante, educar para la interculturalidad, desde el terreno de las ciencias, requiere de una reforma educativa profunda y de intervenciones políticas creativas y horizontales orientadas a la actualización y formación docente.

Sin embargo, a diferencia de la educación intercultural que recarga las responsabilidades en los docentes, en tanto que son ellos quienes, supuestamente, dirigen la práctica educativa y quienes deben desarrollar **ciertas "competencias interculturales"**, en el modelo de la educación científica que describiré, la responsabilidad no se deja caer solamente en los docentes, pues tanto estudiantes como profesores son ambos sujetos que, mediante interacciones dialógicas, construyen colectivamente los saberes.

---

<sup>14</sup> Entre ellas que los profesores (Schmelkes, 2006): 1. comprendan qué son las culturas, como elementos definitorios de los grupos humanos para transformar el entorno y construir explicaciones sobre el mundo y el sentido de su vida; 2. creen situaciones de convivencia respetuosa en el aula; 3. trabajen en equipos para hacer de las aulas microsociedades en donde se fomente la participación de todos (y que sea un microcosmos de la sociedad mayor).

Aunque, como se verá más adelante, el modelo dialógico intercultural de educación científica comparte con la idea de educación intercultural más general, la importancia del desarrollo de las habilidades y valores (por encima de la transmisión de conocimientos **"ya hechos"** y que no necesariamente encuentran sentido en la vida de los estudiantes), lo fundamental de la práctica educativa no es tanto el logro de la valoración de la identidad, la lengua y la cultura nativas como entidades estáticas, sino más bien la valoración de la relación dialógica intercultural como una vía para la transformación de las identidades culturales mismas que entran, constantemente, en diálogo.

Es decir, que mientras la educación intercultural parece simplemente ofrecer un espacio de encuentro a la diversidad cultural para valorar lo propio y lo ajeno y desde esa valoración transformar las relaciones asimétricas, el modelo de educación científica busca añadir a esa valoración, el sentido dinámico y relacional de las identidades mismas, así como el reconocimiento de las difusas y cambiantes fronteras entre lo propio y lo ajeno, entre lo científico y lo no-científico, entre lo confiable y lo no-confiable, todo ello, a través de la ciencia. No sólo se trata del reconocimiento y del respeto por la identidad de los otros, sino de su articulación e interrelación productiva y fructífera a través de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia. El modelo dialógico intercultural de educación científica no es, por lo tanto, un caso particular de la educación intercultural más amplia, como hasta ahora ha sido planteada, porque si bien es cierto que la educación científica es sólo un caso puntual de la educación en general, el modelo que propondré no comparte todos los presupuestos de la educación intercultural.

El modelo dialógico intercultural de educación científica que propongo, no equivale tampoco a la educación indígena promovida durante muchos años en nuestro país, en tanto que evita juzgar jerárquicamente de inferiores a las tradiciones indígenas con respecto a otras tradiciones de conocimiento, y no se limita a educar sobre la ciencia exclusivamente a la población indígena.

Este modelo tampoco busca reformar toda la práctica educativa sino sólo transformar la enseñanza-aprendizaje de la ciencia, abriéndola al diálogo,

pluralizándola para que deje de verse como un discurso incuestionable dentro del ámbito de la educación; se trata de una aproximación pluralista a la enseñanza científica, que busca fomentar el aprendizaje de la ciencia, con sensibilidad hacia la pluriculturalidad.

Podría decirse que tanto el modelo que propondré como la educación intercultural, comparten ambos el espíritu de colocar en su centro a las relaciones interculturales como vía para alcanzar la democracia. Pero las principales diferencias entre uno y otro son que, por un lado, el modelo que describiré se limita a la ciencia como aquello a partir de lo cual los sujetos ponen en diálogo a sus distintos saberes para dar lugar a nuevas prácticas sociales y nuevas identidades, y por otro lado, que el diálogo intercultural es el **“modo de ser” del modelo de educación científica que desarrollaré. Sigue** llamándose educación científica porque es una manera de enseñar ciencia, pero no desde la imposición autoritaria, sino desde el diálogo crítico entre tradiciones, lo que da lugar a la reformulación racional de identidades de lo que es la ciencia misma, de lo que son las tradiciones culturales y de lo que son los estudiantes mismos en relación con su cultura y sus prácticas sociales ejercidas para transformar el entorno.

La importancia concedida a la ciencia dentro de mi propuesta deriva en parte, de que ésta ha sido, por excelencia, la actividad racional más importante que se ha desarrollado a lo largo de la historia, y porque representa el principal discurso calificado de homogeneizante de la modernidad (la que aparentemente ha contribuido a la formación de una imagen unificada y absolutista de la racionalidad, la realidad y la verdad), pero sobre todo, por el papel central que, como he señalado en capítulos anteriores, los organismos internacionales atribuyen a la educación científica como vía fundamental para la formación ciudadana imprescindible para la construcción de democracias.

El énfasis que, dentro del modelo dialógico intercultural de educación científica, tiene la noción de diálogo como el canal que conduce a relativizar las tradiciones culturales y, también, como una forma de reconocer que todos somos un mosaico de identidades cambiantes, exige ahora abordar su significado.

### **3.3.2. El diálogo crítico para el aprendizaje intercultural**

El diálogo es un ejercicio humano altamente sensible a las necesidades y prioridades definidas por personas concretas, en situaciones reales que ocurren dentro de realidades locales. Se le considera como una herramienta fundamental para resolver diferencias a través del mutuo entendimiento y no de la imposición de una visión y sus intereses.

**Las raíces griegas de la palabra “diálogo” lo describen como aquel acto comunicativo que usa la palabra para transmitir significados (“a través del significado de la palabra”):**

“...El prefijo *diá-* en griego es un prefijo procesual y relacional que se refiere a una acción que se piensa en devenir, como un proceso; y por otra parte se refiere a una acción que se realiza siempre como intermediación, como estableciendo un vínculo entre dos o más elementos. Si... *lógos* suele significar saber, el diálogo (que significa conversación) puede comprenderse como el acceso al saber mediante un proceso que se lleva a cabo entre partes, entre dos o más interlocutores... [De la relación entre diálogo y dialéctica] se destaca la **acción conjunta, la unión de fuerzas para arribar a un saber...**” (Aguilar, 2005, p. 52-53, paréntesis mío).

En sus *Diálogos*, Platón describía su método de enseñanza como el encuentro con la verdad a través de una secuencia lógica de preguntas y respuestas. El dar sentido a través de la conversación era el núcleo del método socrático y es también un elemento fundamental en la definición del diálogo (Pruitt y Thomas, 2007). En el diálogo es más importante el aprendizaje y la comprensión común (que se desarrollan a través del intercambio de ideas), que el descubrimiento de una verdad.

Para Swilder (1983), el diálogo es una conversación sobre un tema común entre dos o más personas con diferentes visiones, y cuyo propósito principal es aprender uno del otro para generar un cambio de visión y de actitudes que sirva para transformar los modos de actuar. La conversación, dice Gadamer (2002), posee una fuerza transformadora.

La dialogicidad se inscribe, como señala Aguilar (2005), en la perspectiva de la cuestión de la alteridad, del encuentro con lo otro, con lo diferente de mí o de mi propia palabra. El que toma en cuenta la alteridad debe estar dispuesto a escuchar, pero a escuchar en un sentido fuerte, lo que significa estar dispuesto a dejarse transformar por las implicaciones prácticas

de lo que el otro dice. Saber escuchar supone saber preguntar, y preguntar, dice Aguilar, quiere decir abrir<sup>15</sup>, dejar “un abierto” sin respuesta predeterminada:

“...preguntamos cuando somos conscientes de que no sabemos...” (Aguilar, 2005, p. 52).

Así en el diálogo se reúnen el habla y la escucha; el preguntar y el responder.

El diálogo es un proceso de interacción genuina a través del cual los seres humanos se escuchan unos a otros para transformarse con lo aprendido, y en donde no se trata de dar por vencida una identidad a favor de otra, sino de que cada quien reconozca la validez de los juicios de los otros. En el diálogo la intención es explorar y construir, pero no convencer<sup>16</sup>.

Pruitt y Thomas (2007) afirman que en la actualidad, el diálogo hace referencia a un proceso participativo a través del cual se pueden resolver problemáticas específicas. La cualidad crítica del diálogo ante visiones diferentes yace en que los participantes se encuentran en un espacio plural para entender sus variados puntos de vista con el único fin de desarrollar nuevas maneras para enfrentar un problema común.

De acuerdo con estos autores, la definición de diálogo se entiende mejor cuando éste se distingue de otras formas de conversación como el debate, la discusión, la negociación y la toma de decisiones. Veamos

El ***diálogo no es un debate*** porque cada parte debe estar dispuesta a escuchar abiertamente a la otra, para tratar de comprenderla y cambiar su propio punto de vista. El objetivo no es vencer o convencer al otro, sino comprender su visión para ampliar la propia (Swidler, 1983). El objetivo no es suprimir la diversidad de visiones sino promoverlas. El debate asume solo una respuesta correcta que se intenta presionar y defender (es lo que se llama un “diálogo de sordos”); **en el diálogo se asume la posibilidad de que de la interacción, surja una respuesta mejor de aquellas originalmente planteadas.**

---

<sup>15</sup> La recurrente noción de “apertura” cuando se habla de diálogo opera, como señala Aguilar, como una postura metodológica que promueve la creatividad incesante de significados y desarrolla la sensibilidad hacia lo diferente, no buscando sólo similitudes ni relaciones especulares con lo otro para tratar de confirmar las propias ideas, sino buscando aprender a partir de voces diversas.

<sup>16</sup> La conversación pedagógica representa para Gadamer una de las formas originarias de experiencia dialogal, sin embargo, la incapacidad para el diálogo (sobre todo por parte del profesor) la ha convertido en un **monólogo ininterrumpido**: “...esa incapacidad radica en la estructura monológica de la ciencia...” (Gadamer, 2002, p. 207).

El diálogo permite, entonces, la creación de nuevas relaciones, mientras que el debate estrecha las visiones, porque los participantes no hacen un esfuerzo para llevar a cabo un cambio en su visión.

El **diálogo no es una discusión** porque en ésta última la interacción se convierte en un ir y venir de las mismas ideas, sin que éstas se sometan a un cambio, y con el objetivo último de lograr la imposición de algunas de ellas. En el diálogo nadie intenta ganar si no ganan todos.

El **diálogo no es una negociación** porque esta última puede terminar en un conflicto en tanto que no tiene como objetivo cambiar las visiones de los agentes en sus relaciones, sino lograr la mediación adecuada para imponer sutil y persuasivamente, una visión que se considera superior desde el principio. El diálogo es más dinámico, fluido y experimental que la negociación. La negociación espera llegar a un acuerdo concreto; el diálogo busca transformar y cambiar las relaciones o las visiones sostenidas por los participantes, creando nuevas capacidades para resolver problemáticas específicas. Luego de una negociación las partes no quedan afectadas a sí mismas, porque su intervención se limita a la de administrar los intereses partidarios que representan y que no entran en el juego dialógico.

El **diálogo no es una toma de decisiones** porque la deliberación es el proceso discreto para considerar las opciones y sus implicaciones, mientras que el diálogo es un proceso continuo. En la deliberación se examinan racionalmente las posibles soluciones a un conflicto y se sopesan para realizar juicios argumentados; en el diálogo se construyen esas posibles opciones sobre las cuales se va a deliberar durante el proceso de toma de decisiones.

A través del diálogo se construye, entonces, nuevo conocimiento y se amplía con ello, la visión de la realidad, creando nuevas posibilidades y diferentes direcciones para la acción concreta.

El conocimiento que resulta del diálogo no es una amalgama que deriva del sincretismo o la síntesis de varios elementos tomados de diferentes perspectivas, sino una reconstrucción y reinención de cada una de las perspectivas de los agentes en diálogo, a partir de los elementos de los otros.

Swidler (1983) señala que el cambio que se produce mediante el aprendizaje a través del diálogo opera tanto en la dimensión práctica como en la cognitiva a través de tres fases: en la primera, cada parte reconoce los prejuicios que tenía sobre la otra; en la segunda fase, cada parte se apropia de algunos elementos que aprendió de la otra parte para ampliar su propia visión y, finalmente, luego del aprendizaje, cada parte crea nuevas concepciones y maneras de interactuar con el mundo y de mirarse frente al mismo.

De acuerdo con Swidler (1983), en un diálogo las partes implicadas:

- a) Deben participar con honestidad y estar dispuestas a aprender y a cambiar a través de la interpretación de los otros y de su comparación con las perspectivas iniciales, a partir de las cuales cada parte se define a sí misma.
- b) Deben partir del supuesto de confianza y equidad entre ellas, pues de otro modo los que participan suponiendo que representan a la escala superior dentro de una jerarquía, no tendrán la voluntad de cambiar y aprender de aquellos a quienes consideran inferiores, anulando el proceso de diálogo. Se requiere de la horizontalidad entre los distintos participantes.
- c) Deben estar abiertas a la auto-crítica y aceptar, en principio, que los otros tienen la razón.

El diálogo es una interacción multidireccional, en la que el ir y venir de las ideas las va transformando, dotándolas de nuevos sentidos, y los agentes en diálogo requieren por lo tanto de actitudes tales como: voluntad de poder para el cambio de las identidades propias, apertura, flexibilidad, respeto y confianza. En la interacción, el que escucha debe poder hacerlo sin resistencias e imposiciones, respetando la integridad de la posición diferente a la suya.

El diálogo existe, por lo tanto, en los cambios fundamentales que va teniendo la conversación y no solamente en el simple intercambio de ideas.

El diálogo crea la oportunidad de aprender sobre lo propio porque permite que se expliciten todos aquellos valores, prejuicios, intereses y supuestos asumidos de manera implícita en una posición. A través del diálogo es posible que las personas tomen conciencia de sus propios compromisos epistemológicos, metodológicos, metafísicos, axiológicos, entretejidos en sus percepciones de la realidad.



De acuerdo con Pruitt y Thomas (2007) el diálogo para ser efectivo debe:

1. Tratar con la complejidad a nivel social, dinámico y generativo. A nivel social, puesto que los agentes que participan sostienen diferentes perspectivas e intereses; a nivel dinámico, puesto que las situaciones que se quieren resolver mediante el diálogo son variables y con causas y efectos distantes en el tiempo y en el espacio, que exigen tener una visión analítica y sintética a corto, mediano y largo plazo; a nivel generativo, porque el futuro es indeterminado y la dinámica del diálogo va dando lugar a temas emergentes que no se pueden predecir desde el principio.
2. Coordinar significados. Los distintos agentes que participan en el diálogo sostienen diferentes experiencias, intereses, valores y normas, y ante tales diferencias culturales es necesario llegar a entendimientos mutuos, coordinando acciones y significados (del diálogo se espera lograr la comprensión mutua más que llegar a traducciones completas y totalitarias, que no necesariamente le dan sentido a cada visión, dentro de cada cultura).
3. Producir innovaciones. Después del diálogo, las partes involucradas deben poder cuestionar las visiones iniciales que sostenían para con ello, transformarlas y dar lugar a un menú de opciones sobre las cuales poder elegir.
4. Permitir deliberaciones. Lograr transformaciones sociales requiere de la capacidad de elegir entre alternativas para la acción. La deliberación implica sopesar opciones y favorecer aquellas congruentes con los valores que se decidan más adecuados para hacer frente a una situación común. Se debe reconocer la responsabilidad mutua sobre las decisiones tomadas y sus consecuencias.

La característica más sobresaliente del diálogo se resume a la contribución que este ejercicio hace para ***el cambio, la transformación***. La pretensión de los agentes que participan en una interacción dialógica debe ser la de transformarse a través de un aprendizaje creativo basado en el contraste con los otros y que permita entender cómo pensaba uno mismo antes y al mismo tiempo crearse nuevas maneras de pensar.

Los cambios pueden ser, en mayores o menores medidas, visibles, tangibles o intangibles, personales o sociales. A través de un ejercicio de diálogo pueden cambiar los modelos mentales de las personas, sus actitudes,

emociones, valores, normas, compromisos metafísicos, o bien, sus relaciones sociales, sus conductas, sus acciones, entre otros. Estos niveles de cambio pueden o no estar interconectados y ser interdependientes, por lo que el diálogo puede afectar a los distintos agentes que participan de él, individual y colectivamente. Las transformaciones individuales son, generalmente, la fuente de cambio social (Pruitt y Thomas, 2007)<sup>17</sup>.

El diálogo es un ejercicio creativo, más que conciliador, que busca modificar o construir ideas, y al hacerlo puede ser un elemento que permite la ruptura de barreras que dan lugar a dicotomías naturalizadas como pueden ser las de científico-no científico, blanco-indígena, civilización-barbarie.

A través del diálogo es posible crear soluciones que satisfagan las necesidades y fines de cada parte involucrada. Juzgar a las culturas distintas de las occidentales por producir otros tipos de conocimientos, aún cuando estos basten y resulten confiables para llevar una vida de acuerdo con los fines perseguidos por sus miembros, implica colocar en una escala jerárquica a unas culturas por encima de otras, con la idea de creer que deben avanzar hacia la dirección marcada por una tendencia. El diálogo es el freno del relativismo y el absolutismo extremos, porque permite la interacción entre posiciones rivales provenientes de diferentes comunidades epistémicas, permitiendo su evaluación intercultural, crítica y constructiva. Pero es necesario reconocer que el diálogo intercultural es más proyecto que realidad de hecho, y que no se reduce a nivelar las diferencias sino a reconocerlas y promoverlas, mejorando el conocimiento de sí mismo y de los otros.

El diálogo intercultural representa el proyecto para articular una respuesta alternativa que se oponga a la integración o asimilación de la **alteridad dentro de una supuesta "cultura mundial"** (monoculturalmente determinada), y que en su lugar propicie la transformación y la reorganización de la universalidad del mundo (Fornet, 1998).

El modelo de educación científica que describiré reconoce estas muchas virtudes del diálogo intercultural, pero también incita ciertas preguntas tales

---

<sup>17</sup> "...Somos los suficiente parecidos como para que el diálogo sea posible, y lo suficientemente diferentes como para que este hecho nos induzca a entrar en diálogo... Las culturas transforman y recrean a los individuos, y éstos transforman continuamente a sus culturas y a sí mismos..." (Parekh, 2000, p. 194).

como ¿Por qué la ciencia tendría que abrirse al diálogo? ¿Qué ventajas obtendría de hacerlo? **¿Acaso “se abre” la ciencia al diálogo o es** más bien ella misma un diálogo?

De acuerdo con Dascal (1997), las controversias científicas son una forma de diálogo interno, en donde se desarrolla la actividad crítica fundamental para el progreso racional del conocimiento. El estudio de las controversias que este autor ha realizado, le han dejado ver que se trata de largas conversaciones con interrupciones y reanudaciones, que comienzan con un tema bien definido y que paulatinamente van dando lugar a otros temas, no planteados previamente, pero que resultan pertinentes para la cuestión principal que está bajo discusión. Más allá de vencer, convencer o llegar a un acuerdo, Dascal plantea que el principal logro detrás de una controversia científica es la comprensión mutua, que permite percibir y aclarar las diferencias que los participantes sostienen inicialmente, contribuyendo al desarrollo del saber.

El trabajo de Dascal refleja cómo el diálogo en la ciencia ha permitido comprender las posiciones de los otros y las dificultades que habría para tratar de acomodarlas; pero sobre todo ha sido el medio para perpetuar ciertas diferencias que se han vuelto el motor o punto de partida para la construcción **de nuevo conocimiento a través de la “interminable lucha de sistemas”** (como la ha llamado Rescher).

La actividad de la ciencia no puede resistirse al diálogo intercultural porque eso significa atentar contra su identidad dinámica, cambiante, progresiva. La cooperación e intercambio intercultural es provechosa porque abre a la crítica y al progreso científico. Se puede, incluso, como lo ha hecho Bala (2006) entender a la ciencia como producto histórico del diálogo intercultural sostenido a lo largo del tiempo, y desde esta perspectiva la ciencia es ella misma un diálogo, en el que se diluyen los divorcios tajantes de ésta con otras tradiciones.

La educación científica como espacio para el diálogo intercultural puede ser uno de los múltiples espacios orientados a fomentar ese diálogo intercultural que ha hecho de la ciencia lo que ahora es, rompiendo con la

imagen de una ciencia neutral y aislada de los sujetos, con una identidad estática dada y establecida *a priori*.

En el espacio educativo promotor del diálogo, como el que propongo, se podrían abordar y precisar cuestiones tales como lo que se entiende por conocimiento científico y de dónde proviene su confiabilidad, si éste es un producto meramente occidental o si representa una autoridad incuestionable e incontaminada del conocimiento proveniente de otras tradiciones, si es intrínsecamente superior, etc. La ciencia tiene que poder abrirse a la crítica desde distintos espacios, y el educativo no podría ser la excepción.

Repensar lo que la ciencia es, desde la práctica educativa, también es una vía para redefinir su relación con otros saberes y para reformular la identidad de la ciencia misma, y de aquellos que la usan y la recrean en sus contextos cotidianos. La ciencia también es resultado de un diálogo; explicitarlo y promoverlo mediante la educación científica puede permitir que los estudiantes logren comprender algo de lo que la ciencia es, un asunto que **cobra mayor relevancia que el solo hecho de "saber algo de ciencia"**. Para poder comprenderla, es necesario reposicionar a la ciencia relativizando su papel social, su potencial, sus alcances y límites.

La educación de la ciencia puede ser un punto de entrada para la experiencia del diálogo como medio para reconstruir las identidades y para proporcionar a las personas la libertad de decidir sobre sus formas de vida.

---

### **3.4. Modelo dialógico intercultural de educación científica**

---

Compartiendo las intenciones expresadas en el reporte sobre conocimiento tradicional de ICSU y UNESCO (2002), he propuesto una posible resignificación de la educación científica como espacio para el diálogo intercultural que busca contribuir a la toma de conciencia sobre el valor educativo que representan los conocimientos tradicionales, así como la construcción de medios para lograr la interacción crítica de saberes.

¿Cuáles son los objetivos, condiciones, supuestos y resultados deseados de esta manera de reconceptualizar la práctica educativa de la ciencia? ¿Qué caracteriza al modelo que propongo?

El desarrollo de un modelo dialógico intercultural de educación científica tiene como objetivo principal lograr la comprensión de la ciencia, sin darle *a priori* un estatus especial a ésta. La comprensión se logra a partir de intervenir en la ciencia misma (mirar que está hecha de diálogo) y con la ciencia misma (saber distinguir cuando un conocimiento o procedimiento científico-tecnológico es la opción más adecuada para resolver un determinado problema planteado por el contexto cultural, y cuándo no).

Se trata de una educación científica que aproxima la ciencia a las distintas comunidades culturales de una manera crítica y mediante el diálogo intercultural entre los sujetos que buscan aprender algo de ella. No busca imponer la visión científica por encima de otras visiones, sino desarrollar un enfoque pluralista del conocimiento, en el que se someten a diálogo múltiples visiones del mundo igualmente válidas y legítimas, entre las cuales los estudiantes se verán obligados a elegir entre posiciones rivales (científicas *versus* tradicionales) y a transformar sus propias visiones (sus concepciones alternativas), recreando sus identidades y cambiando sus modos de actuar en el mundo (sus prácticas sociales), todo esto con base en razones que tienen sentido dentro de su contexto cultural, sus valores, necesidades y deseos, los cuales también se verán afectados como resultado del proceso educativo.

En un sentido más amplio, un modelo educativo de la ciencia como éste fomentaría un intercambio y aprendizaje intra e intercultural que puede contribuir a replantear las relaciones entre distintas tradiciones del saber, favoreciendo la horizontalidad que resulta del pluralismo epistemológico y promoviendo la construcción interactiva del conocimiento sobre una base específica de necesidades sociales y de recursos locales dentro de cada comunidad escolar. Con ello, este modelo contribuiría a luchar contra la mirada reduccionista hacia la ciencia, contra el predominio de una noción absolutista de racionalidad universal y algorítmica y contra la supuesta uniculturalidad de la ciencia, enriqueciendo, en última instancia, la imagen de lo humano.

El medio o la estrategia para lograr lo anterior es el diálogo intercultural entre los agentes que participan del proceso educativo (alumnos-alumnos, profesor-alumnos, comunidad cultural-alumnos-profesor), quienes sostienen sus propias concepciones alternativas sobre la ciencia y quienes se pondrán a dialogar en aras de comprender y recrear los conocimientos tradicionales y científicos<sup>18</sup>.

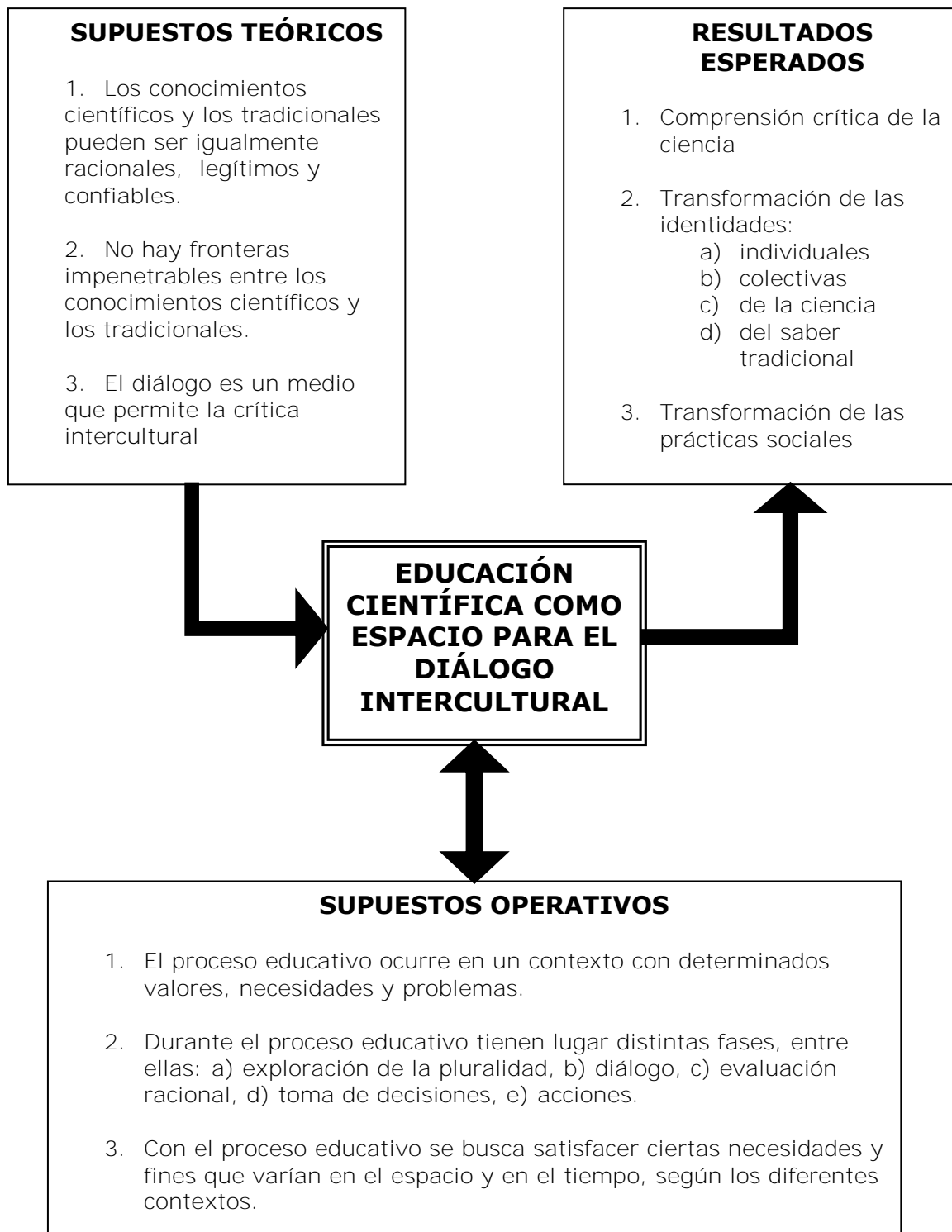
Alcanzar los objetivos, mediante la estrategia del diálogo que este modelo educativo propone, requiere de un conjunto de condiciones (ver Esquema 1) que conforman el modelo en sí y que he clasificado en:

1. ***Supuestos teóricos***, o puntos de partida epistemológicos del modelo mismo.
2. ***Supuestos operativos***, o condiciones y mecanismos en los que ocurre el diálogo intercultural.
3. ***Resultados esperados***, o consecuencias de la práctica educativa de la ciencia como diálogo intercultural.

Los supuestos teóricos del modelo que propongo son los que hacen posible su conceptualización, y sobre ellos he venido argumentando en las secciones 3.2 y 3.3. de este capítulo. Suposiciones tales como 1. Que no existen fronteras impenetrables entre los tipos de saberes, 2. Que la ciencia es ella misma un proceso de diálogo, 3. Que el diálogo es el pilar de la interacción educativa e intercultural; permiten el replanteamiento de la educación científica en la dirección que he señalado, y distinguen a este enfoque de aquellos otros que han servido como base de una educación indígena o multicultural.

---

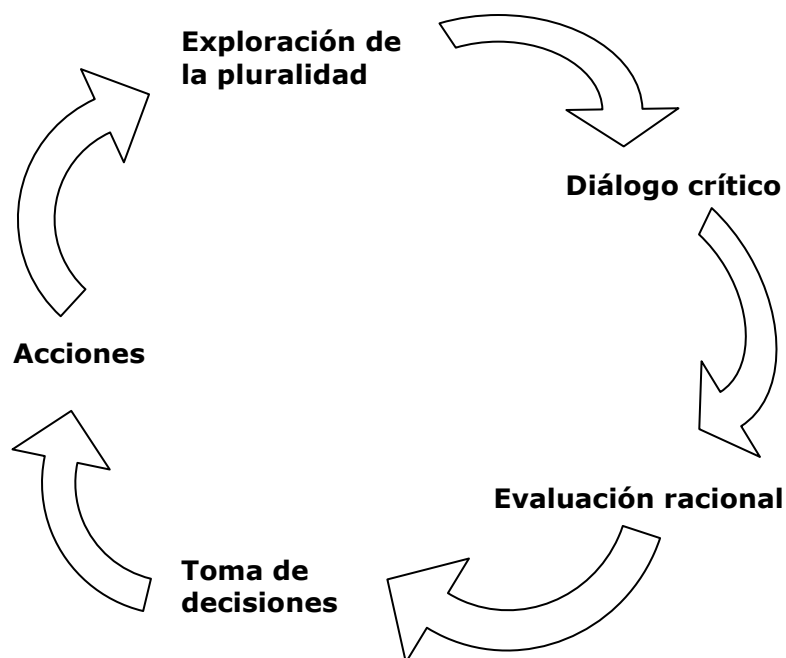
<sup>18</sup> Aún cuando en este trabajo no se ahondará en lo concerniente a las concepciones alternativas de los estudiantes, es importante distinguir entre las concepciones alternativas y los saberes tradicionales. Las primeras (muchas veces llamadas ideas previas) son las concepciones con las que los estudiantes enfrentan la enseñanza-aprendizaje de los conocimientos científicos y tecnológicos, el cual lleva implícito un problema de construcción y transformación conceptual. A partir de las concepciones alternativas, los sujetos dan respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales, bien porque esa interpretación es necesaria para la vida cotidiana o porque es requerida para mostrar cierta capacidad de comprensión que es solicitada a un sujeto por otro -como un profesor-, entre pares o por cierta circunstancia específica cotidiana -por ejemplo, la solución de un problema práctico-. En contraste, los saberes tradicionales responden a las tradiciones milenarias de los pueblos nativos que son quienes los producen, los utilizan y los legitiman.



**Esquema 1.** Bases del modelo dialógico intercultural de educación científica.

Los supuestos operativos, por su parte, señalan la dinámica que toma este proceso educativo, en donde la importancia de valorar cada contexto en el que ocurre, hacen de este modelo una forma flexible, variable y adaptable de educar en ciencias. El proceso de formación científica tiene lugar dentro de situaciones específicas *en concreto*.

Destacan cinco fases fundamentales que en su interdependencia van conformando lo que llamo espirales de enseñanza-aprendizaje de la ciencia, como lo muestra el Esquema 2.



**Esquema 2.** Principales fases de una espiral de enseñanza-aprendizaje dentro del modelo dialógico intercultural de educación científica.

Las espirales de enseñanza-aprendizaje son las unidades analíticas de la dinámica del proceso educativo que propongo. Sin constituir bloques rígidos, lineales e independientes entre sí, un ciclo escolar orientado a la ciencia, puede estar conformado por una o más de estas unidades analíticas, dependiendo del contexto, y del conjunto de intereses y valores de las distintas poblaciones escolares.

Cada una de estas unidades operativas permite entender cómo es que tiene lugar la educación de la ciencia desde un enfoque pluralista del conocimiento, es decir, cómo es que los estudiantes van comprendiendo poco a



poco lo que la ciencia es, pero no a través de la imposición unilateral y unívoca proveniente de una figura de autoridad como puede ser un profesor o un libro de ciencias, por ejemplo, sino a través del desarrollo de capacidades críticas, creativas y de toma de decisiones de los estudiantes y de los profesores en interacción dentro de un aula.

En este sentido, con el modelo de educación científica como espacio para el diálogo intercultural se busca transformar aquellos componentes autoritarios que rigen muchas de las interacciones pedagógicas (Ghiso, 1998).

En la *fase de exploración*, los participantes de una experiencia educativa como la que plantea este modelo, pondrán sobre la mesa los problemas, necesidades, intereses y valores del contexto inmediato en que se encuentran. En este enfoque no se considera que los problemas, valores o intereses de una comunidad se puedan definir *a priori* y de manera ajena a la misma comunidad escolar que aprende ciencia. Los contenidos que serán abordados se redefinen en cada experiencia educativa, lo que actualizará de manera permanente el sentido que tiene la educación científica para ese contexto en particular. El sentido de para qué enseñar ciencias no es único ni universal, sino flexible y abierto para responder a las distintas orientaciones evaluativas que varían espacio-temporalmente.

Además del reconocimiento del contexto y del sentido de la educación científica, en la fase de exploración también es fundamental el reconocimiento de la pluralidad de visiones sobre un asunto particular. Y esto tiene un doble sentido: por un lado, el reconocimiento de las concepciones alternativas que los estudiantes y profesores sostienen sobre temas científicos (un tema sobre el que no profundizaré en este trabajo), y por otro, el reconocimiento de las visiones de mundo provenientes de las distintas tradiciones del saber. Además de los conocimientos científicos, hay conocimientos tradicionales que son legítimos y confiables, y solamente en su consideración es que se puede **explicitar el significado de "lo científico"**. Lo científico es lo que es, sólo en relación a lo no-científico. Distinguir el carácter entre uno y otro debe ser responsabilidad de la educación científica.

Las actividades cotidianas y diversificadas de todos los miembros de una colectividad que, en su manejo de la naturaleza y en su trato social, integran representaciones colectivas y crean pautas de conducta en los diferentes ámbitos de acción, rigen la vida y la manera de pensar de quienes crecen y viven en esa colectividad (Carrillo, 2006), dando lugar a múltiples cosmovisiones ante las cuales el proceso educativo de la ciencia debe responder con sensibilidad<sup>19</sup>. Se deben respetar los saberes socialmente construidos en la práctica comunitaria y dialogar sobre las razones de ser de esos saberes (Freire, 1973).

La diferencia y la identidad son oportunidades para ir conociendo mejor lo que uno es frente a lo que es lo otro, mediante el enriquecimiento cultural **producto de la interacción entre agentes y sus saberes: "...Estamos constituidos desde el exterior... la alteridad, lo otro, está en nosotros y nos constituye..."** (Aguilar, 2005, p. 42).

La exploración de la pluralidad se hace horizontalmente, sin jerarquías establecidas de antemano y consideradas intrínsecas, en abstracto, para cada parte. No hay superior e inferior en abstracto, por lo que la exploración de las múltiples visiones del mundo no debería realizarse de modo lineal o progresivo, como acostumbran algunos programas escolares, sino más bien explicitando los valores a que responde tal o cual orden jerárquico con arreglo a ciertos estándares.

Explorar la pluralidad no implica que para cada temática científica tenga que existir necesariamente una contraparte derivada de la tradición, o viceversa. Pero sí implica reconocer que hay una diversidad de formas de resolver problemas y alcanzar los fines deseados.

La horizontalidad en esta fase transforma el sentido mismo de la enseñanza-aprendizaje, en tanto que éste dejaría de concebirse como el reemplazo de una concepción del mundo por la otra (generalmente la científica) que se considera intrínsecamente superior que otras, y se

---

<sup>19</sup> Desde Galileo y Descartes pareciera que la ciencia ha dominado el concepto de saber. El conocimiento científico ha sido identificado como el formal y privilegiado en los programas escolares, mientras que el conocimiento práctico o las habilidades artesanales se relegaban a un segundo plano: **"...Ante la concepción hegemónica del conocimiento, todo aquello que no se encuentra en los libros de texto no posee ningún valor..."** (Funtowicz y Marchi, 2003, p. 81).

comenzaría a pensar como la activación contextual de una representación del mundo (científica o no), que de entre las múltiples posibles, es la más racional frente a una situación dada.

La palabra clave de esta fase es: ***la pluralidad***.

Con la ***fase de diálogo crítico***, se pretende fomentar las interacciones escolares entre sujetos para lograr que aprendan más sobre ellos mismos, tomando conciencia de sus propios valores, prejuicios y compromisos, para que ello les permita relativizar su propia perspectiva. El diálogo tiene como eje el cambio de las identidades, y al ser un ejercicio creativo promueve la acción colaborativa necesaria para la construcción de nuevos conocimientos, pues cabe recordar que en el proceso educativo no se transmiten conocimientos, sino que se crean las posibilidades para su producción o construcción interactiva (Freire, 1966; 1973). La educación científica no debería reducirse a la transmisión de contenidos estáticos sino que debería enseñar a producir, transferir y aplicar nuevo conocimiento útil y pertinente a las problemáticas específicas que atañen a las distintas esferas de la sociedad.

En el diálogo no se trata de hacer una síntesis que sume a la ciencia y al saber tradicional dentro del aula, ni tampoco se trata de una desfragmentación ecléctica de los saberes indígenas o científicos. Tampoco es un mestizaje artificial, ni la acumulación de conocimientos y adopción forzada de patrones externos, sino que busca contribuir a entender que la propia cultura no es la única; que hay otros puntos de vista que pueden ser exitosos a la hora de enfrentar la realidad.

Se trata de abrir el espacio para la crítica racional que permita reconocer los prejuicios valorativos que unos tienen sobre otros, pero sobre todo, de ampliar cada una de las visiones en juego, reconstruyéndolas mediante la escucha de los aportes críticos derivados del diálogo intercultural. Esta reconstrucción de identidades es la que daría lugar a maneras innovadoras de interactuar con el mundo y de mirarse frente al mismo. En la comprensión de cada visión, los sujetos deberían transformar la suya propia.

El diálogo intercultural en el contexto educativo no pretende imponer un sistema de conocimiento por otro ni tampoco imponer una mezcla de ambos tipos, sino de contribuir a la formación de alumnos críticos capaces de crear y recrear sentidos y significados, de manera permanente y responsable social y políticamente, porque es en relación a su contexto más amplio en donde su proceso educativo adquiere sentido; se educan para lograr ciertos fines y para satisfacer ciertos deseos dentro de su comunidad cultural.

El diálogo es crítico porque es intercultural y enfrenta perspectivas y compromisos no siempre compatibles ni traducibles entre sí. Mediante éste se puede favorecer la valoración, en concreto, de los conocimientos de los pueblos indígenas y no-indígenas, reconociendo los elementos valiosos de la alteridad, sin devaluar, en abstracto, lo propio de cada parte.

Esto daría lugar a una reconstrucción continua de la ciencia desde las experiencias educativas concretas; a la transformación intercultural de la ciencia, a través del reconocimiento de que el saber científico es un mosaico de tradiciones en diálogo permanente [contribuyendo, de este modo, a la conformación de una imagen de la ciencia más pluricromática, pluriforme y plurivisional diría Fernet (1997)].

¿De qué serviría, por ejemplo, dar cabida a la comprensión de las creencias y prácticas mágicas de los azande en una clase de ciencias? Aunque en nuestras vidas no haya lugar para la aplicación directa e inmediata de lo que podemos aprender estudiando a los azande, esto no significa que no vayamos a encontrar en absoluto puntos de contacto provechosos entre los azande con elementos propios de nuestra tradición cultural. Estos puntos enriquecerían nuestra comprensión acerca de, por ejemplo, la relación multívoca entre pensamiento y realidad, o el significado dinámico y no universal de la racionalidad<sup>20</sup>, por señalar algunos de los elementos

---

<sup>20</sup> La racionalidad para Villoro (2007) debería comprenderse como una racionalidad razonable caracterizada **por ser múltiple, incierta, impura y dialógica**. "...En vez de subordinar la multiplicidad de culturas a una sola manifestación de la razón, [se puede] comprender la razón como resultado de una pluralidad inagotable de culturas... ...La razón no es una, sino plural... la verdad y el sentido no se descubren desde un punto de vista privilegiado, sino que pueden ser accesibles a otros infinitos... el mundo puede comprenderse a partir de diferentes paradigmas..." (Villoro, 1998, p. 9 y 168, paréntesis mío).

característicos de un discurso de quien dice saber algo de ciencia. El diálogo afecta, significativamente, los conceptos de realidad y de racionalidad<sup>21</sup>.

Como señala Winch (1987), sin duda existe un conflicto entre el modo de pensar científico y el azande, e incluso una especie de mutua exclusión, pero esto no quiere decir que se contradigan lógicamente uno al otro. Entre ambos puede haber conflicto, pero ninguno es mejor que otro sin razones y sin valoraciones. De la inclusión de saberes no-científicos en la clase de ciencias podemos comprender lo que la ciencia es y que el contexto cultural es el que establece los límites para poder decir inteligiblemente qué está haciendo un individuo y si es aceptable o no, racional o no, confiable o no.

En la educación científica como espacio para el diálogo intercultural no solamente se dictan conocimientos ya elaborados para poder ser aplicados a situaciones concretas, sino que también se promueve la reelaboración de los saberes a través de la participación activa, colectiva, dialógica, tomando en cuenta las necesidades de los sujetos en aras de lograr que ese conocimiento sea un instrumento para la transformación social (Torres, 2001).

En el diálogo pedagógico<sup>22</sup> se comprende que los sentidos y significados son construcciones producto de interacciones dadas en tiempos, espacios y escenarios que los condicionan y en donde se mezclan los deseos, intereses, valores que no son ajenos a sus identidades individuales y colectivas (Ghiso, 2000).

---

<sup>21</sup> En su propuesta de una epistemología ambiental, Leff (2006) habla de una nueva racionalidad que integra la pluralidad de valores, visiones, concepciones e intereses que configuran el campo de una ecología política donde confluyen diferentes significaciones culturales. La racionalidad ambiental, afirma Leff, cuestiona el modelo de la racionalidad universal y dominante hacia un haz de matrices de racionalidad en la diferenciación de cosmovisiones, donde se conjugan identidades en un diálogo de saberes del que emergen nuevas estrategias conceptuales que permiten revalorizar un conjunto de conocimientos sin pretensión de cientificidad, incorporando la diversidad cultural en la transformación de la realidad.

<sup>22</sup> El diálogo ha sido el proceso central dentro de la pedagogía de Paulo Freire (1966; 1969; 1973). Para este autor, el diálogo es una relación horizontal de A, B, C. El diálogo permite el encuentro entre las personas y de éstas con el mundo. Es expresión de la historicidad, condición para el desarrollo de una cultura humanizante y fundamento social para saber y actuar. Es la capacidad de reinvención, de conocimiento y de reconocimiento, y es también una forma de superar los fundamentalismos. El diálogo permite trabajar *con* el estudiante, y no *sobre* él, porque lo convierte en agente, no en objeto. La práctica educativa dialógica es liberadora porque facilita interpretar, significar y reflexionar críticamente las diferentes prácticas y experiencias de los otros, para generar respuestas que pongan en práctica acciones alternativas. El acto de conocimiento implica para Freire un movimiento que pasa de la acción a la reflexión y de la reflexión a una nueva acción (Ghiso, 1996). Según Freire, la educación es ideológica y es una forma de intervenir en el mundo. Educar exige el reconocimiento y la aceptación de la identidad cultural, también exige buen juicio, convicción de que el cambio es posible, tener disponibilidad para el diálogo, saber escuchar y tomar decisiones, entre otras.

Mediante el diálogo se contrastan metodologías, aproximaciones teóricas y herramientas provenientes de tradiciones distintas, fomentando el entendimiento intercultural y relativizando los conocimientos en función de las necesidades y valores cambiantes del entorno inmediato. También se construyen soluciones innovadoras derivadas de la comprensión intercultural, porque es en el diálogo donde lo nuevo puede surgir, donde se deja aparecer lo inédito.

El marcador clave de esta fase es: *la comprensión*.

La *fase de evaluación racional* acompaña a la fase dialógica; ambas corren simultáneamente. Del diálogo se construyen entendimientos mutuos que exponen a las distintas alternativas para responder racionalmente frente a una situación particular. Cuando se reconocen y se comprenden estas diferentes interpretaciones es posible decidir entre ellas con base en razones que sólo tienen sentido en el contexto a que responde ese proceso educativo concreto. Comprender es una instancia de aplicación de algo universal (los conocimientos científicos o indígenas, por ejemplo) a algo particular (la situación del que los estudia). Los saberes representan lo universal y la situación del estudiante lo particular. No es que primero se comprenda algo y luego se aplique lo comprendido a un contexto, sino que aquello que se comprende está determinado por la situación específica de los agentes que, en este caso, interactúan en el aula. En consecuencia, este modelo de educación científica lleva consigo un modo particular de entender la transferencia de saberes y tecnologías (es decir, de conocimientos que pueden ser aplicados) desde el ámbito educativo hacia los entornos locales; no es que primero se genere cierto conocimiento dentro de las aulas y que luego se busquen los modos lineales de hacerlo llegar a la población civil en su conjunto, sino que más bien *aquel conocimiento construido dentro del aula se crea en función de determinadas necesidades locales que se pretenden satisfacer mediante el proceso educativo de la ciencia*.

Ante un problema colectivo particular, ninguna visión o solución, de entre múltiples alternativas o soluciones construidas a partir del diálogo, es

mejor que otra con respecto a criterios universales o superiores de verdad, porque éstos últimos no existen; pero ante ciertas encrucijadas, unas alternativas pueden resultar mejores que otras con respecto a un conjunto particular de valores y fines. Son las personas quienes valoran los conocimientos y quienes los evalúan y los usan; el valor utilitario no es siempre el que se impone sobre los demás. Lo más racional no solamente tendría que serlo en conformidad con el bien común, también tendría simultáneamente que asegurar éxito en las acciones sobre la realidad y orientar el sentido de las vidas colectivas e individuales.

En la educación científica considero que es necesario conocer las soluciones que vienen de las otras tradiciones no sólo para aprender de ellas, sino también para conocer mejor la propia tradición y así poder cuestionarla, reelaborarla y aceptarla o rechazarla con base en razones.

La reflexión racional y la transformación de las tradiciones que se someten a crítica a través del diálogo impide que las tradiciones se conviertan en dogmas carentes de toda racionalidad que se aceptan por autoridad (Velasco, 2006).

El modelo de educación científica como diálogo intercultural es un espacio para la indagación de cómo las diferentes culturas resuelven los problemas comunes de la condición humana (como señalaré más adelante, éstos pueden tener que ver con temas como, por ejemplo, nacimiento, muerte y sexo, según Winch) sin suponer que existen soluciones universales y absolutas a estos problemas; es un espacio para el estudio de cómo se las arregla cada grupo humano para resolver su relación con el mundo, sin pretender que la ciencia es la mejor y única solución<sup>23</sup>. Es el espacio de la

---

<sup>23</sup> Aquello que cada cultura se propone como meta para alcanzar en la vida puede ser muy diverso y cada comunidad tendrá sus propias estrategias para resolver lo que para ellos es considerado un problema. En el mundo maya-tzeltal, por ejemplo, atribuir sentido a la vida es un ejercicio de memoria y de experiencias que crean una ontología alrededor de valores como "el respeto" y "la espera". Estos valores acompañan siempre la acción fundamental del hombre maya-tzeltal, que es la acción de cultivo; cultivar la tierra es cultivarse a sí mismo, ser culto es poner en práctica sus conocimientos. El estudio que ha realizado Gómez (2003), en torno a la relación de esta comunidad indígena con el mundo, le ha permitido explicar uno de los por qué para esta gente un problema para nosotros, como es la pobreza, no es un problema para ellos. **La pobreza para ellos crea armonía porque los excesos, dicen, acarrear violencia y daño a su comunidad. A través de "la paciencia" es como estas comunidades responden ante lo que para nosotros es calificado de injusticia; ésta ha sido su estrategia de respuesta porque guarda concordancia con el valor que para su tradición tiene "la espera". Ellos responden "esperando", (su forma de lucha es "aguantar") y eso ha sido lo mejor para ellos, de acuerdo con sus propios criterios. A través de la educación científica como espacio para el diálogo**

*phronesis* aristotélica, en virtud de la cual sabemos utilizar los medios adecuados para lograr determinados fines; fines que también sabemos determinar con prudencia como los más convenientes para una circunstancia dada.

En esta fase es que se explicitaría de manera clara, que los saberes se producen en la interacción y que sólo después se les pone la etiqueta de científico o no-científico, según la comunidad que los legitima, los usa y los pone en práctica, y que más allá de las etiquetas que se le asignan a los saberes que surgen de las interacciones dialógicas, se debe reconocer que éstos se generan para satisfacer ciertas necesidades, y que de ello depende la evaluación de su efectividad, eficiencia o confiabilidad. El conocimiento construido socialmente es de naturaleza relacional y heterogénea, y su evaluación depende de los estándares de la tradición que lo produce, en un diálogo permanente con otras tradiciones.

Esta fase permitiría que no se devalúen ciertos conocimientos sólo por autoridad, sin explicitar el por qué se les devalúa, sometiendo a prueba a los propios prejuicios. En esta fase se construirían las argumentaciones (las diferentes razones para cada quien) sobre las cuales se pueden tomar decisiones que orienten las acciones de los sujetos que aprenden.

El marcador de esta fase es: *phronesis o prudencia*.

En la *fase de toma de decisiones*, casi indistinguible del proceso deliberativo, la educación en ciencias adquiere su carácter como la enseñanza-aprendizaje de un modo de proceder: el proceder científico. Educar en ciencias se vuelve un entrenamiento, por un lado, para reconocer racionalmente lo confiable de lo no-confiable, lo científico de lo no-científico, lo aceptable de lo no-aceptable, y por otro lado, para reconocer que la aplicación de estas etiquetas no responde a un algoritmo universal y absoluto. La producción de saberes legítimos ocurre en un contexto que plantea necesidades y problemas que exigen solución

---

intercultural es que se puede someter a crítica, desde otras perspectivas, si, en efecto, esto es lo mejor para ellos o si se pueden construir soluciones alternativas (con bases científicas o no) o bien, si se debe aceptar (con base en razones), el hecho de que efectivamente, su solución resulta ser la mejor opción. La educación científica como diálogo intercultural es el espacio para el aprendizaje mutuo; *no podemos juzgar sin antes comprender*.



eficaz y eficiente. Ningún discurso científico se crea al margen de una práctica social, sino que tiene una base social que lo sustenta y viabiliza; su legitimidad no se da unilateralmente, sino de manera plural e intersubjetiva.

Mucho se ha discutido sobre cuál sería ese modo de proceder científico. Considero que el estudio de los juicios prudentiales puede orientar una respuesta adecuada.

En la tradición hermenéutica, para Gadamer la evaluación de interpretaciones textuales en competencia es básicamente un proceso deliberativo que jamás llega a soluciones apodícticas y demostrables. Por ello piensa que la comprensión es un tipo de conocimiento cercano a la *phronesis* aristotélica, en donde el juicio prudential es fundamental para el progreso de las interpretaciones y en última instancia para el progreso de la tradición misma (Velasco, 1999).

La prudencia es la capacidad racional para emitir una opinión sobre cómo actuar en una situación concreta, y esta opinión es resultado de una deliberación en la que se conjugan valores, intereses y normas con las circunstancias específicas de dicha situación. La elección racional involucraría una evaluación de la relevancia de los problemas, de lo apropiado de los métodos para resolverlos, de la satisfacción de los deseos e intereses de quienes están decidiendo, y sobre todo, de la relación de esos métodos con el desarrollo histórico de la tradición en la que pretenden utilizarse. Las respuestas más racionales a los problemas obtienen su posibilidad en la práctica concreta. La prudencia busca examinar las circunstancias particulares y las diferencias de cada caso, la situación real (Villoro, 2007). Debido a la ausencia de perspectivas universales desde las cuales poder criticar, no se podría esperar una única solución, intrínsecamente superior, en abstracto; las estrategias de validación intersubjetiva del conocimiento se conforman en función de los diferentes contextos socio-culturales y finalmente, del **“choque con la realidad independiente misma”, fuente y resultado del nuevo conocimiento.**

No hay una garantía predeterminada de que ante cada situación concreta que requiera una elección entre alternativas, la alternativa más

racional será la científica (aunque, de hecho, lo haya sido y lo sea en muchos casos). Lo que es racional varía, se relativiza mesuradamente<sup>24</sup>. Igualmente lo que es real. El diálogo intercultural amplía el mundo y deja ver que hay más mundo del que inicialmente uno podría pensar, y que ese mundo depende de una realidad independiente, pero también de las múltiples visiones sobre ella.

Así como ciertos conocimientos científicos son mejores para ciertos fines y con respecto a ciertos valores, los conocimientos tradicionales son también mejores con respecto a ciertos estándares; la evaluación requiere de la consideración contextual de las prácticas en donde adquieren más sentido unos saberes que otros. La *phronesis* o prudencia tiene, entonces, la función de llenar la distancia que existe entre los principios demasiado generales (conocimientos en abstracto) y la diversidad de las situaciones particulares en que cobran significado (lo concreto). En el contexto cultural es en donde se ejercen las decisiones. La elección por una opción no puede universalizarse como la mejor ni para todo tipo de fines y todo tipo de valores, ni para toda situación en todo momento. La razón debe enfrentarse a cada caso y situación alejándose de las grandes pretensiones de universalidad y univocidad (Di Castro, 2002).

La toma de decisiones implica, además, asumir y tomar conciencia de las responsabilidades sobre las consecuencias previstas e imprevistas **asociadas a cada elección. Elegir requiere la voluntad de "la incógnita", la que dinamiza la búsqueda por una respuesta en la que "el otro" puede tener la razón** (Aguilar, 2005).

**El que un estudiante "decida", dentro de esta fase, hace que la educación científica por un lado, contribuya seriamente al desarrollo de una actitud crítica y a la formación ciudadana, porque desde el contexto escolar se vuelve indistinguible el conocimiento de su evaluación en función de las**

---

<sup>24</sup> La racionalidad monológica se desplaza por la dialógica en el supuesto de que los problemas centrales de la filosofía se tendrían que resolver comunitariamente, siempre en conversación con otros; el diálogo se convierte, entonces, en condición de posibilidad de la racionalidad en donde muchas voces se levantarán contra cualquier voz que pretenda ser la única autoridad (Aguilar, 2005). Destaca también el trabajo de Di Castro (2002) en su esfuerzo por aproximarse al concepto de racionalidad para ampliarlo en su consideración de lo plural y lo local: "... *un acto por sí mismo no puede ser considerado racional o irracional, sólo se le puede atribuir el primero o el segundo adjetivo dependiendo, en cada caso, de sus complejas relaciones con los deseos, las emociones, las creencias y la información de los agentes...* [tales fungen como razones de la elección]..." (Di Castro, 2002, p. 151, paréntesis mío).

necesidades del entorno; se elige en el marco de una situación social y persiguiendo ciertos fines. Por otro lado, también se fomenta la práctica del diálogo como la vía para explorar, evaluar, contrastar y construir nuevos significados. El diálogo permite la deliberación y orienta la toma de decisiones; decidir es comenzar a actuar; comenzar a actuar se hace desde la escuela.

Las palabras claves de esta fase son: ***elegir para la acción.***

En la ***fase de las acciones*** partimos de reconocer lo que ya Villoro ha señalado: el conocimiento es una operación concreta que se da en individuos reales, quienes buscan responder a la necesidad práctica de orientar sus acciones en el mundo; esto es, buscamos conocer por razones prácticas, queremos que nuestra conducta sea exitosa, es decir, que satisfaga las necesidades y cumpla los propósitos que nos hemos planteado:

**"...El éxito de su acción sólo tiene una garantía: la adecuación de su práctica al mundo real, no al de sus fantasías e ilusiones personales..."** (Villoro, 1982, p. 58).

La educación en ciencias es un espacio para que el alumno aprenda a distinguir entre creencias que resultan razonables para orientar sus acciones y creencias que carecen de dicho sustento. Como es un individuo situado, que actúa en situaciones concretas, tendrá que decidir sobre alternativas en contextos particulares, y según ciertos valores. Así en el proceso de enseñanza-aprendizaje, durante la deliberación y toma de decisiones, lo que ha hecho el estudiante es disponerse a actuar de determinada manera ante el mundo y con **base en razones que son "las ligas" que le aseguran que su acción estará determinada por la realidad; estas razones le garantizan al alumno el acierto de su acción en el mundo** (Villoro, 1982).

La mayoría de las acciones humanas están motivadas por fines, que se logran como resultado de ciertos actos. Elegir para la acción es revisar qué razones sostienen las disposiciones de las alternativas para actuar, abandonar aquellas creencias que no están justificadas porque las razones que las sostienen se mostraron como no suficientes en la deliberación, y elegir aquellas alternativas acordes con los fines que se buscan satisfacer. De este

modo los estudiantes se van asegurando de que su práctica será acertada al estar orientada por creencias justificadas en un juego de razones evaluado como suficiente.

Tal suficiencia estará determinada, a su vez, por las necesidades prácticas demandadas por el contexto cultural que rodea a los estudiantes. **No se trata de decidir por "tal alternativa, punto", sino por "tal alternativa, para alcanzar los fines propuestos dentro de cierta tarea".** La educación científica en este sentido, es un ejercicio que posibilita a los alumnos a distinguir aquellas creencias que resultan razonables, porque están basadas en razones que bastan para tener la confianza de que orientarán la práctica satisfactoriamente, de acuerdo a los fines que se buscan alcanzar mediante cada intervención educativa. Por eso es que no siempre serán los saberes de la ciencia las alternativas más adecuadas para enfrentar una situación específica planteada a los estudiantes.

La comunidad cultural en que viven los alumnos es relevante para la educación científica como diálogo intercultural porque determina la justificación exigida para asegurar una orientación acertada en cada acción:

**"...El número de razones que consideramos variará en cada caso, de acuerdo con el interés en que nuestra acción esté más o menos firmemente "encadenada" a la realidad. Entre las creencias razonables, que solemos llamar "saberes", y el saber en sentido estricto caben muchos grados intermedios..."** (Villoro, 1982, p. 168).

Los estudiantes aprenden mediante la práctica. Con las **acciones** inician y terminan las espirales de enseñanza-aprendizaje de la ciencia porque la práctica determina el grado de justificación que requerimos para sostener una creencia:

**"...Porque el conocimiento no es una operación desinteresada, puede explicarse el que en unas circunstancias consideremos sólo unas pocas razones para inferir que sabemos y en otras nos exijamos razones más completas para hacer la misma inferencia..."** (Villoro, 1982, p. 170-171).

La necesidad de conocer, a la que responde todo proceso educativo en general, lleva consigo la realización de fines concretos ligados a nuestras necesidades vitales. Por ello son las prácticas de los estudiantes dentro de la comunidad en la que viven, sus actividades intencionales, las razones de los saberes que

construyen y los motivos que determinan sus procesos de justificación. En la realización práctica de los fines que movieron a conocer algo, se comprueba ese conocimiento (Villoro, 1982). **Conocer** como resultado de la educación en ciencias tiene, por lo tanto, un impacto en las acciones de los alumnos (se vuelven cada vez más eficaces), y en sus identidades individuales y colectivas, como se verá más adelante.

Precisamente la efectividad que tiene la ciencia para orientar las acciones es lo que motivaría a los estudiantes de las diversas comunidades a estudiar ciencias dentro del aula. Pues es en la práctica concreta donde pueden darse cuenta de que el conocimiento científico es efectivo y exitoso para enfrentar la realidad y resolver ciertos problemas planteados por el entorno, aunque no todos:

**"... La mayoría de las creencias que nos permiten orientar nuestra vida y lograr éxito en nuestras acciones, no son científicas... suelen ser creencias de cuya solidez no dudamos... que se basan en razones controvertibles..."** (Villoro, 1982, p. 294).

El modelo educativo que propongo se funda en la contextualización y finalización de las prácticas, y a su vez desarrolla lo que algunos autores llaman una relación pragmática con el saber, la cual hace referencia al uso funcional del conocimiento adquirido, propiciando que el alumno se involucre con los problemas de su región y de su entorno comunitario, haciéndose partícipe de la tradición cultural que le es propia.

Desde este enfoque sociocultural que es acorde con las formas de enseñanza situada (las cuales describiré con mayor detalle en el capítulo siguiente), el aprendizaje es una práctica constructiva, propositiva, intencional y activa que incluye actividades que implican intención-acción-reflexión; se entiende al conocimiento también como situado porque se genera y se recrea en determinada situación, es parte y producto de la actividad, el contexto y la cultura en que se desarrolla y utiliza (Díaz-Barriga, 2006).

La transformación de identidades y de prácticas es así, el denominador común dentro del conjunto de los resultados esperados de la implementación de un modelo dialógico intercultural de educación científica. La enseñanza-aprendizaje de las ciencias, mediante la aproximación a las alternativas

científico-tecnológicas como posibles soluciones adecuadas para ciertos problemas, permite que los individuos de cualquier grupo cultural, sin abandonar su identidad, puedan transformar su propia cultura, adoptando lo mejor de la ciencia para resolver una situación específica y conservando lo mejor de su propia cultura.

Cada experiencia educativa dentro de este enfoque sería una oportunidad para resignificar a la ciencia y a los agentes que participan del **proceso educativo. Cada experiencia educativa tendría "su razón de ser" y justificaría su "para qué educar en ciencias"**.

Tanto docentes como alumnos transformarían sus identidades en el sentido que señala Freire (1973) mediante un juego de palabras que afirman que quien educa, se reforma al formar y que quien es formado se forma y reforma al ser formado.

Uno podría enumerar distintas ventajas deseables de aplicar un modelo educativo como éste. Entre ellas:

Los conocimientos tradicionales adquirirían una legitimidad, que generalmente se les niega *a priori*. Se romperían con las jerarquías abstractas entre personas y tipos de conocimientos (profesor-alumno, indígena-no-indígena, ciencia-saber tradicional), explicitando las tradiciones y los conjuntos de valores a que responden. Se reforzaría tanto la enseñanza-aprendizaje **mutua de la ciencia y del saber tradicional, ubicándolos en su "justo" lugar** dentro de un contexto determinado, que exponga que la ciencia también se enriquece del diálogo intercultural.

Los sujetos (docentes y alumnos) fortalecerían sus actitudes de apertura, flexibilidad, voluntad al cambio y a la relativización de sus propias creencias y comportamientos, y desarrollarían la habilidad de evaluar el conocimiento generado y resignificado individual y colectivamente a partir del diálogo; aprenderían a escuchar la pluralidad de perspectivas sobre el mundo y a juzgarlas, mediando entre ellas y tomando conciencia de sus propias valoraciones sobre la diversidad. Al saberse activos en el proceso de co-producción de los conocimientos, podrían darse cuenta de que como agentes sociales todos pueden generar, transferir y aplicar conocimientos válidos a

través de la socialización, crítica y evaluación, y haciendo uso de los parámetros comunitarios que determinan sus formas de relación, organización y sistematización; de esta manera la educación científica se convertiría más en una práctica social que escolar (Ramírez, 2006), porque se recuperaría la problemática comunitaria en el aula y se promovería la participación de todos los miembros y la utilización de los saberes enseñados. La participación no quedaría circunscrita al ámbito educativo, sino que se expandiría hacia la transformación del entorno social y natural. El fomento a la participación pública de todos en los procesos de conocimiento y de decisión sobre los usos de esos conocimientos, contribuiría significativamente a que educar en ciencias sea una de las vías genuinas para la construcción de ciudadanía, pues es decidiendo como se aprende a decidir, tal como señala Freire (1973, p. 102).

Este modelo educativo de la ciencia estaría, además, respondiendo a los cuatro pilares de la educación integral defendida por Delors: aprender a ser, a conocer, a hacer y a vivir juntos.

De todos estos posibles resultados esperados (algunos a corto y mediano plazo, otros a largo plazo), considero que el más relevante para la educación científica como diálogo intercultural es el logro creciente hacia una comprensión crítica de la ciencia y de su papel transformador de los modos de pensar, de actuar y de vivir. La educación dejaría de ser un modelo de homogeneización o de colonización indígena, para volverse una tarea humana y realmente plural, diversa, democrática y respetuosa de la diversidad cultural.

A pesar de sus posibles virtudes, es importante reconocer que, desde la perspectiva del pluralismo, este modelo no es un único modelo determinado, sino posible; es decir que éste adquiere distintas formas concretas según los contextos de su implementación práctica; aunque es un proyecto que globalmente se puede compartir, localmente adquiriría características propias que son variables a lo largo del tiempo y del espacio (Ver Apéndice). Me he limitado a sugerir algunas ideas para pluralizar la educación científica, sin pretender que con ello ofrezco una modalidad educativa en una versión final, que representa al concepto último y absolutamente universal del modo

correcto de educar en ciencias<sup>25</sup>. Con este modelo busco perpetuar la crítica en torno a lo que es y a lo que debería ser la educación científica, porque creo que su significado debe determinarse una y otra vez, según las épocas, según los contextos, los agentes sociales, sus deseos y conocimientos disponibles.

¿Cómo podrían implementarse en la práctica, las bases que he descrito para este modelo? ¿Consistiría simplemente en añadir a un programa educativo tradicional de la ciencia, saberes como la herbolaria, la astrología o el calendario azteca, por ejemplo?

Aunque en el Apéndice, se puede consultar un ejercicio metodológico para configurar experiencias educativas acordes con el modelo propuesto, la respuesta para la segunda pregunta es negativa. No se pretende solamente sumar saberes y promover las fronteras, las distinciones y las jerarquías abstractas entre ellos. La idea es poder comprender críticamente unos y otros, y decidir racionalmente con prudencia, no sólo por autoridad.

El hecho de que la ciencia comparta el espacio de su presentación con otros conocimientos, no la diluye, sino que la convierte en una opción, racional o no, según el contexto.

Más que demostrar la supremacía del conocimiento científico, la comprensión de la ciencia, a través de las espirales educativas, implica aceptar que ésta no siempre tiene la respuesta a todos los problemas ni satisface siempre todos los deseos. Debemos ser capaces de aceptar la alteridad.

Aunque son las personas, los problemas y los procesos quienes van definiendo dialógicamente la dirección que toma cada experiencia educativa dentro de este modelo, se requiere empezar desde un punto que sirva como anclaje de los intereses comunes. Este espacio común, o zona de contacto **intercultural, podría "disparar" la conversación dialógica.**

El trabajo de Winch (1987; 1991) ofrece algunas pistas para la definición de puntos de contacto intercultural para iniciar un diálogo. Este autor propone que tres nociones delimitadoras o fundamentales de la vida humana son el

---

<sup>25</sup> Hay que tener presente que toda teoría pedagógica lleva implícitas un conjunto de intencionalidades y principios axiológicos y epistemológicos acordes a las circunstancias sociales.



nacimiento, la muerte y la sexualidad. Estos tres tópicos funcionan como ejes comunes, en tanto que la propia noción de vida humana, afirma, está delimitada por estas concepciones.

La comprensión mutua puede partir de analizar las formas específicas, las interpretaciones particulares y lecturas variables que toman estos conceptos sobre las necesidades compartidas dentro de las distintas culturas para comprender algo de ellas. Existen modos muy diversos en que los grupos humanos construyen redes de sentido en sus prácticas cotidianas (Ghiso, 2000). Cada cultura es una forma de vida que se ofrece como ejemplo a las demás (Villoro, 1998). Las expresiones de estos conceptos:

**"...varían de una cultura a otra, pero su posición central dentro de las instituciones de una sociedad es y debe ser un factor constante..."** (Winch, 1991, p. 98).

Las tres nociones pueden servir como anclajes universalistas para de ahí deshilar las representaciones múltiples en torno de ellos<sup>26</sup>, y evaluarlas en concreto, con respecto a juegos explícitos de valores que abren el espacio para elegir entre opciones:

**"...Las creencias de una cultura pueden ser diferentes de las nuestras, pero su grado de "corrección" con respecto a la "realidad" no podrá medirse según los criterios de nuestro lenguaje... A lo sumo podremos decir que son diferentes entre sí, pero no que unos criterios sean mejores o "más acertados" que otros..."** (Giner, 1987, p. 16, citado en Winch, 1987)

No podemos elegir en abstracto, pero sí debemos hacerlo en concreto con el fin de evitar caer en el extremo del relativismo.

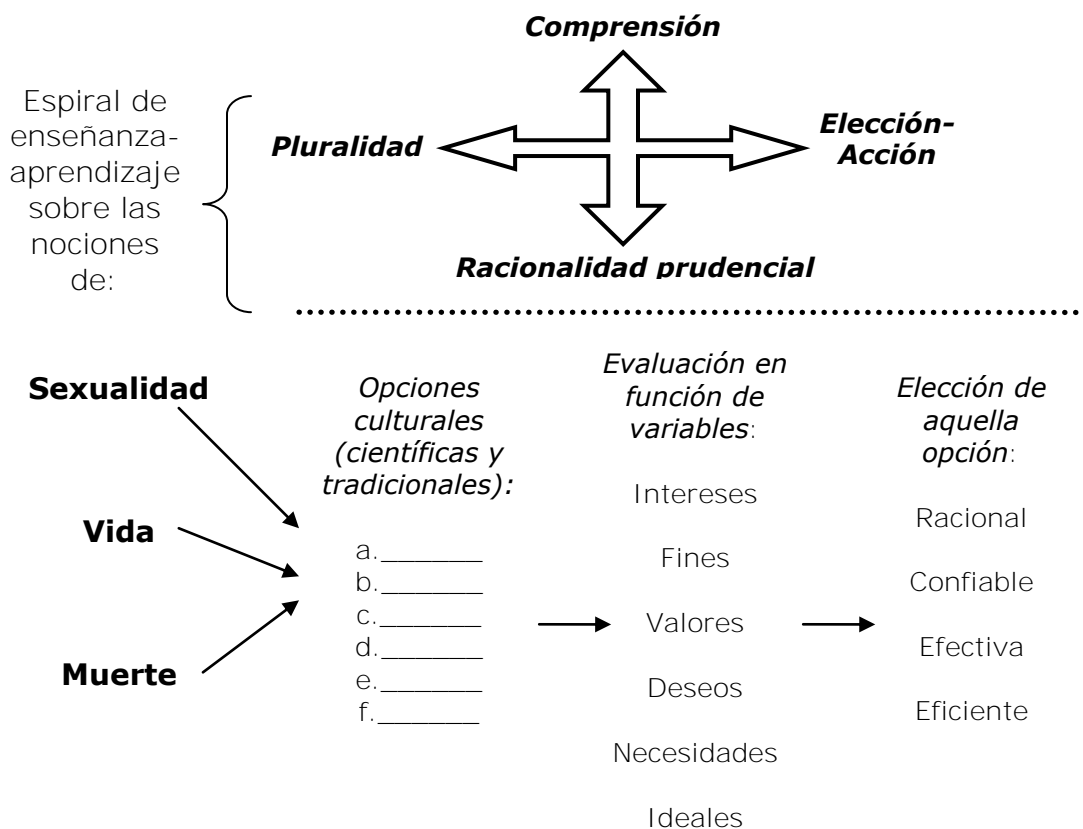
Sobre asuntos que son de interés común para diferentes comunidades culturales, como puede ser aquellos relacionados con la muerte, la vida y la sexualidad, hay distintas alternativas culturales de aproximación: comprenderlas requiere de apertura y de ampliación del propio horizonte a través del diálogo; evaluarlas requiere de prudencia y de explicitación de los intereses, deseos y valores mediante el diálogo; decidir entre ellas requiere de razones suficientes para hacerlo, y de reconocer que decidir es ya actuar;

---

<sup>26</sup> "...Hay algo común, universal... que las culturas comparten; pero, a la vez, algo diferencial... [que] va adquiriendo diferentes matices y aplicaciones y concreciones en cada contexto..." (Salcedo, 2005, p. 63, paréntesis mío).

decidir es aceptar una forma de pensar y de intervenir en el mundo para transformarlo y esto involucra no sólo lo epistemológico, sino también lo ontológico y lo práctico. Los conocimientos son interacciones dinámicas con una complejidad de variables.

En el Esquema 3 muestro una de las formas concretas que podrían adquirir en su implementación, tanto las bases del modelo ilustradas en el Esquema 1 como sus fases operativas, estrechamente interconectadas, en cada espiral de enseñanza-aprendizaje conforme a lo ilustrado en el Esquema 2.



**Esquema 3.** Un ejemplo de implementación del modelo dialógico intercultural de educación científica, basado en la propuesta de anclaje universalista de Winch. Cada contexto educativo es un contexto de definición de problemas, necesidades y soluciones en torno a la vida, la muerte, la sexualidad.

En cada espiral de enseñanza-aprendizaje sobre ciertas nociones, la educación científica puede contribuir a que los agentes que participan en ella puedan

comprender que la ciencia no es la única ni la mejor interpretación del mundo y que aún en una clase de ciencias, nada garantiza que el resultado de la elección racional sea una aproximación científica a un tópico como los relacionados a la muerte, a la vida o al sexo. El punto final de la formación no sería la reproducción de la teoría científica más desarrollada, sino la capacidad de reconocer que toda cultura tiene derecho a ver el mundo a su manera, pero no a reducirlo a su visión, y que cada alternativa cultural representa una opción, que hacen del mundo una red de relaciones y no sólo de dicotomías y contrastes. En la metáfora del conocimiento como red, nada es lo más fundamental por sí mismo, porque esto se determina con respecto a un juego de condiciones e intereses socio-culturales particulares.

Aprender ciencias se convierte en una manera de distinguir cuando un conocimiento o procedimiento científico es la mejor opción para solucionar un problema específico y cuándo es suficiente con solamente hacer uso del conocimiento derivado de la tradición.

Es así como, a través del modelo dialógico intercultural de educación científica se puede desarrollar en los estudiantes el espíritu científico de permanente crítica y contrainducción<sup>27</sup> para el progreso basado en la pluralidad, sobre la que los educandos proceden científicamente al elegir libre y racionalmente. La educación científica ayudaría, entonces, a formar jóvenes autónomos<sup>28</sup>, seres de decisión, que sin caer en el "todo vale", reconocen lo más racional para ciertos contextos, pues a través de las espirales de enseñanza-aprendizaje de la ciencia han desarrollado la capacidad estratégica

---

<sup>27</sup> Defendido por Feyerabend (1974) como un movimiento legítimo y necesario en la ciencia, el proceder contrainductivo implica la introducción, elaboración y propagación de hipótesis que sean inconsistentes o con teorías o con hechos bien establecidos, como una medida de crítica o comparación externa para sacar a la luz evidencia relevante para la contrastación teórica. Feyerabend se manifestó en contra de que los estudiantes de ciencias aprendieran sólo un conjunto particular de puntos de vista, con exclusión de todos los demás y propuso en cambio, la defensa del *principio de proliferación* de teorías inconsistentes con el *punto de vista comúnmente aceptado*, "...como un medio necesario para descubrir y quizás incluso cambiar las propiedades del mundo en que vivimos... a favor de una metodología pluralista..." (p. 22). Feyerabend sugiere no trabajar con conceptos estables, "... no dejarse seducir pensando que por fin hemos encontrado la descripción correcta de los "hechos"..." (p. 36).

<sup>28</sup> Coincido con Leff (2003) en creer que la educación (en su caso, de tipo ambiental) puede permitir la construcción de una nueva racionalidad "emancipadora" que facilite nuevas formas de reapropiación del mundo. En la pedagogía ambiental de Leff, aprender la complejidad es el encuentro de seres diversos dialogando desde sus identidades y sus diferencias; es aprehender un "saber ser con la otredad" y un "saber llegar a ser", en donde el ser está siempre abierto a lo que aún no es.

de saber cuándo y cómo usar los conocimientos, haciéndose responsables de sus propias realidades<sup>29</sup>.

Con la educación científica definida de esta manera, los agentes que participan en ella continuamente enriquecen y reconfiguran sus identidades plurales y dinámicas; tanto los sujetos como el mundo mismo se crean y recrean en la interacción creativa y dialógica.

De acuerdo con Esteva y Reyes (2003), en la actualidad el reto mayor de toda educación es que los sujetos involucrados en ella afiancen o incorporen a su vida elementos claves (tales como métodos, valores, conocimientos) que les permitan comprender críticamente las interrelaciones múltiples y complejas que existen entre los distintos aspectos del mundo, con la intención práctica de orientar las acciones individuales o colectivas en la búsqueda de soluciones a los problemas **de su entorno; ya no basta con transmitir conocimientos "ya hechos"** (aunque se trate de una tarea educativa fundamental), **se deben *también*** poder aplicar y transferir al entorno que les da sentido.

Los conocimientos son correlativos a ciertas necesidades vitales; como plantea Ramírez (2001), no existe un pueblo ignorante porque el conocimiento se genera indisolublemente unido a la vida cotidiana y a la necesidad de crear, recrear, modificar y adaptarse a un ambiente; si bien todos los pueblos tienen conocimientos, no todos tiene producción científica, de ahí que, ***en la ciencia, algunas comunidades humanas podrían encontrar una manera de enriquecer su mundo, y de transformar su vida cotidiana.***

Sin importar la tradición en donde se genere, el conocimiento no es producto de un acto puro y desinteresado, sino que se constituye con base en intereses y está teñido de deseos (Villoro, 1982; Luzzi, 2003). Considerar al conocimiento como algo que se desarrolla en un proceso de construcción activa y que sirve para la acción transformadora, lo vincula con las prácticas de quienes hacen ese conocimiento. Las tradiciones de saber son tradiciones de prácticas, de modos de pensar y hablar, que cambian aunque mantienen una continuidad a través de sus modificaciones (Salcedo, 2005).

---

<sup>29</sup> Evitando la enajenación en formas de vida no elegidas.

La educación científica como espacio para el diálogo intercultural crea las condiciones para que las diversas prácticas culturales que dan sentido y organizan los procesos sociales puedan reconfigurarse mediante los conocimientos científicos, como una de las opciones potenciales, más no la única, para resolver sus problemas. Como señala Gómez (2003), muchas **comunidades (indígenas, principalmente) aprenden en “el hacer”, el cual les** deja ver cómo los nuevos conocimientos aprendidos impactan positivamente sobre su trabajo individual o colectivo. Nuevo conocimiento científico puede construirse basado en las particularidades de contexto, prácticas y creencias de las distintas colectividades; la transferencia de saberes y tecnologías dejaría de considerarse como un atributo secundario o como un resultado fortuito de la formación científica y se convertiría en un rasgo intrínseco de la educación en ciencias.

Cada situación específica hace significativo, en mayor o menor medida, un cierto proceso educativo mediante el cual se pueden proponer nuevos fines, valores, acciones y formas de intervención social sobre el orden prevaleciente en una comunidad para conseguir su transformación y cambiar sus identidades, dándoles otros sentidos<sup>30</sup>.

Las tradiciones de conocimiento se constituyen así, como movimientos en el tiempo, mientras que la educación en ciencias se vuelve un medio para lograr la transformación de las prácticas y de las identidades asociadas a ellas.

---

### **3.5. Educar en ciencias: la transformación de las prácticas sociales y la reconstrucción de las identidades**

---

La educación científica como espacio para el diálogo intercultural supone la interpretación de diversas culturas, no como un deber moral, sino como un proceso imprescindible para comprender a la ciencia misma. Entender lo que la ciencia es, así como sus alcances y sus limitaciones, se puede lograr a través **de la comprensión de “los otros”** (sean individuos, grupos, textos o saberes

---

<sup>30</sup> “...el sentido se constituye recogiendo el pasado de la tradición y actualizándole en una nueva significación que afecta nuestro presente...” (Aguilar, 2005, p. 38).

provenientes de diversas tradiciones) mediante una relación dialógica de **mutuo aprendizaje y transformación en la que, “mientras los unos hablan con los otros, eso que dicen los otros nos habla de nosotros mismos”**.

La interpretación es, por excelencia, un ejercicio hermenéutico.

La hermenéutica interviene donde no hay un solo sentido, es decir, donde hay polisemia; ante la cual, lo que queda es interpretar.

Para Salcedo (2005), el acto de interpretar es el de contextualizar, y su resultado inmediato y simultáneo es la comprensión. El interpretar puede entenderse como reintegrar un texto a su contexto y ayudarle a tomar un sentido, pues aunque existen muchas interpretaciones válidas para un texto, no se podría admitir cualquiera<sup>31</sup>.

Interpretar un texto es dialogar con él (Aguilar, 2005), y aquí es en donde se parecen la hermenéutica y la educación científica como espacio para el diálogo intercultural. Ambos son ejercicios de articulación de horizontes distintos, en donde cada horizonte expresa la ampliación del panorama que resulta de la comprensión de algo.

He dicho que el resultado esperado más destacado de la educación científica como diálogo intercultural es la comprensión de la ciencia misma ¿cómo podemos entender esto?

Considero que seguir de cerca el estudio de Aguilar (2005) sobre diálogo y alteridad en la hermenéutica de Gadamer aporta elementos interesantes.

De acuerdo con Aguilar, pretender conocer al otro por uno mismo, sin una relación dialógica previa, es anticipársele sin poner en juego nuestra propia perspectiva. La relación con el otro no puede partir de prejuicios o ideas preconcebidas sobre él, porque la comprensión requiere de diálogo como lugar de encuentro de las tradiciones, de otra manera corremos el riesgo de subsumir lo diverso bajo nuestro horizonte de interpretación.

La comprensión del otro es un proceso complejo que no se reduce a atribuirle algo que nos parece que está bien o que es lo correcto para ellos. Se deben destejer las facetas de nuestros prejuicios sobre los otros, que **distorsionan sus propias realidades (lo que consideramos sobre “los otros**

---

<sup>31</sup> “... [solamente] en los contextos pragmáticos las palabras son unívocas...” (Gadamer, citado en Aguilar, 2005, p. 98, paréntesis mío).

saberes no-científicos” no siempre corresponde con lo que son realmente estos saberes). Comprender puede entenderse así como “llenar de contenido un horizonte de interpretación” (Aguilar, 2005), lo que significa construir la alteridad misma mediante el proceso dialógico y resignificar la voz proveniente de cada tradición (indígena o científica), para que esta se haga presente, concretando su sentido dentro de un contexto pragmático. La alteridad es la condición para la comprensión, por lo que comprender la ciencia requiere **tomar en cuenta y reconocer a “lo otro” (lo llamado no-científico)** para que se hagan explícitos los prejuicios y orientaciones valorativas implícitos en todos los conocimientos (tanto científicos como no-científicos). Esto supone, además, que los saberes aprendidos en el contexto educativo no estarán completos por sí mismos, sino que necesitan de la situación para completarse y adquirir un contenido. La universalidad de lo científico será entonces situada o mediada por la situación, por lo que la ciencia siempre será comprendida de una manera diferente de acuerdo con las diversas situaciones.

En la educación científica como espacio para el diálogo intercultural es de suma importancia la presentación de alternativas de conocimiento (durante la fase operativa de exploración de la pluralidad) porque así se sitúan los lugares diversos desde los cuales se puede comprender a la ciencia misma, revelando los matices que la hacen diferente de otros saberes legítimos, pero no-científicos. La pluralidad en la educación científica nos obliga a situarnos en nuestro horizonte para poder reconocerlo en su diferencialidad.

La condición de alteridad exige que desde cada perspectiva se escuche al otro para que pueda surgir la diferencia con él. Reconocer la diferencia implica por un lado, percibir una identidad diferente de la propia, y por otro lado, que cada parte tiene derecho a ser identificada y valorada por su especificidad. Identidad y alteridad se constituyen recíprocamente.

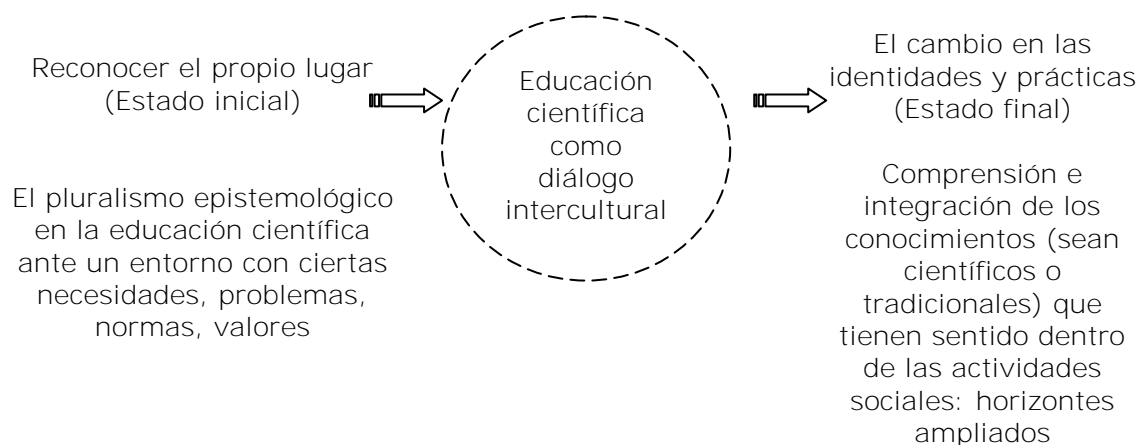
Reconocer la alteridad en el diálogo implica repensar la identidad en el **siguiente sentido: “si se producen cambios identitarios se puede decir que hemos comprendido” (Aguilar, 2005, p. 79).**

La comprensión para Aguilar incluye tres momentos: 1. una mirada autorreflexiva a la propia tradición; 2. el diálogo con los otros interlocutores

cuyas creencias también estarán enraizadas en tradiciones con ciertas prácticas sociales, y 3. los efectos que, sobre cada uno de los interlocutores, deja el encuentro y la interacción entre ellos.

En cualquier proceso de diálogo, los interlocutores se ven modificados porque se lleva a cabo una transformación hacia lo común, donde ya no se **sigue siendo el que era. Estar en diálogo es "...salir de sí mismo, pensar con el otro y volver a sí mismo como otro..."** (Aguilar, 2005, p. 78). Que la identidad de uno mismo no sea algo estático, sino plural y dinámico, no significa que con cada experiencia humana suceda un cambio total de identidad porque no todos sus aspectos pueden cambiar a la vez. La identidad varía lentamente y por partes. Los cambios identitarios no son radicales ni totalitarios, porque no ser el mismo no significa ser otro completamente distinto.

Trasladado al ámbito educativo de la ciencia tal y como lo he planteado, en cada intervención se darían cambios identitarios que nos permiten afirmar que hemos aprendido. En este proceso cada momento podría ilustrarse según se muestra en el Esquema 4.



**Esquema 4.** Proceso de comprensión de la ciencia en el espacio de la educación científica como diálogo intercultural. El éxito de una intervención educativa se mide en el cambio hacia lo que se ha elegido llegar a ser: ***comprender-aprender es transformarse.***

El primer momento corresponde al de reconocer quiénes somos, lo que valoramos y deseamos, lo qué sabemos de la ciencia, lo qué esperamos del proceso educativo sobre la ciencia para que éste tenga algún sentido [ponerse



en el propio lugar, en el lugar del que partimos]; el segundo momento se refiere al encuentro con la pluralidad cultural en el aula, que obliga al diálogo intercultural y a la elección racional [abrirse a la posibilidad de aprender de los otros y de cambiar mediante la enseñanza-aprendizaje]; y el tercer momento, a los resultados alcanzados por cada intervención educativa de la ciencia entendida como diálogo intercultural [revisión de la propia identidad luego de cada intervención educativa; la transformación lograda se mide en el cambio en las identidades y en las prácticas de aquellos quienes estudian ciencias, según sus propias elecciones].

La relación del aprendizaje con los cambios identitarios de quien aprende, nos llevan al tema de la identidad.

La aproximación de Villoro (1994; 1998) al concepto de identidad pone de manifiesto la multivocidad del término. La identidad puede ser individual y colectiva. Es individual, afirma este autor, si se refiere a una representación **que tiene un sujeto de sí mismo (la representación que el "yo" tiene de su propia persona)**. La búsqueda de la propia identidad es, a su vez, resultado del logro de una coherencia entre las distintas imágenes de sí mismo que tiene un sujeto; en la afirmación de esta unidad integradora de imágenes es que un agente le puede otorgar un sentido único a su vida.

En la identidad colectiva, la mayoría de los miembros de una comunidad **(un "sí mismo colectivo")** **comparten una representación intersubjetiva** constituida por un sistema de creencias, actitudes, comportamientos que dan un sentido de pertenencia a un grupo. Estos modos de comprender y de actuar en el mundo y que dan identidad, se expresan en sus actividades sociales y prácticas cotidianas, en sus saberes transmitidos y en sus valores y normas.

Las identidades colectivas se constituyen a sí mismas mediante la mirada y el apego hacia el pasado de un pueblo, o bien mediante la **reconstrucción de una nueva representación de un "sí mismo" colectivo** que integra por un lado, lo que una comunidad ha sido, con aquello que proyecta y desea ser.

Para Villoro existen dos vías para afianzar la representación que una colectividad tiene de sí misma: 1. La vía **abstracta** de la singularidad, y 2. La vía **concreta** de la autenticidad.

En la primera vía, la imagen es producto de los rasgos singulares o **notas comunes que caracterizan a una comunidad, el "sí mismo" de un pueblo** le está dado y la voz del pasado se trasmite en la tradición cultural. En la segunda vía, la identidad es resultado de un proyecto que responde a las necesidades y deseos colectivos básicos expresados en las creencias, valoraciones y anhelos que comparten los miembros de esa comunidad y que hacen auténtica a una cultura, **en la medida en que sean consistentes sus comportamientos y saberes con sus intenciones, deseos y necesidades reales.**

En la vía de la autenticidad, la identidad no es un dato sino un proyecto, porque las necesidades y los deseos de una colectividad no son fijos a lo largo de la historia. Cada situación, señala Villoro, plantea un nuevo desafío. **La identidad colectiva evoluciona y toma diversas formas a través de esos cambios**, y por tal motivo su constitución comprende un movimiento de identificaciones sucesivas con los otros y de separaciones de los mismos. Cada individuo o comunidad se identifica a sí misma en función de su distinción de los demás; la identidad es la conservación de lo uno y lo mismo en la incorporación de lo otro.

**Las prácticas sociales y sus saberes son una manifestación de las identidades colectivas; y cuando éstos cambian, por ende, se transforman las identidades.** Esta es la medida del éxito de cada intervención educativa tal y como la he planteado. **El modelo dialógico intercultural de educación científica pretende ser así, un catalizador de estas transformaciones, buscando la constitución de identidades auténticas, que se configuren dando respuesta a sus necesidades colectivas reales** y haciendo de su futuro una elección y no una sujeción.

El diálogo es necesario en la educación de la ciencia para la **transformación de las identidades porque sólo éste "...puede remover la estructuras pétreas de las creencias y los significados..."** (Aguilar, 2005), haciendo de las identidades un espacio abierto de posibilidades.

Este modelo, por lo tanto, estaría en contra de la reproducción impuesta o **“imitativa” de elementos de una cultura extraña que no responden a las** situaciones concretas de quienes estudian y que, por lo tanto, no podrían encontrar una manera de integrarlos o transferirlos a sus actividades sociales.

La vía de la autenticidad que propone Villoro es la más consistente con la propuesta que defiende, porque los supuestos teóricos del modelo educativo **concretizan** el proceso pedagógico en cada contexto; una educación que **fomenta la “imitación” no tendrá ningún impacto en las propias identidades**; no habría, en consecuencia, ninguna diferencia concreta entre el antes y el después de cada intervención educativa.

La educación científica puede ser el espacio promotor de la conformación de culturas auténticas en la medida en que logre **evitar el transplante de elementos culturales que no respondan a las necesidades, deseos y fines de las comunidades que se educan**; puede ser el estímulo para conocer, comprender y valorar las distintas formas de vida que dan sentido a tales o cuales actividades humanas guiadas por ciertas creencias, normas, valores.

Villoro nos recuerda que la realidad de una comunidad no está dada de una vez por todas, sino que es una configuración cambiante con las **circunstancias, por lo que la identidad no es “descubre” sino que se forja**. Es nuestro deber, en todo momento, reconstruirla.

En el encuentro con la diversidad epistemológica, el horizonte de cada estudiante puede transformarse y abrir espacios para los conocimientos de la ciencia y/o de las comunidades indígenas, según convenga a sus propias expectativas y deseos.

Toda comprensión (así sea de un texto, así de una tradición cultural de saber científico o no) desemboca en el repensar nuestro presente y con ello la propia identidad (de lo que es la ciencia misma, de quién es aquel que la comprende y de cómo se articulan a su vida cotidiana esos conocimientos que ha comprendido).

Una relación dialógica en el ámbito educativo debería implicar, entonces, el logro de cambios de perspectiva entre aquellos que participan de ella,

respondiendo a sus ideales de vida al decidir sobre los conocimientos que considera convenientes integrar.

Para comprender otros puntos de vista (científicos o no) distintos al propio, uno tiene que poder superar su propio marco de compromisos y valores y transformarlo. A través del pluralismo epistemológico es que la educación científica podría volverse un medio de contribución a la construcción de una democracia y una ciudadanía congruente con la conformación de un espacio plural de opciones en el que los implicados tienen el derecho y la oportunidad de elegir o no, gozar de las virtudes de la ciencia y de los otros saberes. Lo anterior es parte de las implicaciones sociopolíticas que desarrollaré en el último capítulo, y que derivan de la implementación de un modelo educativo como el que propongo.

La aproximación teórica de Villoro al tema de la identidad expone cómo ésta se vincula estrechamente a las prácticas sociales y éstas a los saberes, al llevar implícitas una lógica, ciertos valores, símbolos, historia, pautas de interacción con el medio, etc. Las dimensiones de la vida social tienen en común las actividades humanas recursivas desplegadas en un espacio y un tiempo determinado; tanto los agentes como las acciones que emprenden generan una continua recreación y reproducción de los contextos sociales que posibilitan esas acciones. Los individuos y grupos son producto de lo social, pero lo social es también producto de ellos, quienes, por lo tanto, tienen la capacidad de introducir cambios en la vida social.

Si los conocimientos no existen al margen de los agentes, y si los agentes no están fuera del mundo social en el que actúan, tampoco sus actividades se dan al exterior de una vida social; ésta es producto de la acción de quienes participan en ella. Los valores se encarnan en acciones para volverse reales, y las acciones individuales socialmente dependientes se expresan en prácticas sociales sustentadoras de tales valores (Deneulin, 2009). Para cada una de las acciones emprendidas hay razones que los agentes brindan para explicarla, pero también hay necesidades y motivos que la generan y que al no estar establecidas por entero, cambian con el tiempo y el espacio. Los valores, deseos y fines asociados a las actividades sociales

restringen las acciones, pero también habilitan a los agentes para la transformación de las mismas, y cuando éstas cambian, también lo hacen sus identidades colectivas e individuales, y su vida social en general.

Lo que los estudiantes aprenden seguramente estará íntimamente relacionado con lo que viven y hacen, más que con los contenidos muchas veces rígidos de los programas educativos tradicionales de las ciencias. En consecuencia hay que tener sensibilidad al contexto cultural, para que sin perder lo propio, se puedan transformar las identidades al allegarse de elementos culturales que en principio parecen ajenos, de otro modo, la imposición de cierto tipo de conocimientos, como pueden ser los científicos, puede generar actitudes de resistencia o enfrentamientos violentos en aras de mantener un modo de vida o una cierta cosmovisión (Carrillo, 2006).

*La educación científica vista como un proceso pluralista y dialógico, puede permitir que quienes estudian decidan sobre sus formas de vida, personales y sociales. Ante un menú de opciones culturales uno podría confiar en la racionalidad de la ciencia para que ésta sea el medio mayormente elegido, durante cada espiral de enseñanza-aprendizaje, como la alternativa más conveniente para enfrentar situaciones sociales específicas, pero uno no debería de tratar de imponerla irracionalmente.* Si es tal la superioridad que se le ha atribuido a la ciencia, ésta debe mostrarse respetando la alteridad de otras tradiciones.

Lo racional se evalúa en función del contexto concreto en que se desenvuelve el proceso educativo de la ciencia, y éste será variable para cada experiencia educativa. Las prácticas sociales y los saberes de aquellos quienes aprenden son determinantes de la orientación y dirección que puede dar forma al modelo educativo de la ciencia (Díaz-Barriga, 2006), pues éstas son ***tanto el punto de partida como el punto de llegada de la educación científica.***

*Educación en ciencias debería poder repercutir en la transformación de las formas de vida de los agentes, pues seguramente muchos conocimientos científicos serán relevantes por su adecuación a las necesidades colectivas y podrán resultar ser los mejores para el alcance de ciertos valores proyectados por determinadas colectividades, pero es muy distinto que lo sean por elección*

*que por imposición.* Comprender lo que es la ciencia es una oportunidad para que ésta pueda formar parte de un proyecto de vida elegido, sin que esto signifique la pérdida de las identidades propias.

Aprender ciencias no debería implicar la renuncia a la propia cultura para comprender y adoptar un mundo ajeno; tampoco podría ser sinónimo de la negación de las distintas formas de vida colectivas para ser parte de una sociedad uniforme más amplia.

La dinamización de la noción de identidad que resulta de la comprensión de la ciencia y de su alteridad, no implica la pérdida de las identidades o sus transformaciones totalitarias. Vista la identidad como proceso dinámico en constante transformación, no se puede ya hablar de culturas que se olvidan, ni de tradiciones que se pierden (Gómez, 1997).

Al llevar a la ciencia a ser parte de algunas de las prácticas de las distintas comunidades culturales tradicionales, la educación científica como diálogo intercultural no contribuye a la extinción cultural, porque esto supondría considerar a los agentes y sus identidades como entidades estáticas y prefijadas, que forman parte de la esencialidad de los individuos, quienes "dejarán de ser" lo que son (occidentales, mestizos, blancos, científicos) si se salen de su propia tradición cultural. Cada individuo puede ser auténtico y transformarse a la vez. Las comunidades indígenas, lo mismo que las científicas, no necesitan aislamiento y protección con la finalidad de que preserven sus formas, porque la identidad no es un dejar de ser ni un monumento de un patrimonio nacional intocable (Gómez, 1997; Fonet, 1997). Las identidades no se pueden reducir a la simple reiteración acrítica de formas de vida inamovibles. La cambiante vida social expone una dinámica en la que expresiones culturales que constantemente dejan de ser se transforman en otras que llegan a ser. No hay ni identidades, ni conocimientos, ni prácticas, ni culturas *puras*, en el sentido de procesos aislados.

La identidad es un conjunto cambiante, inestable de luchas y experiencias históricas que son producidas y muchas veces acordadas por una variedad de culturas. Por estar siempre abiertas a la lucha y a la

interpretación, las identidades son un proceso de aprendizaje dependiente de un contexto y de su pluralidad de interpretaciones (Torres, 2001).

Si bien hay identidades y pertenencias a grupos que no pueden ser elegidos, tales como la etnia, la lengua y la cultura en las cuales un individuo nació, esto no priva al agente individual de la elección, pues éste debe contar con la libertad para determinar qué prioridad darle a las varias identidades que simultáneamente podemos tener (Deneulin, 2009)

Dentro del modelo dialógico intercultural de educación científica se considera que el que los agentes estén culturalmente situados no los restringe a un destino determinado por una única cosmovisión; cada agente tiene la oportunidad de *resituarse culturalmente* mediante el proceso educativo dialógico, ya sea recuperando la memoria de tradiciones truncadas u oprimidas en la historia de su universo cultural, o bien *enriqueciendo su horizonte en el encuentro con tradiciones de otras culturas como las científicas* (Fornet, 1997). La formación científica es la oportunidad de generar proyecciones críticas sobre las creencias establecidas y las costumbres heredadas; es la posibilidad de transformación a partir del disenso. La cultura, aún la que se llama propia<sup>32</sup>,

---

<sup>32</sup> La discusión entre lo "propio" y lo "ajeno" me remite a la teoría del control cultural de Bonfil (1987) la cual esclarece algunos conceptos que pueden resultar de utilidad dentro del esquema que he venido planteando, aún cuando existen grandes diferencias entre mi planteamiento y el pensamiento de este autor. La teoría del control cultural es un instrumento de estudio para los procesos interétnicos que pretende comprender las tres nociones de las que, según Bonfil, se componen los fenómenos étnicos (grupo, cultura e identidad) articuladas al interior de una unidad étnica y en su relación con otros grupos, identidades y culturas. Por control cultural se entiende la capacidad social de decisión sobre los elementos culturales, los cuales son todos aquellos componentes de una cultura que se ponen en juego para realizar las acciones sociales tales como mantener la vida cotidiana, satisfacer necesidades, definir problemas, cumplir aspiraciones. Los elementos culturales pueden ser materiales (objetos naturales o trabajados por el hombre), de organización (formas sistematizadas de relación social), de conocimiento, simbólicos (códigos como el lenguaje) o emotivos (creencias y valores que motivan la participación). Los elementos culturales pueden ser propios o ajenos. Son propios cuando son parte del patrimonio cultural heredado de generaciones anteriores que los produce, reproduce y mantiene; son ajenos cuando aunque forman parte de la cultura, ésta no los ha producido ni reproducido. Si se relaciona el universo de elementos culturales propios y ajenos que forman una cultura en un momento dado, con el nivel de decisión que sobre estos elementos tiene esta cultura, entonces se pueden diferenciar cuatro ámbitos en función del control cultural (Bonfil, 1987, p. 28-29):

- a) Cultura autónoma: cuando un grupo toma las *decisiones propias* sobre *elementos culturales que son propios* porque los produce o porque los conserva como patrimonio preexistente. La autonomía consiste en que no hay dependencia externa en relación a los elementos culturales sobre los que se ejerce control.
- b) Cultura impuesta: cuando *ni los elementos ni las decisiones son propias* del grupo. Como ejemplo, Bonfil coloca a la enseñanza escolar, en la que las decisiones se toman en instancias ajenas a las comunidades haciendo uso de elementos culturales (sobre todo conocimientos) también ajenos.
- c) Cultura apropiada: cuando una cultura adquiere la *capacidad de decisión sobre elementos culturales ajenos* y los usa (los resignifica y les asigna un nuevo sentido) en acciones que responden a decisiones propias. El uso de tales elementos culturales ajenos implica, en cada caso, la asimilación y el desarrollo de ciertos conocimientos y habilidades para su manejo, la modificación de ciertas pautas de organización social o la incorporación de otras nuevas, el reajuste de aspectos simbólicos o emotivos que permita el manejo subjetivo del elemento apropiado.
- d) Cultura enajenada: cuando *se ha perdido la capacidad propia de decidir sobre elementos culturales que son propios*; es decir, los elementos del patrimonio cultural se ponen en juego a partir de decisiones ajenas.

debe ser la apropiada por los sujetos, es decir, una opción del agente que crece en cierto contexto y que aprende en la educación de la ciencia a discernir su "propia" cultura, para tomar partido dentro de su universo cultural.

El modelo de educación científica como espacio para el diálogo intercultural es un instrumento de disolución de viejas identidades para consolidar otras nuevas y es un mecanismo para propiciar la innovación creativa entre estudiantes evitando la imitación (o simple memorización de conocimientos sin sentido) y promoviendo la autonomía y el respeto a las diferencias culturales y auténticas. Cumple su función como factor de cambio social porque pone en práctica una noción de ciudadanía y de democracia activa y participativa, que confronta diferentes visiones del mundo y de la vida, formas socialmente estructuradas del actuar y del pensar, así como una diversidad de sentidos de lo real, que al mismo tiempo que vuelven a este modelo una parte de un proyecto democrático más amplio, obligan a la resignificación de las nociones mismas de estado, democracia y ciudadanía.

El diálogo es una manera de ampliar la representación de los intereses; puede ser el camino para romper con las asimetrías que han caracterizado la relación entre el conocimiento tradicional y la ciencia; mediante él se puede incrementar el reconocimiento de los saberes tradicionales y se pueden formular nuevas reglas de convivencia que regulen las prácticas de interacción hacia formas social y económicamente responsables, promoviendo enfoques integrales para la sustentabilidad, basados en acuerdos interculturalmente razonables (Carrillo, 2006).

Desde el ámbito escolar es necesario plantar las bases para una democracia deliberativa que dote a los ciudadanos de responsabilidad sobre los

---

Para que una cultura se reconozca como tal, cierto tipo de elementos culturales propios deben estar bajo decisiones también propias, como condición necesaria para la existencia misma del grupo como entidad étnicamente diferenciada y que garantice la permanencia del grupo en el entendido de que no son, en ningún caso, contenidos inalterables, sino que se transforman históricamente, pero continúan como un ámbito cultural compartido a partir del cual define y redefine su identidad colectiva. Las identidades se transforman, porque el control cultural de los elementos varía entre los distintos ámbitos de la cultura de la que forman parte (Bonfil, 1987). Los ámbitos de la cultura autónoma y apropiada forman el campo más general de la *cultura propia*, es decir, aquel en que los elementos culturales propios o ajenos están bajo control del grupo, en tanto que las decisiones se legitiman por la misma cultura. La cultura impuesta y la enajenada forman el ámbito de la *cultura ajena*. Los elementos propios, esto es, el patrimonio cultural heredado que cada nueva generación recibe de las anteriores no es un acervo inmutable. Muchos elementos culturales del patrimonio heredado actual de muchas culturas han sido incorporados de otras en el devenir histórico mediante proceso de apropiación que dotan de un carácter dinámico a las identidades (Bonfil, 1987, p. 31).



cambios sociales. El diálogo intercultural en la enseñanza de uno de los pilares de la modernidad como es la ciencia, no basta, pero algo adelanta.

Autores como Oakshott han cuestionado profundamente el predominio (degradante de la dignidad humana) del racionalismo científico y tecnológico sobre los otros tipos de conocimiento, en tanto que eliminan en el plano moral la autonomía de la persona y en el plano político diluye hasta su desaparición la ciudadanía activa y republicana, pues el ciudadano que carece de conocimiento científico no estaría capacitado para participar racionalmente en la toma de decisiones gubernamentales (Velasco, 2006). Contra la racionalidad científica, dice Velasco, Oakshott reivindica el conocimiento que se transmite en forma de tradición y que constituye parte de la identidad cultural de una comunidad. La tradición, en cuanto proceso de transmisión de conocimiento y de formación cívica y ética de las nuevas generaciones, es un conocimiento eminentemente práctico y prudencial sobre el cual los miembros de una comunidad pueden reflexionar críticamente y transformarlo paulatinamente. Lejos de considerar al conocimiento científico como condición necesaria y suficiente para la toma de decisiones políticas, se tiene que revalorar la participación, discusión y deliberación de los ciudadanos en la toma de dichas decisiones, a fin de que la pluralidad de intereses y puntos de vista puedan expresarse y procesarse dialógicamente para llegar a acuerdos entre las diferentes tradiciones que coexisten en las sociedades (Velasco, 2006). Un medio para lograrlo podría ser ***mediante la práctica de la educación científica como diálogo intercultural.***

***En ella los estudiantes se disponen a comprender argumentos diferentes de los científicos para comprender a la ciencia misma y para incorporar, cuando así lo consideren necesario, los conocimientos y procedimientos científicos que resulten pertinentes para resolver ciertos problemas planteados por el entorno de su comunidad cultural.*** De esta manera, se disponen también a elegir entre ser lo que han sido siempre como reproducción acrítica de estructuras de poder heredadas de un pasado percibido como inamovible, o ser lo que eligen para sí mismos respondiendo a sus propios deseos y necesidades.

---

## Recapitulación

---

A lo largo de este capítulo he presentado los supuestos en los que se basaría un modelo dialógico intercultural de la educación científica.

En la primera parte del capítulo centré la discusión en los *supuestos teóricos del modelo*, los cuales tienen que ver con la relación entre los conocimientos científicos y los conocimientos tradicionales. La revisión que realicé del trabajo de Winch buscaba, precisamente, esclarecer dicha relación.

En una segunda parte del capítulo presenté los *supuestos operativos del modelo*. Caractericé las cinco fases principales constitutivas de lo que llamo las espirales de enseñanza-aprendizaje de la ciencia como diálogo intercultural, que son las unidades operativas mínimas de cada intervención educativa dentro del marco del modelo que propongo.

Finalmente en una tercera parte enfoqué la discusión hacia los *resultados esperados de la aplicación concreta de este modelo*, al cual ubiqué como parte de un proyecto de construcción de democracia y ciudadanía más amplio.

En el modelo dialógico intercultural de educación científica, la comprensión de la ciencia es el resultado de la interacción dialógica entre una pluralidad de saberes legítimos, y esta comprensión conlleva el cambio de las identidades y de las prácticas sociales en que se fundamenta la vida colectiva de los educandos.

Educarse en ciencias es transformarse mediante la comprensión y es también desarrollar la capacidad crítica, contrainductiva y de toma de decisiones regida por contextos concretos que abren un espacio de posibilidades de incorporar a la ciencia como el hilo transformador de las identidades, cuyo efecto ocurre por elección y no por imposición de una imagen irresistible de autoridad racional, objetiva y neutra.

Para la última parte del presente trabajo (los siguientes dos capítulos) propongo abordar los alcances y límites de aplicación del modelo dialógico intercultural de educación científica, puesto que las implicaciones de este modelo comprenden, desde el cambio en la manera de entender el proceso de

transferencia de los saberes académicos que pueden y deberían ser aprovechados por comunidades específicas para la resolución de sus problemas (mediante la enseñanza-aprendizaje de la ciencia), hasta cuestiones relativas al impacto de este modelo sobre el significado de las nociones de ciudadanía y democracia, las que han estado asociadas casi incuestionablemente a todo proyecto de educación científica de la actualidad.



### **PARTE III**

## **“EDUCACIÓN CIENTÍFICA PARA LA INTERCULTURALIDAD: ANÁLISIS DE SUS IMPLICACIONES PARA LA PRÁCTICA EDUCATIVA”**



## Capítulo 4

### ***Implicaciones y alcances epistemológicos: hacia la transformación de los espacios educativos como experiencias dialógicas interculturales***

---

#### **4.1. Introducción**

---

En el capítulo anterior presenté las bases generales de las que partiría un modelo dialógico intercultural de educación científica. Con este modelo pretendo mostrar que es posible y necesario transformar la práctica educativa de la ciencia en contextos multiculturales, para que ésta al mismo tiempo que responda a las cambiantes necesidades sociales, alcance una función más allá de la mera reproducción de estructuras de poder.

La educación científica como espacio para el diálogo intercultural, tal y como la planteé en el capítulo anterior, es una alternativa local para la transformación de las identidades individuales y colectivas, y mediante el enriquecimiento cultural mutuo es también una vía de recreación de las prácticas sociales que dan sentido a la vida de los individuos y sus comunidades.

Bajo las premisas de que no existen fronteras impenetrables ni jerarquías intrínsecas entre los conocimientos tradicionales y los científicos, y en el entendido de que los saberes existen y se desarrollan en un contexto de pluralidad dialógica que permite su avance progresivo y crítico, el modelo educativo que propongo explicita la dimensión dinámica de la ciencia, así como su pluralidad constitutiva; no reduce las identidades a la reiteración acrítica de

formas de vida inamovibles, sino que por el contrario, es una contribución a su libre creatividad y desarrollo. Dentro de este modelo, un estudiante de ciencias puede encontrar en su contexto educativo un espacio tanto para forjar su identidad, como para transformar las condiciones de desigualdad e injusticia social en las que pudiera encontrarse.

Esto es así porque resulta evidente que no podemos hablar de educación sin hablar de sociedad. A la pregunta de qué educación se quiere, es necesario anteponer la cuestión de qué sociedad se desea. Un modelo dialógico intercultural de educación científica no solamente es compatible con un modelo de sociedad que se orienta a la cohesión social, a la reducción de las desigualdades, y al fortalecimiento de la autonomía individual en un contexto de solidaridad e implicación social, sino que además es un modelo que reconoce y fomenta la diversidad en sus múltiples facetas (cultural, epistemológica, axiológica), así como la dignidad de todas las personas que la componen.

Lo anterior pone de manifiesto que la transformación de los modos tradicionales de enseñar ciencias requiere del desarrollo de nuevos modelos educativos que no se limiten únicamente a la consideración de aspectos pedagógicos en su diseño, sino que también tomen en cuenta los aspectos históricos, culturales, sociales y económicos, en los que tiene lugar, de hecho, la práctica educativa misma. A esto se suma, además, la importancia de comprender las múltiples y complejas formas en que se construye y legitima el conocimiento.

En esta tarea de llevar la reflexión en torno a la educación científica desde lo universal hacia lo concreto, es necesario revisar la serie de implicaciones y problemas de investigación derivados, que no se limitan únicamente a la esfera pedagógica.

Tal es el objetivo del presente y del próximo capítulo, a lo largo de los cuales analizaré algunas de las implicaciones, problemas y alcances que tendría la aplicación de un modelo de educación científica conceptualizado como un espacio para el diálogo intercultural. En particular, me enfocaré en el estudio de dos niveles, el epistemológico y el político, en los que considero que



es mayor la trascendencia del modelo que propongo, dada la situación actual en que se encuentra nuestro país.

En este capítulo abordaré, por un lado, cómo es que la reconceptualización de la educación científica como diálogo intercultural incide, sin duda, en un nivel epistemológico, en cuanto a que implica desarrollar una forma distinta de comprender cómo es que se genera y transfiere el conocimiento en la ciencia y en la educación. Para ello me basaré en algunos de los trabajos de autores como Luis Villoro, Michael Polanyi e Ikujiro Nonaka sobre la dinámica de creación del conocimiento. Haciendo uso de ejemplos específicos para distintas comunidades culturales en México, trataré de mostrar cómo es que en la práctica educativa concreta adquieren sentido las fases operativas del modelo educativo que defiendo, como promotoras de las habilidades necesarias para enfrentar problemas y atender necesidades locales.

Como se verá en los ejemplos desarrollados, con el modelo educativo propuesto no se busca diluir la importancia de la ciencia ya que, por el contrario, se aboga por la necesidad de incorporarla a las distintas comunidades culturales, mediante el proceso educativo y cuando sus miembros lo consideren pertinente. Hay distintas formas de hacer llegar la ciencia a los diferentes contextos sociales; dentro de este modelo se propone hacerlo con pleno respeto a las culturas y reconociendo que, aunque éstas son depositarias de sabiduría que puede resultar útil y en ocasiones suficiente para resolver los problemas que se planteen, existen otras situaciones en las que el conocimiento tradicional no basta para explicar e intervenir en el mundo.

Por otro lado, la transformación en el modo de pensar la enseñanza-aprendizaje de las ciencias que caracteriza al modelo educativo propuesto, también tiene un efecto dentro de un nivel socio-político, ya que al promover la autonomía y el respeto a las diferencias culturales, obliga a la resignificación de las nociones mismas de estado, democracia y ciudadanía.

De esta última tarea tratará el próximo y último capítulo, en el que ubicaré al diálogo intercultural en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias como parte de un proyecto plural y democrático más amplio, que puede

contribuir a la generación de una nueva cultura cívica que capacite a los estudiantes de ciencias como ciudadanos (activos, participativos, críticos) con compromiso y responsabilidad sobre los cambios sociales que los atañen.

La educación científica en México debe comenzar a poner mayor énfasis en aproximar el contenido científico y disciplinar en el contexto de las diversas **perspectivas individuales y sociales, dejando establecido que “aprender ciencia” es una meta que integra no sólo conocimientos, sino también y sobre todo, habilidades y actitudes que están orientadas a su aplicación en contextos específicos concretos y, casi siempre, multiculturales.**

Así, en las próximas líneas no se pretende proporcionar soluciones a los problemas epistemológicos y políticos derivados de una educación científica dialógica e intercultural, sino argumentar en torno a las líneas de investigación que aún quedan abiertas y sobre las cuales será necesario profundizar para reconfigurar la educación científica mexicana.

---

## **4.2. Implicaciones epistemológicas**

---

Para la conformación de experiencias concretas coherentes con el modelo dialógico intercultural de educación científica (ver Apéndice) es preciso considerar algunas de las implicaciones y problemas epistemológicos derivados del modelo propuesto.

Primero que nada, hay que partir de considerar que una experiencia de enseñanza-aprendizaje de la ciencia, para ser calificada como dialógica intercultural, debe transformar el significado de lo que es un contexto educativo. Desde la perspectiva del modelo propuesto, se debe lograr que cada contexto educativo se convierta en un espacio:

- 1) que fomente la generación “in situ” de nuevos conocimientos;**
- 2) que propicie la potencial innovación tanto industrial como socialmente aprovechable, pero también (y de modo reflexivo) dentro del ámbito educativo mismo;

- 3) que promueva el desarrollo de competencias para el proceder científico, pues es a través de éstas capacidades que se pueden generar innovaciones socioeducativas;
- 4) que incida en el significado de la función social de la educación científica mediante un proceso interactivo de transferencia de saberes entre la escuela y la sociedad; y
- 5) que fortalezca el reencuentro de los estudiantes y profesores con la tradición cultural que les es propia, puesto que una experiencia de educación científica intercultural debe dar cuenta de la pluralidad cultural de las identidades y las prácticas.

Así pues, como se verá en los siguientes apartados, hacer del contexto educativo un espacio con tales características requiere seguir profundizando en el estudio y entendimiento de los procesos de cognición así como de una serie de conceptos en epistemología, tales como: "conocimiento tácito", "contexto de aplicación", "nuevo conocimiento", "innovación", "capacidad de innovación", "competencia", "competencia científica", "transferencia de saberes", "contexto sociocultural", por mencionar algunos.

De manera introductoria, en los siguientes apartados se discutirán algunos de los elementos teóricos que permiten comprender en qué sentido es que el modelo dialógico intercultural de educación científica transforma el contexto donde ocurre el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia, esto es, la experiencia educativa, para dar lugar a un diálogo intercultural. De lo que se trata, en última instancia, es de presentar una agenda de problemas de investigación que aún quedan abiertos para el entendimiento de lo que es una educación científica para la interculturalidad.

#### ***4.2.1. El contexto educativo como un espacio para la creación "in situ" de nuevos conocimientos***

¿Cómo entender que el espacio educativo donde ocurre el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia pueda ser transformado en un lugar potencial para generar nuevos conocimientos? Veamos.

En 1994, Michael Gibbons publicó, junto con otros autores, el texto titulado "*La nueva producción del conocimiento*". En éste se propone que actualmente se están produciendo cambios fundamentales en lo que se refiere a qué significa la ciencia, cómo se produce, disemina y absorbe por parte de la sociedad.

De acuerdo al estudio de Gibbons, existe un nuevo modo de producción del conocimiento que está reformando las instituciones, las disciplinas, prácticas y políticas establecidas en torno a la ciencia y la tecnología. Según Gibbons *et al* (1997), este nuevo modo (el llamado Modo 2) afecta no sólo a qué conocimiento se produce, sino también a cómo se produce, el contexto en el que se persigue, la forma en que se organiza y los mecanismos que controlan la calidad de aquello que se produce.

El llamado Modo 2 coexiste con el Modo 1, una forma supuestamente anterior y más familiar en la que se ha generado el conocimiento científico y tecnológico tradicionalmente. A diferencia del Modo 1, afirma Gibbons, en el que se plantean y se solucionan los problemas en un contexto gobernado por los intereses, en buena parte académicos y disciplinarios, en el Modo 2 los problemas no se encuadran dentro de una disciplina particular sino que son más bien abordados de manera inter- y transdisciplinaria<sup>1</sup>, por lo que funciona dentro de un *contexto de aplicación* que incorpora además de intereses intelectuales, intereses sociales, económicos o políticos. El Modo 2 incluye a un conjunto de practicantes más amplio, temporal y heterogéneo, que colabora sobre un problema definido y dentro de un contexto específico y localizado. Lo anterior, supone una estrecha interacción entre muchos agentes, además de los científicos, a través del proceso de producción del conocimiento, lo que a su vez conlleva a que en este nuevo modo se adquiriera cada vez una mayor

---

<sup>1</sup> De acuerdo con Gibbons (1997) son cuatro las principales características de la transdisciplina: 1) Para dar solución a problemas específicos, ésta genera nuevos marcos teórico-metodológicos que no se pueden reducir a los disciplinares; 2) El conocimiento generado no se identifica, por lo tanto, con alguna disciplina particular, sino que comprende la conformación de nuevas estructuras teóricas; 3) La comunicación y difusión del conocimiento generado no se queda sólo en el nivel de publicaciones especializadas, sino que se pone a disposición y resulta accesible para los involucrados en torno a un contexto de aplicación determinado. De hecho, no solamente los expertos científicos son quienes participan en el proceso de generación de conocimiento transdisciplinario, sino que éste resulta de la interacción de todos los involucrados; 4) En el conocimiento transdisciplinario, tienen cabida una gran variedad de posibles aplicaciones, muchas de las cuales trascienden al contexto mismo en el que inicialmente fue creado.

responsabilidad social, al mismo tiempo que se amplía la gama de criterios para juzgar el control de calidad del saber que se genera.

La importancia de describir, para los fines de este apartado, los atributos que caracterizan al Modo 2, reside en hacer notar que en la actualidad se está configurando un escenario caracterizado por los cambios en las maneras de generar y distribuir el conocimiento científico, lo que también implica (o debería implicar) profundas transformaciones en los modos tanto de enseñar ciencias, como de entender el significado de la educación científica hoy en día.

Así, para Gibbons *et al* (1997) el conocimiento generado dentro del Modo 2 tiene la intención de ser útil para alguien, ya sea en la industria, en el gobierno o, en la sociedad en general, y puesto que se incluyen muchas más consideraciones que las comerciales, ahora es común hablar de conocimiento socialmente distribuido<sup>2</sup>. Siguiendo a Gibbons, las crecientes preocupaciones públicas por temas relacionados con el medio ambiente, la salud, las comunicaciones hacen que este nuevo modo de producción de conocimiento también se impregne de una mayor responsabilidad social que se refleja en la determinación de prioridades de investigación científica.

Es así como Gibbons va describiendo una serie de características que distinguen a esta dinámica dentro de la ciencia contemporánea y de las cuales, para los fines de esta tesis, quisiera resaltar principalmente una de ellas: el aumento en el número de lugares potenciales en los cuales se puede crear nuevo conocimiento. ¿Por qué no suponer que uno de estos lugares de generación de nuevos saberes es el espacio educativo dialógico intercultural de la ciencia?

---

<sup>2</sup> Una elaboración más detallada de esta noción es la de "conocimiento socialmente robusto" propuesta por Nowotny (2000) y Nowotny, Scott y Gibbons (2003). Según estos autores, esta forma de conocimiento es altamente contextualizada y se distingue por llevar a la ciencia hacia una serie de negociaciones con la sociedad, **dentro de un espacio público llamado "agora", que permite a los científicos retroalimentarse y tomar en cuenta la consideración por parte de la gente, sus perspectivas y sus deseos, así como pensar más profundamente acerca de qué puede querer el ciudadano y qué busca, tomando en cuenta sus ansiedades y comunicándose con ellos. Para ser "socialmente robusto", el conocimiento debe ser sensible a la serie de implicaciones sociales que tiene, es decir, debe pasar la prueba de viabilidad/funcionalidad en el contexto de aplicación en que se genera, para la satisfacción de los intereses de todos los agentes en juego —academia, sectores público y privado, entre otros—. El conocimiento socialmente robusto se caracteriza, así, por tres aspectos: 1) es válido dentro y fuera del laboratorio; 2) esta validez se logra a través de incluir a un grupo extendido de expertos que incluyen a miembros de un entorno social específico; 3) puesto que la sociedad es parte activa de la producción de este conocimiento, es poco probable que este no se considere confiable, pues su robustez la ha adquirido socialmente. De este último aspecto, Nowotny supone que entre más abierta y comprehensiva sea la comunidad científica, más socialmente robusto será el conocimiento que ésta produce.**

En el Modo 2 los conocimientos se desarrollan en el contexto de aplicación el cual, generalmente, se consideraba que se ubicaba al margen del quehacer científico y tecnológico, en sentido estricto. Ahora se reconoce que este contexto es el lugar en donde se plantean problemas intelectuales desafiantes que inducen la configuración de respuestas innovadoras basadas en conocimientos especializados. Llevado al ámbito de la educación científica, entonces, es posible pensar que cada contexto educativo puede configurarse como un contexto de aplicación, en tanto que, como describí en el capítulo anterior, las aulas también son lugares de definición de problemas, necesidades y soluciones, esto es, espacios donde es posible crear y recrear conocimiento útil para resolver los propósitos planteados.

A lo largo del tiempo, los espacios educativos han sido fuentes de invención y creatividad, de manera que dentro del escenario dibujado por Gibbons, en el que se están multiplicando los lugares en que se produce conocimiento mayormente bajo el Modo 2, no es difícil visualizar a las aulas de ciencias como espacios destinados a la identificación y solución de problemas locales específicos que conforman una determinada agenda escolar.

Los agentes que intervienen en un contexto de aplicación ubicado en el ámbito escolar serían al menos tres: 1. Quienes identifican los problemas relevantes (esto es, la comunidad que constituye el entorno en el que tiene lugar una experiencia educativa), 2. Quienes contribuyen a solucionar los problemas (en este caso, básicamente los alumnos en su interacción con profesores y con los miembros de la comunidad en la que viven), y 3. Los intermediarios estratégicos (en este caso, los profesores de ciencias). La enseñanza-aprendizaje mutuo entre este conjunto de agentes se llevaría a cabo mediante el proceso de diálogo intercultural el cual, como propuse en el capítulo anterior, es un ejercicio que fomenta la capacidad para innovar y propicia la transformación de las identidades y las prácticas.

Esta caracterización de un contexto de aplicación dentro del ámbito educativo es posible porque para Gibbons *et al* (1997) estos contextos incluyen el ambiente de intereses, instituciones y prácticas relacionadas con la solución de problemas y con la generación de conocimiento alrededor de una aplicación

concreta. Lo interesante en esta definición es que si el conocimiento se genera, en distintas escalas y cada vez más ligado a contextos específicos de aplicación, la multiplicación de los lugares potenciales para crear nuevos saberes, ya no se puede limitar a aquellos especialmente destinados para la investigación científica y tecnológica (como pueden ser un laboratorio, un instituto o un centro público o privado de I+D), sino que se extienden a otros ámbitos sociales como pueden ser las aulas escolares de casi todos los niveles y comunidades culturales, así como otras organizaciones (por ejemplo, las empresas).

El trabajo de Gibbons sirve así, como punto de partida para entender la propuesta de mirar a los contextos educativos como contextos de resolución de problemas planteados por las prácticas sociales que dan cohesión y sentido a una cierta comunidad cultural. Bajo este esquema, la educación establecería un auténtico vínculo con la vida social del estudiante, lo que como se verá más adelante es acorde con los enfoques pedagógicos socioculturales de la **“enseñanza situada”** propuestos por autores como Díaz-Barriga (2006).

Entendidos los contextos educativos de esta forma, como contextos de aplicación de Gibbons, entonces se puede afirmar que se enseña ciencia para contribuir a resolver problemas concretos de relevancia cultural en la vida del estudiante; esto es, problemas reales que no se definen *a priori*, porque están planteados *in situ*.

Dentro del modelo educativo como diálogo intercultural, la tarea de construir soluciones desde el ámbito de la educación parte de una premisa central que ya se mencionaba en el capítulo anterior: los conocimientos científicos no tienen el monopolio del saber legítimo y útil para resolver *todos* los problemas. Esto quiere decir que el tipo de conocimiento necesario para alcanzar los fines planteados dentro de cada contexto educativo dependerá y será relativo a cada situación problemática concreta (en este sentido es que Gibbons afirma que dentro del Modo 2 el conocimiento ya no es disciplinar sino transdisciplinar y socialmente distribuido<sup>3</sup>).

---

<sup>3</sup> Como se verá más adelante, esto tiene implicaciones importantes para reconceptualizar la educación científica, pues exige que los programas educativos rebasen la compartimentalización de las disciplinas (biología, física, química, en general) para volverse transdisciplinarios.

Habrá situaciones que se puedan resolver con conocimientos derivados de la tradición cultural del estudiante, y habrá otras situaciones que requerirán **de una mayor "dosis" de ciencia. Una de las finalidades de la** reconfiguración de la educación científica para los contextos multiculturales es, precisamente, contribuir a que los alumnos puedan distinguir cuándo lo más racional es sostener una alternativa científica para responder a un cierto desafío.

Los contextos educativos entendidos de esta manera, como los contextos de aplicación de Gibbons, son espacios donde se generan y aplican nuevos conocimientos que, más allá de ser calificados como científicos o no, como disciplinarios o no, son de carácter transdisciplinario, porque específicamente buscan dar respuesta a los fines prácticos demandados por el entorno.

Ahora bien, como vimos en el capítulo anterior no todos los problemas de relevancia dentro de una comunidad cultural se solucionan con la ciencia, o **dicho mas correctamente, con la misma "dosis" de ciencia** o de conocimiento disciplinar (biológico, físico o químico). No será razonable exigir un alto grado de fundamentación, como el que se exigen algunas comunidades científicas, para las creencias que nos orientan en las decisiones de la vida práctica.

Como apoyo para comprender esta consideración, retomo el trabajo de Villoro (1982), quien nos recuerda que la generación de conocimiento no se puede reducir a una actividad teórica, desligada de la práctica. La práctica es una condición del conocimiento, el cual está siempre dirigido por intereses concretos.

La actividad cognitiva es, pues, una operación concreta que ocurre en individuos reales que buscan satisfacer sus necesidades prácticas de orientar sus acciones en el mundo. Como lo que motiva a conocer es el asegurar éxito y dotar de sentido a la acción, es precisamente en función de los fines que queremos alcanzar, (esto es, de la seguridad que deseamos obtener de que nuestras creencias orientarán acertadamente nuestras acciones), que variará el grado de justificación o el número de razones que debemos considerar para calificar como saberes a las creencias razonables que sostienen nuestra práctica.



Dependiendo de los fines prácticos que dirijan nuestro conocimiento, requerimos más saber que conocer, esto es, más conocimiento personal que ciencia, pues de acuerdo con Villoro todo conocimiento puede reducirse a dos formas, *saber* y *conocer*:

**"... La garantía de acierto en el saber es la justificación objetiva. La objetividad supone el acuerdo posible de una comunidad epistémica; todo saber por ser objetivo, puede ser impersonal. La garantía de acierto en el conocer, es la experiencia personal... La "atadura" del saber a la realidad es societaria, la del conocer, individual. Cualquier conocimiento tiene algo de saber comunitario y algo de conocimiento personal..." (Villoro, 1982, p. 222).**

Según predomine en ellos una u otra forma de encadenamiento a la realidad, Villoro habla de una gradación de tipos de conocimiento ordenados en dos modelos que fungen como ideales de conocimiento (que rara vez se realizan con pureza): la ciencia y la sabiduría. En ambas interviene el conocimiento personal, pero en la primera predomina el saber, y en la segunda el conocer.

Mientras que el ideal de la ciencia es producir un conocimiento basado en razones objetivamente suficientes -compartibles por la intersubjetividad más amplia posible-, en la sabiduría no se necesita aducir una justificación válida universalmente, basta con creencias más o menos razonables y fundadas, aceptables para una cierta comunidad restringida. La sabiduría, dice Villoro, es antes que nada, un conocimiento personal:

**"... Por ello el sabio conoce siempre más cosas de las que puede decir..." (Villoro, 1982, p. 230).**

Sobrepasando la distinción entre estas dos formas ideales, Villoro nos advierte cómo la ciencia no puede reemplazar a la sabiduría, ni ésta a aquella. Ambas son formas de conocimiento necesarias para orientar la vida humana de modo que nuestra acción sea acertada y tenga sentido:

**"... Pensemos por ejemplo, en la diaria labor del campesino. En su trabajo requiere de un saber objetivo: cuáles son las mejores semillas, los ciclos de crecimiento de las plantas, sus enfermedades más frecuentes. Todo ello se expresa en un saber compartido, fundado en razones objetivas, que puede formar parte de una ciencia aplicada. Pero también requiere escuchar la voz de su personal experiencia: debe distinguir el momento exacto de sembrar y cosechar, prever las heladas y las lluvias, ponderar la justa profundidad de los surcos; y eso no se lee en reglas generales, es producto de una sabiduría vital, nacida de un contacto personal, frecuente, con la tierra y con el viento... Aún en**

los actos más sencillos... subsisten los dos aspectos [ciencia y sabiduría]...”  
(Villoro, 1982, p, 234. paréntesis mío).

Se puede considerar al saber, por estar fundado en razones objetivamente suficientes, como el límite al que tiende toda creencia que pretenda justificación, pero puede haber muchos grados de fundamentación, según las justificaciones se acerquen más o menos a ese límite, y dadas las exigencias de un determinado contexto que plantea ciertos fines como deseables. El cientificismo considera a la ciencia como una forma de conocimiento diferente de los otros saberes que rigen nuestra vida, pero no es así. La referencia de Villoro al trabajo de Michael Polanyi va en el sentido de reconocer que la ciencia tiene en su base un *conocimiento personal*, que comparten quienes tienen las mismas habilidades y una familiaridad con cierto campo de estudio.

Dado que es el conocimiento personal la fuente de la mayoría de las innovaciones científicas<sup>4</sup>, el análisis de los saberes tácitos y de su papel en el proceso mismo de cognición, constituye otra de las grandes vetas de discusión que se abren a partir del desarrollo de un modelo dialógico intercultural de educación científica.

Una referencia obligada para esta temática es el trabajo de M. Polanyi (1962; 1966), quien ha sido de los primeros autores en aproximarse al estudio del conocimiento en sus dimensiones personales y sociales. Uno de sus principales planteamientos consiste en considerar que, del trato reiterado con un objeto de estudio pueden surgir aspectos novedosos porque, de acuerdo con Polanyi, a los seres humanos la realidad no se nos presenta en una sola dimensión, sino en niveles de significado, cada vez más ricos y comprensivos.

Para Polanyi, de acuerdo con la revisión crítica que realiza Hill (2000) de su trabajo, la experiencia se constituye de tres dimensiones simultáneas e interconectadas, y la primera de ellas es la *conciencia*. Así, en el prefacio a su obra "*Conocimiento Personal: hacia una filosofía postcrítica*" (Polanyi, 1962) comienza diciendo:

---

<sup>4</sup> Las que se dan por el *trato reiterado* con el objeto de estudio, en distintas circunstancias (Polanyi, 1962).

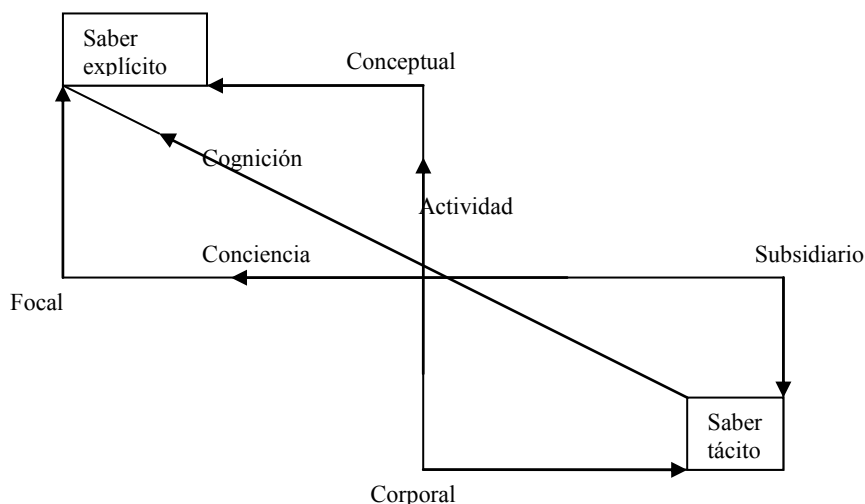
"...Cuando dejamos de poner atención hacia algo (A) por atender a algo más (B), estamos subsidiariamente conscientes de A. B, aquello a lo cual estamos focalizando nuestra atención, es entonces el significado de A. El objeto focal B está siempre identificable, mientras A, al estar subsidiario a la conciencia puede no ser identificable. Las dos clases de conciencia son mutuamente excluyentes: cuando cambiamos nuestra atención hacia algo de lo cual estaremos **subsidiariamente conscientes, este pierde su significado previo...**" (Polanyi, 1962, p. xiii).

Para entender las *dos clases de conciencia* a las que Polanyi hace referencia en esta cita supongamos a una persona que utiliza un martillo para introducir un clavo en un trozo de madera. Cuando golpeamos el clavo, atendemos al clavo y al martillo, pero de maneras distintas. Podemos observar el efecto de nuestro golpe en el clavo e intentar manipular el martillo de la manera más eficiente posible. Cuando movemos el martillo no sentimos realmente el mango golpeando nuestra mano sino que la cabeza del martillo golpeando el clavo, aunque de alguna manera estamos alerta a la sensación de nuestra mano que sostiene la herramienta. Esta sensación nos guía al sostener el mango correctamente y poder realizar así nuestra tarea. Polanyi (1962, p. 55) diferencia estos dos tipos de atención diciendo que el martillo no es en realidad objeto de nuestra atención, sino instrumento de ésta. No es observado directamente, sino que observamos algo más (el clavo) al mismo tiempo que estamos conscientes de ello (el martillo). Polanyi denomina conciencia subsidiaria (*subsidiary awareness*) a la sensación en la palma de la mano y conciencia focal (*focal awareness*) a la conciencia de estar clavando el clavo. De esta manera tenemos una conciencia subsidiaria de la sensación entre el mango del martillo y la mano, la cual se relaciona con la conciencia focal de estar clavando. Lo anterior nos muestra que podemos estar conscientes de ciertas cosas de una manera bastante distinta que focalizando nuestra atención en ellas. El conocimiento que tenemos de estas cosas no focalizadas corresponde a la idea de conocimiento tácito. Esta forma de conocimiento hace referencia a que mientras llevamos a cabo una tarea, podemos conocer un conjunto de particulares sin ser capaces -en principio- de identificarlos, puesto que somos conscientes de ellos, sólo subsidiariamente.

Polanyi señala, además, cómo lo que es focal en un contexto puede volverse subsidiario en otro, y viceversa. Así por ejemplo, al enfocar su atención a la lectura de estas líneas, el lector subsidiariamente está conciente de que están escritas en español, siguiendo ciertas reglas gramaticales. Pero en otro contexto, lo subsidiario puede ser el contenido de las líneas y lo focal lo correcto del uso de ciertas reglas gramaticales.

La otra de las dimensiones que estructuran la experiencia de conocer, de acuerdo con Polanyi, es la **actividad**. Mientras en la dimensión de la conciencia los extremos se dan entre "lo focal" y "lo subsidiario", en el caso de la actividad los extremos se dan entre "lo corporal" y "lo focal". Todas las actividades humanas tienen lugar en un continuo entre estos extremos. Aún cuando realicemos actividades que parecen exclusivamente físicas o mentales, (ejercicio extremo o pensamiento abstracto) siempre permanece en nosotros el extremo contrario. En el acto de conocer se involucra tanto la mente como el cuerpo.

De esta manera, en la propuesta desarrollada por Polanyi, la estructura del proceso cognitivo es vectorial, ya que involucra un movimiento continuo entre lo subsidiario y lo focal, y entre lo corporal y lo conceptual, como se puede observar en la Figura 1.



**Figura 1.** Estructura de la experiencia cognitiva de acuerdo con Polanyi. Tomado de: Hill, 2000, p. 39.

La intersección entre las dimensiones de la conciencia y la actividad, con sus respectivos extremos, da lugar a una tercera dimensión o continuo, que es el de la cognición (*cognitivity*). Cuando lo conceptual y lo focal se combinan se produce lo que Polanyi caracteriza como “conocimiento explícito”, mientras que cuando se combinan lo subsidiario y lo corporal, se forma el “conocimiento tácito”. “Lo explícito” y “lo tácito” son los extremos de esta tercera dimensión de la experiencia humana (Hill, 2000). Para Polanyi, como se ilustra en la Figura 1, el proceso de cognición se mueve del extremo tácito al explícito.

La cognición es así, función de la interacción entre los componentes explícito y tácito, razón por lo que Polanyi dedica gran parte de sus esfuerzos al estudio del conocimiento tácito el cual, como ya señalaba Villoro, ha sido objeto de menor atención analítica que el primero.

La importancia del conocimiento tácito para Polanyi es tal que, para este autor, todo conocimiento deriva del conocimiento tácito, el cual es lógicamente anterior al conocimiento explícito, de ahí su afirmación sobre el hecho de que “*sabemos más de lo que podemos decir*”<sup>5</sup>. Lo anterior es debido a que el conocimiento tácito se centra en la incorporación de factores de los cuales estamos subsidiariamente concientes, y no en el análisis conceptual de los mismos. Hay siempre creencias, habilidades, compromisos que son en principio incapaces de articularse porque están enraizados en nuestra conciencia subsidiaria y en nuestras actividades corporales. Por ejemplo, desde este punto de vista, la adquisición del lenguaje no es fundamentalmente un proceso intelectual, sino el resultado de la integración de los particulares de nuestra conciencia subsidiaria por medio de nuestra actividad corporal.

El conocimiento tácito se logra a través de lo que Polanyi llama “*habitar*” (*indwelling*), un proceso de sumergirse en los particulares de la conciencia subsidiaria por medio de una actividad incorporada hasta que estos

---

<sup>5</sup> Eso sucede, por ejemplo, con el nadador o el conductor de una bicicleta. En el primer caso la persona puede ser un experto nadador pero probablemente, salvo que se dedique a la biología o medicina, no conoce explícitamente cuáles con las acciones que le permiten nadar -por ejemplo, el manejar el nivel de aire en los pulmones para lograr ciertos efectos de flotación-. En el caso del ciclista, cuando éste va a perder el equilibrio tiende a girar el manubrio en la dirección de la caída, generando de esta forma un movimiento circular y la subsecuente reacción centrífuga que contrarresta la gravedad y le impide caer -la curvatura del movimiento es proporcional a la velocidad del ciclista-. Obviamente nadie que suela manejar una bicicleta se preocupa de medir la velocidad y calcular el radio de curvatura para girar y de esa manera no caer (Polanyi, 1962, p.49-50).

particulares se reúnen e interiorizan en el individuo, como un todo significativo, **en un "acto de integración"**. En el caso del lenguaje, los niños están rodeados de sonidos y acciones sin significado que son ejecutados por los miembros de la comunidad a la que pertenece; eventualmente comienzan a imitar acciones **y sonidos hasta que éstos "habitan" (*indwelling*)** en el niño. Conforme uno se sumerge en los particulares de la conciencia subsidiaria, habitando en ellos a través de la imitación, en algún punto éstos se reúnen en un patrón holístico lleno de significado. El acto integrativo toma lugar cuando los particulares de la conciencia subsidiaria coalescen en un todo, ***cuando aquello a lo cual el aprendiz ha buscado habitar, habita en el aprendiz como una habilidad cognitiva*** (Hill, 2000).

Aprender a conducir una bicicleta o nadar son ejemplos también. Uno lucha por dominar un todo que en principio parecen tareas distintas<sup>6</sup>, y con el adiestramiento los particulares se reúnen en una habilidad unitaria.

La interacción de la conciencia subsidiaria y de la actividad corporal que da lugar al conocimiento tácito se logra mediante la participación corporal o ***proceso de ir habitando los particulares de los cuales estamos subliminalmente concientes***. La actividad corporal es importante en este esquema, porque al realizarse es que se muestra que existe un conocimiento que parece estar escondido frente a la mirada superficial de un observador, pero que exhibe su existencia en la realización de dicha acción.

El trabajo de Polanyi llama la atención sobre la importancia de aproximarse al estudio del conocimiento desde los agentes concretos que conocen, por eso muchos autores le atribuyen el acierto de haber **"humanizado" el saber, pues como señala Villoro, el cientificismo se había encargado de quitarle validez al conocimiento tácito, personal (deshumanizando el saber), aún cuando sin éste la vida humana sería imposible:**

---

<sup>6</sup> Hill (2000) nos advierte que es extremadamente importante comprender que esto no quiere decir que **trabajamos "desde las partes hacia el todo", sino "desde el todo a las partes"**. Si bien las partes constituyen un todo, nuestra comprensión de las partes, ***como partes***, depende de primero comprender ese todo del que aquellas son particulares. Es decir, que en la reflexión de Polanyi, las partes toman sentido sólo en relación a un todo del que son partes, pues las partes no aparecen flotando en el ambiente como entidades independientes.

**“... La mayoría de las creencias que nos permiten orientar nuestra vida y lograr éxito en nuestras acciones, no son científicas... se basan en conocimientos personales. De ellas depende nuestra supervivencia diaria...” (Villoro, 1982, p. 294).**

La estructura del proceso de cognición desarrollada por Polanyi cuestiona la idea de que el conocimiento científico es impersonal:

**“ ... La ciencia opera a través de las habilidades del científico... de su participación personal...” (Polanyi, 1962, p. 49).**

Como afirma Villoro, para enfrentar los problemas prácticos de la vida diaria no se puede prescindir de las distintas formas de conocimiento. El ideal de la ciencia, en este sentido, no podría ser el de lograr un conocimiento totalmente impersonal, ya que el conocimiento explícito no puede reemplazar al conocimiento tácito<sup>7</sup>, ni viceversa; ambos son necesarios para el proceso de cognición, pues todo conocimiento parte de un conocimiento tácito, de manera que:

**“...Eliminar los elementos personales del conocimiento apuntaría a la destrucción de todo conocimiento....” (Polanyi, 1966, p. 20).**

**El que “sepamos más de lo que podemos decir” ha sido también interpretado** por Polanyi (1966) como la oportunidad de perseguir posibilidades novedosas sobre los objetos de conocimiento, basadas en el conocimiento ya existente.

Esto es importante para los fines de entender al contexto educativo como un contexto de resolución de problemas (y por lo tanto como un contexto generador de soluciones).

Afirmar que cada contexto educativo es un espacio para la creación de nuevos conocimientos significa, entonces, que para cada problema o desafío planteado en el ámbito educativo, los estudiantes podrán movilizar, de una forma única y singular, conocimientos, habilidades<sup>8</sup> y creencias (derivadas de la ciencia o de la tradición cultural a la que pertenecen, tácitas y explícitas) que sirven para resolver tales problemas o alcanzar determinados fines. El

---

<sup>7</sup> “...La habilidad de un conductor no puede ser reemplazada por la teoría de motores de autos....” (Polanyi, 1966, p. 20).

<sup>8</sup> Se entiende por habilidad a la capacidad cognoscitiva y sensorio-motriz de un individuo; como se verá más adelante, las habilidades son una componente fundamental **de las llamadas “competencias”** (Beneitone *et al*, 2007).

contexto educativo funciona, de este modo, como promotor de nuevos conocimientos que se crean específicamente para dar respuesta a los problemas planteados y que son calificados **como** "nuevos conocimientos" porque responden a una combinación o interacción novedosa de recursos cognitivos (tácitos, explícitos, científicos, tradicionales) regulada de manera particular por las demandas concretas de intervención práctica.

Para entender un poco más sobre el papel que, dentro del modelo dialógico intercultural, tiene la comprensión de la dinámica de creación de conocimiento, que ya M. Polanyi adelantaba como un continuo entre lo tácito y lo explícito, considero que también es útil el análisis de la propuesta de Nonaka, Toyama y Konno (2000) -basada en el trabajo de Polanyi- puesto que aporta elementos fundamentales en torno a esta cuestión.

Nonaka, Toyama y Konno proponen un modelo de creación de conocimiento conformado por tres elementos: i) el proceso SECI<sup>9</sup>, referido a la creación de conocimiento a través de la conversión del conocimiento tácito y **explícito**; ii) el **"ba"** que es el contexto compartido para la creación de conocimiento y iii) el conjunto de elementos variantes que intervienen en el proceso de creación del saber, como pueden ser los conocimientos previamente existentes en la tradición, o las habilidades y experiencias incorporadas en los agentes a través de su cultura.

Para estos autores, se crea nuevo conocimiento a través del proceso **SECI que toma lugar en un "ba", donde una vez creado el nuevo saber, éste se** incorpora nuevamente a la base de la misma dinámica de creación-recreación del saber, la cual avanza a manera de una espiral creciente.

**Las similitudes que el llamado "ba" dentro del modelo de Nonaka guarda con el llamado "contexto de aplicación" de la propuesta de Gibbons son vislumbradas con facilidad, pero antes de detenerme en revisar la importancia que este concepto tiene para la comprensión de las implicaciones epistemológicas del modelo dialógico intercultural de educación científica, explicaré con mayor detalle la propuesta de Nonaka.**

---

<sup>9</sup> Como explicaré más adelante, SECI hace referencia a las siglas que utilizan los autores para abreviar los complejos procesos de interacción entre el conocimiento tácito y explícito mediante: la Socialización (S), la Externalización (E), la Combinación (C) y la Internalización (I).



De acuerdo con Nonaka, Toyama y Konno, la resolución de problemas requiere crear nuevo conocimiento a través de la interacción entre el conocimiento ya existente dentro de un contexto y el nuevo conocimiento que es continuamente creado en las relaciones sociales entre individuos, por lo que está ligado específicamente a un contexto localizado espacio-temporalmente y relacionado tanto con las acciones humanas como con los valores que lo motivaron. En este sentido, la dinámica que proponen estos autores comparte, tanto con el Modo 2 de Gibbons como con el modelo educativo propuesto, el hecho de que hacen referencia a procesos que tienen lugar en concreto, bajo una cierta orientación evaluativa que determina el tipo de conocimiento que se necesita crear, recrear o difundir para hacer frente a una situación específica.

Adicionalmente Nonaka, Toyama y Konno también distinguen, como lo hace Polanyi, entre dos tipos de conocimiento: por un lado, el conocimiento explícito, que al ser expresado formal y sistemáticamente facilita su transmisión y almacenamiento, y por otro lado, el conocimiento tácito, que al no estar codificado formalmente es altamente personal, expresado en las acciones, prácticas y valores, y transmitido por la tradición para constituir parte de la identidad cultural de una comunidad. De acuerdo con estos autores, en los estudios epistemológicos es común hacer referencia al conocimiento codificado (cuya mejor expresión es el científico-tecnológico) como la única forma de conocimiento, dejando de lado que el proceso de creación de conocimiento es resultado de las interacciones entre los saberes tácitos y los codificados.

Dichas interacciones ocurren en el llamado proceso SECI que abarca cuatro modos de conversión de conocimiento (Nonaka, Toyama y Konno, 2000, p. 9-10):

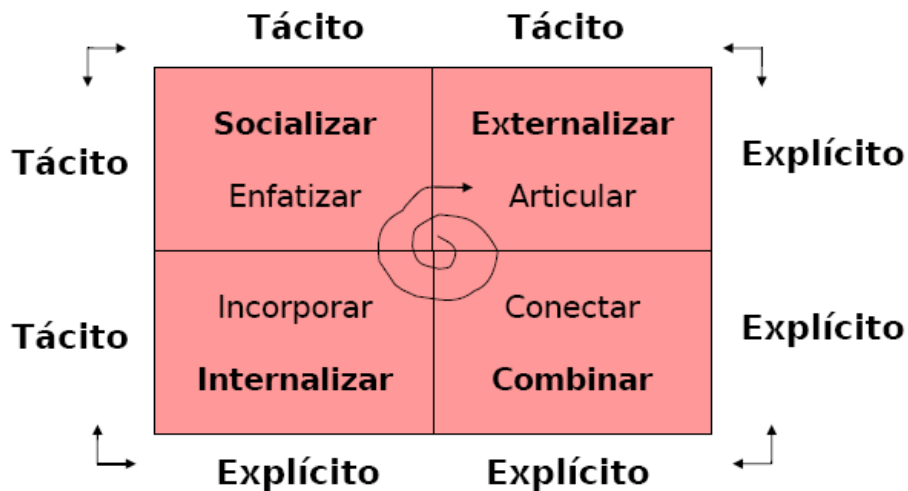
- a. Socialización: la transmisión de conocimiento tácito a tácito, a través de compartir experiencias en la interacción social,
- b. Externalización: el paso de conocimiento tácito socializado a la forma explícita,<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> Hay casos donde Kuhn reconoce el papel de lo tácito, pero también reconoce que éste no siempre se tiene que externalizar, pues no hay razón para explicitar lo tácito mientras funcione en la práctica, en el hacer, por ejemplo, nadar o andar en bicicleta.

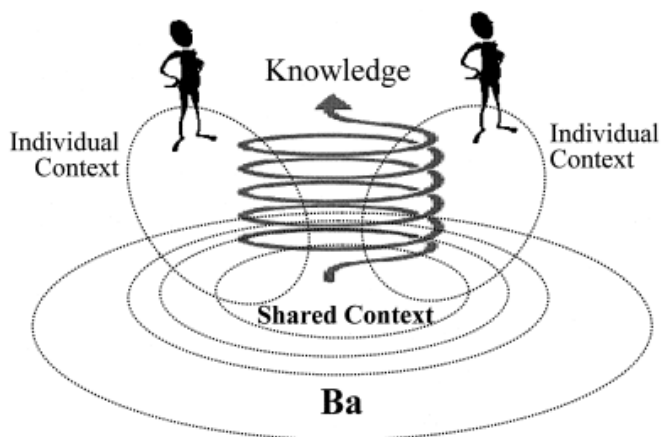
- c. Combinación: la integración del conocimiento explícito derivado de la externalización, con el conocimiento explícito previamente existente,
- d. Internalización: el paso del conocimiento explícito (derivado de la combinación) al conocimiento tácito susceptible de ser transmitido nuevamente mediante la socialización.

De acuerdo con estos autores, las interacciones entre conocimientos tácitos y explícitos que tienen lugar mediante la socialización, la externalización, la combinación y la internalización (ilustradas en el Esquema 1), son las que explican el proceso continuo de creación de conocimiento como una espiral en constante movimiento.



**Esquema 1.** Proceso SECI de creación de conocimiento. Tomado de: Nonaka, Toyama y Konno, 2000, p. 12.

El proceso SECI está ligado a un contexto específico, determinado por aquellos que participan dentro de él y por la forma en la que participan. Este lugar en el que ocurre el proceso SECI, en el que el conocimiento se crea, se comparte y se utiliza, es referido por estos autores bajo el **término japonés "ba"**.



**Figura 2.** El “ba” como un contexto en movimiento. Tomada de: Nonaka, Toyama y Konno, 2000, p. 14.

El “ba” no alude a un espacio meramente físico, sino de interacción entre individuos o entre individuos y sus entornos, como se observa en la Figura 2: el proceso SECI ocurre en forma de una espiral en la interacción social que tiene lugar en un contexto o “ba”.

El concepto de “ba” guarda similitudes con otros conceptos tales como el de contexto de aplicación de Gibbons *et al* (1997); ambos son espacios de interacción e intercambio de saberes. Lo que he querido mostrar es que ambas nociones, a su vez, también se relacionan con el modelo dialógico intercultural de educación científica que propongo, porque este último parte de suponer que el proceso educativo tiene lugar en un contexto con determinados intereses, valores, necesidades y problemas, dentro del cual tienen lugar distintas fases<sup>11</sup> basadas en la interacción social. Estas fases conforman espirales de enseñanza-aprendizaje de la ciencia que están destinadas a satisfacer ciertas necesidades y fines variables espacio-temporalmente.

Así como en el “ba” se comparten experiencias, valores y diferentes visiones del mundo que hacen interactuar a los saberes tácitos y codificados mediante el proceso SECI, en cada espiral de enseñanza-aprendizaje de la ciencia del modelo educativo propuesto en esta tesis, interactúan

<sup>11</sup> Estas fases son: a) exploración de la pluralidad, b) diálogo, c) evaluación racional, d) toma de decisiones e) acciones.

simétricamente individuos que ponen en juego sus diversos saberes tradicionales y científicos, tácitos y codificados, prácticos y teóricos. El diálogo intercultural en este caso, más que ser el fin del proceso educativo es el medio por el cual ocurre; y el contexto escolar es la plataforma que, análogamente a **un “ba” o un “contexto de aplicación”, lo hace posible. Incluso se podría pensar que el proceso SECI de Nonaka ocurre simultáneamente a cada fase que conforma una espiral de enseñanza-aprendizaje de la ciencia, y en la que cabe resaltar, es sumamente importante la interacción social para lograr externalizar, mediante el diálogo, el conocimiento tácito que, transmitido por la tradición, se puede incorporar y amplificar en nuevos conceptos, tecnologías, productos o sistemas.**

Es decir, que el espacio en el que ocurre el modelo educativo que propongo funciona de manera análoga **a como lo hace el “ba” dentro del modelo de Nonaka y el “contexto de aplicación” dentro del modelo de Gibbons.**

La principal consecuencia de la analogía que aquí planteo es que el modelo dialógico intercultural de educación científica no se limita a la **“enseñanza-aprendizaje dialógico de la ciencia” a través de las espirales esquematizadas en Esquema 2 del Capítulo 3, sino que es también al mismo tiempo, un modelo de “creación dialógica de nuevos conocimientos”.**

¿Porqué nuevos conocimientos? ¿Cómo uno se percató de que en el contexto educativo se ha generado nuevo conocimiento? ¿Éste equivale a la innovación?

Al considerar al espacio educativo de la ciencia como un ámbito en el que se plantean problemas de relevancia cultural, éste se convierte también en un lugar en donde los alumnos construyen conocimiento mediante la configuración de soluciones posibles para los desafíos planteados con fines específicos. En la medida en que, mediante éstas soluciones se van transformando gradualmente las creencias y las prácticas sociales asociadas a ellas (y por ende, las identidades individuales y colectivas de los agentes que participan en el proceso educativo), en esa medida es que se puede identificar el nuevo conocimiento. Éste tiene la forma de respuestas novedosas o soluciones a problemas, con características únicas y singulares dentro del

contexto cultural del estudiante. Es nuevo conocimiento porque surge específicamente para hacer frente a un determinado problema. Aquí el conocimiento básico (“ya hecho”) derivado de las ciencias es aprendido al incorporarse y formar parte de una combinación única de creencias y otras formas de conocimiento que dan cuerpo a las soluciones que el estudiante ha construido para alcanzar los fines prácticos planteados en el ámbito escolar.

Dentro de un modelo dialógico intercultural de educación científica se pueden, incluso, distinguir los siguientes niveles (estrechamente interconectados) cuando se habla de nuevo conocimiento:

- a. Nuevo conocimiento dentro de la comunidad cultural en la que se educa, que es el tipo al que básicamente hago referencia a lo largo de este apartado. Aquí el estudiante es generador de nuevos saberes en la medida en que crea soluciones a los problemas a partir de la combinación singular de los saberes básicos establecidos, tanto tácitos como explícitos, de que dispone.
- b. Nuevo conocimiento dentro de la tradición científica misma. Aquí el efecto de novedad ocurre dentro de la tradición científica misma, y lo que se transforma es el conocimiento básico explícito previamente establecido.
- c. Nuevo conocimiento con valor de mercado, que al tener una clara aplicación industrial en alguna rama de la actividad económica, puede ser sujeto de figuras jurídicas como las patentes y trascender hacia el ámbito industrial o social de la comunidad del estudiante.

La interrelación entre estos niveles se da en función de que al ser el estudiante generador de nuevo conocimiento (porque construye saber combinando los saberes científicos, tradicionales, tácitos, explícitos) para alcanzar los fines prácticos planteados en el aula, también puede llegar a ser un innovador dentro de la ciencia misma, y generar soluciones con aplicaciones no sólo dentro de su comunidad cultural, sino dentro del sector productivo e industrial de su región, colocando su innovación en el mercado y traspasando el ámbito de lo educativo al involucrar a muchos más agentes sociales. Sobre esto trataré con mayor profundidad en el siguiente apartado, pues es necesario

lograr que la educación científica como diálogo intercultural potencie la capacidad de innovación de los estudiantes en estos dos últimos sentidos (opciones b y c): construyendo innovaciones dentro de la ciencia misma y desarrollando innovaciones con valor comercial que pueden redundar en el desarrollo económico y social de sus comunidades.

La consideración de la educación científica como espacio para la creación de nuevos saberes a través del diálogo, la convierte así en una fuente constante de innovación. La innovación se entiende aquí como resultado del diálogo intercultural, y algo más que la simple suma de los conocimientos previos de los alumnos y los contenidos científicos que se les presentan en clase.

#### ***4.2.2. El contexto educativo como un espacio potencial para las innovaciones socioeducativas***

Como se vio en la sección anterior, en la reflexión de Polanyi sobre el conocimiento tácito y el proceso mismo de la cognición, el hecho de "saber más de lo que se puede expresar" posibilita el avance del conocimiento mismo. El movimiento de lo tácito a lo explícito abre un espacio para la creatividad (para lo que él llama "una sociedad de exploradores") y para la manifestación de nuevo conocimiento a partir de la combinación de las distintas formas de conocimiento ya existentes. Debido a que para Polanyi la experiencia humana está estructurada en distintas dimensiones, es posible la exploración de otros niveles de la realidad a partir de la combinación de la actividad corporal y la conciencia subsidiaria:

**"... La tradición científica deriva su capacidad de autorenovarse a partir de la creencia en la presencia de una realidad oculta, de la cual la ciencia actual es solamente un aspecto, en tanto que otros aspectos serán revelados en descubrimientos futuros. Cualquier tradición... debe tener esta intención: enseñar las ideas actuales como estados que llevan a verdades desconocidas, las cuales al ser descubiertas, podrían diferir de las mismas enseñanzas engendradas. Así la tradición asegura la independencia de sus seguidores... capaces de ver un problema no visible para otros... Llamo a esto una sociedad de exploradores..." (Polanyi, 1966, p. 82).**

A esta combinación de escepticismo y perfeccionamiento señalada por Polanyi y que permite el avance de la ciencia, es a lo que Kuhn (1982) llama *la tensión esencial*:

“... La investigación normal de mejor calidad es una actividad en su mayor parte convergente, fincada sólidamente en un consenso establecido, adquirido este último de la educación científica y fortalecido por la práctica de la profesión. Regularmente, esta investigación convergente o basada en el consenso desemboca en la revolución. Entonces, las técnicas y las creencias tradicionales **se abandonan para reemplazarlas por otras nuevas...** Sólo las investigaciones cimentadas firmemente en la tradición científica contemporánea tienen la probabilidad de romper la tradición y de dar lugar a otra nueva...” (Kuhn, 1982, p. 250, énfasis mío).

Los científicos muestran, por lo tanto, dentro del análisis de Kuhn, simultáneamente las características del tradicionalista y del iconoclasta, pues se encuentran en una tensión, *la tensión esencial*, entre la tradición y la innovación de la investigación científica. El científico es, por lo menos en potencia, un innovador que debe poseer flexibilidad mental; pero también debe ser un firme tradicionalista, para saber cuando está distanciado de la tradición científica establecida.

Análogamente podemos pensar que en la educación científica dialógica e intercultural, también los alumnos pueden capacitarse en ambas direcciones, y esto requiere memorizar **saberes “ya hechos”, e incorporarlos a su cuerpo de conocimiento personal** para innovar, tanto en la esfera más amplia de lo social, como dentro del ámbito educativo específico donde se encuentran.

Muy criticado ya ha sido el aprendizaje memorístico; de hecho se le ha contrapuesto con el aprendizaje significativo, al cual deberían dirigirse todos los esfuerzos dentro de la educación. Sin embargo, como se verá en éste y en el siguiente apartado, es imprescindible profundizar en el conocimiento sobre la **importancia de memorizar los saberes “ya hechos”**. El papel del aprendizaje memorístico en el proceso educativo (-como se verá en la siguiente sección 4.2.3-) no puede reducirse y ser comprendido como la mera repetición proposicional sin sentido de conceptos y definiciones establecidos y ajenos al contexto cultural del estudiante. La imitación *-aprender haciendo-* tiene **importancia central dentro de lo que Polanyi ha llamado el “acto integrativo”** – ver sección anterior- mediante el cual los estudiantes adquieren nuevas

habilidades (conocimiento tácito) y competencias necesarias dentro de la dinámica de creación de nuevo conocimiento:

**"...Aprender mediante el ejemplo es...** seguir al maestro porque se confía en su manera de hacer las cosas aún cuando no se pueda analizar y explicar con detalle su efectividad. Mediante observar al maestro y emulando sus esfuerzos en la presencia de su ejemplo, el aprendiz inconscientemente obtiene las reglas del arte, incluyendo aquellas que no son explícitas ni siquiera para el maestro... estas reglas ocultas pueden asimilarse por una persona, mediante la imitación **no crítica de otra..."** (Polanyi, 1962, p. 53).

Autores como Polanyi, Kuhn o Villoro advierten cómo la posibilidad de innovar en el terreno de la ciencia viene dada por el conocimiento profundo y variado de un objeto, del cual (a través de la práctica) se van discriminando matices hasta poder apreciar situaciones inesperadas y novedosas:

**"...sólo la experiencia repetida, el ejercicio constante, otorga el "olfato", la "sagacidad"... La ciencia requiere... de certezas especiales...que sólo se adquieren mediante un adiestramiento práctico..."** (Villoro, 1982, p. 237).

El aprendizaje por imitación, de acuerdo con Kuhn (1982), hace pensar que el investigador no es un innovador, sino un solucionador de acertijos o enigmas que él cree que pueden plantearse y resolverse dentro de la teoría científica que prevalece en su momento. Sin embargo, y ésta es la clave según Kuhn, el efecto final de este trabajo dentro de la tradición científica establecida es que:

**"... en el intento constante por dilucidar la tradición vigente termina por producir cambios en la teoría fundamental, en la problemática y en las normas científicas, a todo lo cual me he referido ya como revoluciones científicas..."** (Kuhn, 1982, p. 257).

Igualmente por analogía podemos pensar que memorizar e imitar –aprender haciendo- sin cuestionar aquello que se enseña, en un principio, puede resultar útil y productor de novedades entre los alumnos de ciencias. Estas novedades deben entenderse en los otros sentidos que señalé con anterioridad: como nuevo conocimiento dentro de la tradición científica misma (que transforma el conocimiento básico explícito previamente establecido), y como nuevo conocimiento con valor de mercado, que al tener una clara aplicación industrial puede patentarse y trascender hacia el ámbito industrial de la comunidad del estudiante.



Por eso es que como argumenté en el primer capítulo, hace falta construir un concepto de educación científica realmente *integral*, que no condene *a priori* a la educación científica propedéutica por propiciar el aprendizaje imitativo y memorístico, pues éste puede resultar necesario para desarrollar competencias para el proceder científico. Un concepto integral de educación científica además de la memoria abarca la acción, y además de los conceptos abarca las actitudes y procedimientos.

Es interesante también, pensar cómo en función de lo significativo o motivante que resulte, así como de la relevancia cultural que tenga, o bien del tipo de interacciones colaborativas que propicie, el conocimiento generado dentro del contexto educativo (entendido, como se vio en la sección precedente, como un contexto de aplicación) podría transferirse o aplicarse a otras situaciones análogas o distintas a las originales (Díaz, 2006).

Esta posibilidad nos aproxima a otra de las maneras de entender la innovación dentro del espacio educativo de la ciencia: la innovación en términos de su valor comercial o de su trascendencia al ámbito industrial, educativo, o social más amplio.

Actualmente el concepto de innovación se ha abordado, desde una perspectiva empresarial, como la posibilidad de que un desarrollo tecnológico se coloque exitosamente en el mercado (Olivé, 2007a). Esto requiere la capitalización del conocimiento que poseen los diferentes agentes sociales, tales como las instituciones de educación (sobre todo de educación superior), las empresas, los centros de investigación y desarrollo, el gobierno, las instituciones financieras, etc. Este requerimiento cambia la dimensión a que se hace referencia cuando se habla de innovación en el sentido de mejoras a los procesos y organización de la producción y los productos derivados de la actividad económica de una región. La innovación en este otro contexto (empresarial, económico) en los procesos y productos comerciales es el medio que permite a una empresa seguir en el mercado y diferenciarse de sus competidoras.

Aunque este contexto resulta, en principio, bastante lejano del ámbito educativo sobre el que he venido argumentando, considero que en el momento

en que el espacio escolar se transforma en un lugar de resolución de problemas generados *in situ* dentro de una comunidad cultural, casi automáticamente se transforma también en un lugar donde se estimula y propicia entre los estudiantes la capacidad de construir soluciones singulares y novedosas en estos otros términos: en los de la innovación socioeducativa entendida en un sentido mucho más amplio y con un impacto que involucra y demanda necesariamente la articulación de otras instituciones sociales, tanto a nivel local, como regional o nacional, además de los sistemas escolares.

En este otro sentido más amplio, como señala Olivé (2007a), el concepto de innovación puede entenderse como:

**"... El resultado de una compleja red donde interactúan diversos agentes, desde centros de investigación y universidades, empresas, agentes gubernamentales y estatales, hasta diferentes sectores sociales, donde cada uno de ellos puede aportar una parte, pero donde el resultado no es el mero agregado de sus contribuciones, sino las consecuencias de sus interacciones. La innovación, desde este punto de vista, tiene que ver con la generación de nuevo conocimiento y su aprovechamiento social..." (Olivé, 2007 a. p. 134).**

La innovación socioeducativa en este otro sentido, entendida como la capacidad de generar conocimientos y resultados que transformen la sociedad y su entorno de acuerdo con valores y fines acordados entre los diversos sectores de dicha sociedad, puede gestarse desde la educación científica si las soluciones configuradas *in situ* por los estudiantes pueden ser trasladadas, utilizadas y aprovechadas dentro de otros ámbitos externos o ramas de la actividad económica o cultural de su región.

Para que los estudiantes se formen en la capacidad de innovar desde el ámbito escolar y logren trascender los límites establecidos en la definición o resolución de un problema con los conocimientos científicos ya existentes, es fundamental integrar a la investigación sobre educación científica intercultural, el debate sobre la estructura de la experiencia cognitiva de Polanyi, así como el proceso SECI de Nonaka, pues éstos adquieren una gran relevancia en cuanto a que ponen de manifiesto el papel clave que juega el conjunto de saberes tácitos que se halla presente en las prácticas de cualquier comunidad cultural. Esto es aún más importante en el caso de los saberes que provienen de

tradiciones indígenas milenarias que, no obstante su potencialidad para la innovación (en sentido amplio), han sido objeto de marginación y descrédito.

Como señala Olivé (2007), muchos grupos sociales y culturales, entre ellos notablemente los pueblos indígenas, están excluidos hasta ahora de la posibilidad de participar en los sistemas de innovación adecuados a sus formas de vida y a su entorno, y tampoco tienen las condiciones para desarrollar ellos mismos tales sistemas de innovación y aprovecharlos socialmente para satisfacer sus demandas.

Tal situación parece dejar de lado los resultados aportados por estudios tales como los de Bala (2006) y Huang (2005) acerca de las contribuciones no-occidentales en la ciencia; estos autores describen al proceso de innovación cognitiva como un producto fuertemente estimulado mediante el intercambio cultural. A estas aportaciones se suman, por otro lado, estudios como los de Villoro (1982), Polanyi (1962; 1966) y Nonaka y Takeuchi (1999; 2000), quienes se han encargado de destacar el papel central del conocimiento tácito o **"personal"** en la generación de nuevos conocimientos. Es tal la importancia del conocimiento tácito en las discusiones actuales sobre la cognición, que el estudio de Nonaka y Takeuchi (sobre cómo las compañías actuales japonesas crean la dinámica de la innovación), se refiere al conocimiento explícito sólo como **"la punta del *iceberg*"** dentro de los procesos de conocimiento (Nonaka y Takeuchi 1999, p. 7).

Para estos autores el conocimiento que da origen a la innovación es principalmente tácito, sin embargo, éste es poco valorado en el ámbito escolar en el sentido de que es muy personal y no es fácil de codificar a través del lenguaje formal, por lo que resulta difícil transmitirlo y compartirlo con otros, si no es mediante la práctica y la interacción concreta. En la capacidad de poder expresar en razones válidas para una comunidad epistémica en qué consistió el acierto de una intervención práctica por parte de un grupo de estudiantes, en otras palabras, en explicitar en qué se sostiene su solución, el conocimiento tácito, personal, puede convertirse en conocimiento explícito, y esto a su vez conduce al establecimiento de nuevos saberes interpersonales, ya que:

"...por más personal que sea el conocimiento, puede ser el fundamento de saberes justificados intersubjetivamente..." (Villoro, 1982, p. 241).

Las características del conocimiento tácito señaladas en párrafos anteriores, lo convierten de acuerdo a Nonaka y Takeuchi, en el elemento más importante del proceso de desarrollo de las capacidades de innovación.

El desarrollo de las capacidades de innovación consistiría, en parte, en aprender a convertir el conocimiento tácito en codificado y en favorecer la explicitación de los procesos intuitivos y creativos de los individuos (Saviotti, 1998). La innovación socioeducativa, en este caso, no queda circunscrita a su concepción mercantilista, sino que se orienta mucho más a la resolución de problemas sociales, dentro de un marco de fines, valores y medios que son aceptables dentro de un contexto cultural determinado.

En el modelo dialógico intercultural de educación científica se reconoce que la innovación socioeducativa, en sentido amplio, requiere del diálogo y la interacción cultural, pues la solución de un problema muchas veces depende más de la sabiduría personal de un individuo y su grupo cultural, que de la ciencia y la tecnología.

En suma, en el modelo dialógico intercultural de educación científica, los estudiantes de ciencias son potencialmente innovadores porque: a) pueden construir nuevo conocimiento mediante un proceso de combinación *in situ* del conocimiento personal que les transmite su comunidad tradicional y de las opciones explícitas derivadas de la ciencia y la tecnología, cuando así resulta pertinente, b) si esa combinación singular satisface los estándares de una comunidad científica establecida, entonces son potencialmente innovadores dentro de la tradición científica misma, y c) si además esta combinación tiene valor comercial y es útil y aprovechable para las actividades económicas de la región (satisfaga o no los criterios de una comunidad científica establecida), entonces ese nuevo conocimiento da lugar a innovaciones que se pueden colocar dentro de los mercados de patentes y ser aprovechadas socialmente. Aunado a ello, el carácter socioeducativo de las innovaciones generadas en las experiencias educativas dialógicas interculturales se distinguen por su reflexividad, pues son al mismo tiempo los canales de retroalimentación entre los profesores, los estudiantes y la comunidad cultural en que se encuentran.

Mediante el modelo dialógico intercultural de educación científica no se pretende eliminar o sustituir la enseñanza-aprendizaje de conocimientos disciplinares, sino reflexionar en el sentido contextual de estos conocimientos para lograr aprendizajes pertinentes que cobren significado en la vida real de los estudiantes. Tampoco se busca incluir sólo conocimientos directa y automáticamente relacionados con la vida práctica y con una función inmediata y justificada únicamente con criterios de utilidad, eficacia o eficiencia, sino contribuir a desarrollar habilidades, actitudes y competencias relacionadas con el *proceder científico*, que como planteé en el capítulo anterior incluyen al menos, la *phronesis* o racionalidad prudencial, la contrainducción y el diálogo crítico.

En el escenario de la ciencia contemporánea como el que Gibbons describe, en donde es cada vez más común la producción del saber menos impulsada por la curiosidad y más motivada por propósitos definidos en torno a problemas específicos, es evidente que la educación científica tiene que poner mayor énfasis en promover el aprendizaje de ciertos conocimientos científicos que, en principio, pueden resultar descontextualizados, pero que mediante el desarrollo de competencias necesarias para fomentar entre los estudiantes la capacidad de innovar y crear nuevos conocimientos, pueden ir adquiriendo sentido y relevancia dentro del contexto cultural en que viven los alumnos. La tendencia se dirige más hacia el alejamiento de la búsqueda y transmisión acrítica de principios científicos universales, para avanzar hacia la creación de conocimientos derivada de la demanda situada por generar resultados contextualizados y novedosos<sup>12</sup>. En la siguiente sección trataré de abordar cómo es que para lograr una educación científica integral, es necesario que la enseñanza de conocimientos “ya hechos” (*saber qué*) se acompañe de su otro componente inseparable, el *saber cómo*, pues las habilidades y acciones dentro del terreno práctico son, como muestra el esquema de

---

<sup>12</sup> En este sentido resulta interesante la propuesta de R. Kozma (2008), quien advierte que se necesita una reforma educativa que traslape tres enfoques: 1) adquisición de conocimientos; 2) profundización de conocimientos; 3) creación de conocimientos. El primero hace referencia a la tarea de memorizar hechos y resolver problemas simples, que sólo requieren una respuesta; la profundización implica aplicar conocimiento para la solución de problemas complejos en el mundo real, sean laborales o cotidianos; la creación de saberes implica el involucramiento de los estudiantes en redes de colaboración y comunidades de aprendizaje para intercambiar el conocimiento que ya poseen y generar nuevo saber.

cognición desarrollado por Polanyi, parte fundamental de todos los procesos de conocimiento.

#### **4.2.3. Las innovaciones socioeducativas como resultados exitosos del desarrollo de competencias para el "proceder científico"**

El éxito de una experiencia educativa dialógica intercultural se puede medir en función de las innovaciones socioeducativas generadas, las cuales son producto del desarrollo de ciertas capacidades para el "proceder científico".

Dado que, de acuerdo a los resultados de las pruebas PISA 2006<sup>13</sup> (enfocadas primordialmente en evaluar el desempeño en ciencias de los alumnos de 15 años), la formación de estas capacidades ha sido desatendida por la educación científica tradicional, es preciso construir experiencias educativas que no se reduzcan a la enseñanza-aprendizaje proposicional (el *saber qué*), sino que enfatizan el adiestramiento práctico (el *saber cómo*).

Según los informes de las pruebas PISA 2006 (OCDE, 2007c), destacó el hecho de que mientras algunos países de la OCDE como Finlandia, Canadá, Japón, Australia y Corea se ubicaron como los de mejor desempeño, México se colocó entre los de más bajo rendimiento.

El 50% de estudiantes mexicanos tuvo dificultades principalmente en el uso de la información científica, en el análisis de datos y experimentos y en la interpretación de conclusiones científicas, ubicando su desempeño escolar en los niveles más bajos<sup>14</sup> (OCDE, 2007c).

Este hallazgo es importante porque puso de relieve que los estudiantes que aprenden sólo para memorizar y reproducir *sin sentido* conocimientos

---

<sup>13</sup> El nombre PISA corresponde con las siglas del *Programme for International Student Assessment*. Se trata de un proyecto de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), cuyo objetivo es evaluar la formación de los alumnos cuando llegan al final de la etapa de enseñanza obligatoria, hacia los 15 años de edad, para medir hasta qué punto se encuentran preparados para afrontar los retos que les planteará su vida futura. La principal finalidad de PISA es ofrecer información abundante y detallada que permita a los países miembros de la OCDE adoptar las decisiones y políticas públicas necesarias para mejorar los niveles educativos. La evaluación cubre las áreas de lectura, matemáticas y competencia científica. El énfasis de la evaluación está puesto en el dominio de los procesos, el entendimiento de los conceptos y la habilidad de actuar o funcionar en varias situaciones dentro de cada dominio (OCDE, 2006; 2007a).

<sup>14</sup> En: "PISA 2006: Aptitudes para las ciencias para el mundo del mañana. Nota informativa para México". Consultada en: <http://www.oecd.org/dataoecd/58/54/39730555.pdf> (febrero de 2008)

científicos no siempre están capacitados en las competencias<sup>15</sup> necesarias para enfrentar situaciones de la vida real.

A diferencia de otros exámenes que se han utilizado en el pasado, según la OCDE (2007a), la prueba PISA 2006 estuvo diseñada para conocer las competencias de los estudiantes para analizar y resolver problemas, para manejar información y para enfrentar situaciones que se les presentarán en la vida adulta<sup>16</sup>.

No es objetivo de este apartado analizar críticamente el diseño y la función de las pruebas PISA, pero sí quisiera insistir en la idea de que si bien es fundamental considerar que la adquisición de conocimientos específicos es importante en cualquier aprendizaje escolar, la aplicación de esos conocimientos en la vida adulta depende rigurosamente del desarrollo de competencias más amplias, que no siempre han estado consideradas en los modos tradicionales de enseñar ciencias en México.

Para que el espacio educativo de la ciencia como diálogo intercultural funcione realmente como una fuente de generación de conocimiento e

---

<sup>15</sup> De acuerdo con Beneitone et al (2007), una enunciación amplia del concepto de competencia puede definirla como "las capacidades que todo ser humano necesita para resolver, de manera eficaz y autónoma, las situaciones de la vida". Las competencias se fundamentan en un saber profundo, no sólo **saber qué** y **saber cómo**, sino **saber ser** persona en un mundo complejo cambiante y competitivo. Una competencia plantea la formación integral abarcadora de conocimientos (capacidad cognoscitiva), habilidades (capacidad sensorio-motriz), destrezas, actitudes y valores. En otras palabras: saber, saber hacer en la vida y para la vida, saber ser, saber emprender, sin dejar de lado saber vivir en comunidad y saber trabajar en equipo. Al debilitar las fronteras entre el conocimiento escolar y extraescolar, se reconoce el valor de múltiples fuentes de conocimiento, como la experiencia personal, los aprendizajes previos en los diferentes ámbitos de la vida de cada persona, la imaginación, el arte, la creatividad. En este sentido, la competencia no se puede reducir al simple desempeño laboral, tampoco a la sola apropiación de conocimientos para saber hacer, sino que abarca todo un conjunto de capacidades, que se desarrollan a través de procesos que conducen a la persona responsable a ser competente para realizar múltiples acciones (sociales, cognitivas, culturales, afectivas, laborales, productivas) por las cuales proyecta y evidencia su capacidad de resolver un problema dado, dentro de un contexto específico y cambiante.

Las competencias pueden estar divididas en competencias relacionadas con un área de conocimiento (específicas de un campo de estudio) y genéricas (comunes para diferentes cursos). Representan, pues, una combinación de atributos con respecto a: 1) conocer y comprender (conocimiento teórico de un campo académico); 2) saber cómo actuar (la aplicación práctica y operativa con base en conocimientos); y 3) saber cómo ser (valores como parte integrante de la forma de percibir a los otros y vivir en un contexto). Este nuevo enfoque, además de no centrarse exclusivamente en los contenidos teóricos de un área del conocimiento, tiene una ventaja adicional que consiste en determinar las metas a lograrse en la formación **de un profesional, es decir, "el qué" y dejar en libertad el "cómo"**.

<sup>16</sup> Dentro de las pruebas del PISA, de acuerdo con OCDE (2006), una competencia científica hace referencia a los conocimientos científicos de un individuo y al uso de ese conocimiento para identificar problemas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre cuestiones relacionadas con la ciencia. Asimismo, comporta la comprensión de los rasgos característicos de la ciencia, entendida como un método del conocimiento y la investigación humanas, la percepción del modo en que la ciencia y la tecnología conforman nuestro entorno material, intelectual y cultural, y la disposición a implicarse en asuntos relacionados con la ciencia y con las ideas de la ciencia como un ciudadano reflexivo.

innovación, creo que es preciso atender a algunos de los señalamientos derivados de PISA sobre qué es lo que está fallando cuando los resultados son tan bajos, como en el caso mexicano.

Según la OCDE (2006, 2007a; 2007b), en aquellos países donde el desempeño resultó desfavorable no suele prestarse atención a las competencias que deben desarrollarse en el aula para su uso general en la vida adulta, como son la solución de problemas o la aplicación de ideas y conocimientos a las situaciones reales. Siguiendo a la OCDE (2006), tener conocimientos específicos en ciencia, tales como los nombres y características de las plantas y los animales, tiene menor valor que comprender temas más amplios, como el consumo de energía, la biodiversidad y la salud humana, estos últimos, objeto de debate en la comunidad adulta. Es por ello que la evaluación de competencias no se dirige, entonces, a explorar que ciertos datos o conocimientos específicos hayan sido adquiridos, sino a identificar la existencia de ciertas capacidades, habilidades y actitudes que, en conjunto, permiten a la persona resolver problemas y situaciones de la vida cotidiana.

La observación que realiza PISA es importante de considerar porque evidencia la importancia del componente práctico y corporal que, siguiendo el esquema de autores como Kuhn, Polanyi o Villoro, es fundamental en todo proceso cognitivo. Tanto el *saber qué*, como el *saber cómo* son dos aspectos inseparables del conocimiento. La interacción indisoluble entre ambos permite la realización exitosa de un cierto número de tareas.

El *saber qué* es una forma de saber proposicional, que puede ser verdadera o falsa, mientras que el *saber cómo* se refiere a una actividad que no puede ser ni verdadera ni falsa, sino a un *saber hacer* una actividad específica con un mayor o menor grado de destreza (Villoro, 1982).

Memoria y habilidad para algo son inseparables porque:

**"...Quien sabe realizar cierta actividad también tiene generalmente algún saber proposicional acerca de ella, sabe que esa actividad tiene tales o cuales características..." (Villoro, 1982, p. 127).**

El *saber cómo* puede implicar un cierto *saber qué*, pero no lo contrario, pues como señala Villoro, uno puede saber muchas cosas sobre el manejo de un



automóvil y no saber manejar, o bien uno puede saberlo todo sobre la natación y no saber nadar.

Como se mencionó en las secciones anteriores, en la ciencia es fundamental la transmisión de conocimiento no explícito, y ésta tiene lugar a través del adiestramiento práctico (*aprender haciendo*). Esta es una de las razones por las cuales las espirales de enseñanza-aprendizaje de la ciencia, detalladas en el capítulo anterior, inician y terminan con las acciones.

Uno podría memorizar **conocimientos declarativos, "ya hechos"**, pero esto no tendrá mucho sentido hasta que son incorporados a la práctica, transformándola gradualmente, para hacerla cada vez más exitosa. Esta es la distinción entre lo que Denyer, Furnémont, Poulain y Vanloubbeeck (2007) llaman **"conocimientos vivos" y "conocimientos muertos"**; a los primeros se les sigue utilizando y enriqueciendo a lo largo de toda la vida, llevándolos a otros contextos análogos o diferentes a los originales. La adquisición de conocimientos básicos en la ciencia es primordial porque sirve de plataforma para resolver problemas y situaciones complejas mediante la movilización de recursos ya incorporados, pero los resultados de PISA nos advierten que no basta con memorizar, porque no se puede pensar a la ciencia, ni a ninguna forma de conocimiento, como actividades desinteresadas y ajenas a fines prácticos.

Lo que motiva a conocer es la necesidad de alcanzar fines concretos que varían en cada caso; y serán las exigencias de la acción demandada la que **impondrá las dosis de "saber qué" y de "saber cómo", de conocimiento tácito y explícito que tendrá que ser movilizado**<sup>17</sup>.

En este sentido, insistiré en la posición de que saber ciencia es saber hacer uso de los saberes y procedimientos científicos; más concretamente

---

<sup>17</sup> Para Quintanilla (2005, p. 240) existen diferentes clases de conocimiento. Desde el punto de vista del **contenido del conocimiento**, éste puede ser representacional (proposicional) u operacional o práctico. El conocimiento representacional (saber qué) consiste en la representación y explicación de las propiedades y regularidades de entidades y procesos. El conocimiento operacional (saber cómo) se refiere a propiedades y reglas características de acciones u operaciones de transformación de cosas o procesos. Por otra parte, desde el punto de vista de la **forma del conocimiento**, éste puede ser explícito o tácito. El primero, a diferencia del segundo, se puede formular mediante un conjunto de enunciados.

Siguiendo a este autor, la mayor parte del conocimiento científico, tanto básico como aplicado, es conocimiento representacional explícito; mientras que el conocimiento técnico es fundamentalmente conocimiento operacional tácito.

Lo anterior incide en las relaciones que guardan la educación científica con la educación tecnológica, ambas no pueden ser separadas de forma tajante, porque sus interrelaciones varían en cuestión de grados.

saber qué hacer y cuándo ante una situación nueva y problemática; transformarse en agentes críticos que deciden con base en razones razonables qué prácticas sociales de la comunidad cultural en la que viven desean transformar y cómo el conocimiento científico puede resultar útil para dichos fines.

Para PISA (OCDE, 2006), las competencias en el área de las ciencias implican no solamente tener cierta información científica y la habilidad para **manejarla, sino comprender también la llamada “naturaleza del conocimiento científico”, así como los poderes y las limitaciones que dicho conocimiento** tiene en la conformación de nuestro entorno material, intelectual y cultural. Una formación científica completa debería asimismo fomentar en los estudiantes la convicción de que la ciencia puede modificar profundamente a la sociedad y a los individuos. Adicionalmente, la evaluación de PISA valora la disposición del joven a involucrarse activamente como un ciudadano consciente de los asuntos relacionados con la ciencia, y dispuesto a reflexionar en las consecuencias del desarrollo científico sobre el medio ambiente.

En síntesis, PISA valora el grado en que se ejercita a los alumnos en enfrentarse a fenómenos de la vida real, aplicar y transferir significativamente el conocimiento, manejar situaciones sociales y contribuir con su comunidad, y reflexionar acerca de valores y cuestiones éticas. En conjunto se trata de la medida en que se logra vincular el pensamiento con la acción (Díaz-Barriga, 2006):

**“...El conocimiento *descontextualizado* pierde, a ojos del alumno, toda significación y, por ello, toda legitimidad y pertinencia. Queda condenado a ser un conocimiento estéril, inexplorado, olvidado... muerto. Para dar sentido a los conocimientos hay que ubicarlos en un contexto, no artificialmente, sino en el marco de una problemática motivadora, en relación directa con la realidad y en el curso de la cual corresponde al propio alumno construir los útiles necesarios para la resolución del problema al que se enfrenta...” (Denyer, Furnémont, Poulain y Vanloubbeeck, 2007, p. 74, cursivas de los autores).**

En consecuencia, además del llamado de atención que hace PISA sobre la necesidad de poner mayor énfasis en el desarrollo de competencias, otro aspecto que cabe recalcar, es la importancia que en estas evaluaciones internacionales tiene la consideración de ***las situaciones o contextos***

**específicos.** Para la OCDE (2007b), éstos representan los ámbitos a los que se aplican los conocimientos científicos; según este organismo, en la actualidad éstos cubren las áreas de la ciencia en la vida y la salud humana, en el medio ambiente y en la tecnología.

De la misma manera que en el modelo dialógico intercultural de educación científica, (igualmente que en los planteamientos de autores como Nonaka y **Gibbons**), **“el contexto”** es de nueva cuenta ese lugar donde las prueba PISA cobran sentido. No obstante, de acuerdo con Díaz-Barriga (2003), la enseñanza en México con frecuencia no transcurre en contextos significativos, no se enfrentan problemas ni situaciones reales, ni se promueve la reflexión en la acción, ni se enseñan estrategias extrapolables a otras situaciones análogas.

**El “contexto” en PISA tiene dos acepciones principales: por un lado hace referencia a tomar en cuenta en las evaluaciones las circunstancias familiares de los estudiantes incluidas sus condiciones económicas, sociales y culturales; por otro lado, el contexto también se refiere al grado de compromiso con la ciencia de un individuo frente a una diversidad de situaciones comunes de la vida real (es decir, en qué grado se abordan situaciones específicas con un carácter científico que orienta la elección de los métodos y soluciones) (OCDE, 2006, 2007b).**

El establecimiento de una relación contextual entre el conocimiento disciplinar a ser enseñado con una serie de tareas relevantes desde el punto de vista de las necesidades sociales, y pertinentes desde el punto de vista de las necesidades de los alumnos, significa crear experiencias de aprendizaje que propicien que los estudiantes de ciencias movilicen, de forma integral, los múltiples recursos cognitivos que se consideran indispensables para realizar satisfactoriamente las actividades demandadas por el entorno.

Para que la educación científica satisfaga esta demanda por un mayor énfasis en el desarrollo de habilidades y actitudes quedan preguntas aún abiertas: ¿cuáles son algunas de las capacidades que se necesitan desarrollar entre los estudiantes? ¿en qué medida el modelo que propongo en esta tesis

fomenta en los estudiantes las competencias **asociadas al "proceder científico"**?  
¿cómo definir las competencias científicas y tecnológicas?

En el capítulo anterior propuse que el modelo dialógico intercultural de educación científica supone que el proceso educativo opera mediante cinco fases: a) exploración de la pluralidad, b) diálogo, c) evaluación racional, d) toma de decisiones, e) acciones. Estas cinco fases constituyen lo que llamé espirales de enseñanza-aprendizaje de la ciencia.

Paralelamente, a cada fase se asocia la posibilidad de ejercitar y desarrollar, en un mayor o menor grado, algunas de las habilidades y actitudes **ligadas al llamado "proceder científico"**. Así por ejemplo, durante la fase de exploración se enfatiza en el desarrollo de una actitud de apertura y respeto hacia otras visiones del mundo que preparan al alumno para el diálogo y la transformación, se desarrolla la capacidad de identificar y analizar situaciones complejas; durante la fase de diálogo crítico, se fomenta el trabajo en equipo, la planificación de soluciones, la capacidad de escuchar a los otros y de someter los propios prejuicios a la crítica, fomentando un proceder contrainductivo que casi siempre da cabida a la innovación. Por su parte, en la fase de evaluación racional se propicia la habilidad para argumentar con base en razones, el alumno se ejercita en llevar aquello que resulta universal en apariencia hacia un contexto particular y concreto, y se desarrolla el proceder prudencial, en virtud del cual se aprenden a utilizar los medios adecuados para lograr determinados fines planteados por el entorno real. Finalmente, en la fase de toma de decisiones, se entrena al alumno en el ejercicio de evaluar en conjunto: la relevancia de los problemas, lo apropiado de los métodos para resolverlos y la satisfacción de los deseos e intereses de quienes están decidiendo, dejándole ver que las respuestas más racionales a los problemas obtienen su posibilidad en las acciones dentro del contexto y no en la autoridad de un saber memorizado sin sentido.

Como se aprecia, mediante las espirales de enseñanza-aprendizaje de la ciencia se pretende ejercitar al alumno para enfrentar situaciones diversas a lo largo de la vida. No obstante, hace falta aún profundizar en la caracterización de lo que son las competencias científicas y tecnológicas.

Ya que generalmente el conocimiento científico se enseña descontextualizado de los problemas individuales y sociales, es una condición esencial, tanto para el desarrollo de competencias como para incrementar la eficacia del funcionamiento escolar, el hacer referencia a los contextos específicos en los que el conocimiento puede ser aplicable.

La aceptación de que el conocimiento parte y es producto de la actividad, el contexto y la cultura<sup>18</sup>, hace necesario revisar de manera general cómo es que el modelo dialógico intercultural de educación científica transforma el sentido de lo que se entiende por "transferencia de saberes".

#### **4.2.4. La "transferencia de saberes" como un vínculo que transforma los significados de la función social de la educación científica**

En el movimiento conceptual de llevar la educación científica pensada en abstracto a pensarla *en concreto* como supone el modelo dialógico intercultural de educación científica, la práctica educativa debe constituirse como una fuente creativa de transformación de las identidades y acciones que dan sentido a los individuos y grupos sociales. El proceso de diálogo, a través de la interacción que supone, es el que permite esta transformación gradual de quién se es, de cómo se vive y de cómo se decide hacer frente a los problemas que el entorno plantea.

Consecuentemente, al estar estrechamente ligado a los problemas de la comunidad en la que viven los alumnos, el espacio educativo promueve la generación y la recreación de conocimientos *in situ*. Lo anterior lleva a la necesidad de reflexionar sobre los tipos de interrelación que guarda la educación científica con la sociedad; es decir, cómo es que un modelo educativo intercultural reconfigura la noción de la transferencia de saberes<sup>19</sup> que conecta a la educación con la sociedad.

---

<sup>18</sup> Okere, Njoku y Devisch (2005, p. 1) enfatizan que "...todo conocimiento es, antes que nada, conocimiento local..."; así argumentan en torno a que la ciencia, tiene un origen local, contingente e históricamente situado.

<sup>19</sup> Cuando se habla de transferencia, casi siempre se habla de transferencia de tecnologías. Para Gopalakrishnan y Santero (2004) la transferencia de tecnologías implica el flujo de nuevas herramientas, metodologías, productos y procesos que pueden ser usados para transformar el ambiente. La transferencia de conocimientos es en cambio, un proceso más amplio, menos tangible y más tácito, que abarca el aprendizaje de nuevas maneras de resolver los problemas y de nuevas visiones para enfrentar los desafíos del entorno. Para estos autores, transferir conocimientos implica una serie de interacciones sociales de

Desde el enfoque de una educación científica como diálogo intercultural, la transferencia de saberes ya no puede pensarse como un proceso lineal **consistente en la difusión de soluciones "universales" basadas en conocimientos** –también universales- hacia una realidad concreta a la cual, forzosamente, tendrían que adecuarse estos saberes. Esto es de particular importancia para aquellas comunidades como las indígenas mexicanas, que aparentemente se han encontrado al margen de los avances científico-tecnológicos.

Los esfuerzos de alfabetización científica en estas zonas, con frecuencia han tenido la finalidad de transferir conocimientos descontextualizados a una realidad que es culturalmente distinta, y en la que difícilmente adquirirán el mismo sentido que poseen en otros contextos. Por lo anterior, considero que si lo que se quiere es hacer llegar la ciencia a estas comunidades, entonces, se tiene que estar dispuesto al diálogo intercultural como medio para la recreación de los conocimientos científicos existentes.

Es fundamental discutir si la transferencia de saberes debería reducirse a los resultados de la investigación científica formal, o si debería más bien contemplarse desde el proceso educativo de la ciencia en su nivel más básico.

Dentro del modelo educativo que propongo, la enseñanza-aprendizaje de saberes **"ya hechos" (saber qué) se acompaña del desarrollo de habilidades** (saber cómo) para que estos luego sean aplicados a la solución de problemas determinados, por lo que la educación científica intercultural es ella misma un proceso para solucionar *in situ* los problemas reales en los que cobra sentido tal o cual representación científica del mundo. No se educa para *luego* transferir, sino que *al mismo tiempo* que se educa se está creando y transfiriendo el conocimiento que resulta relevante para las exigencias del contexto; se educa mientras se transfiere y no se educa para posteriormente transferir. Dentro de este juego de ideas igualmente se puede decir que no se

---

aprendizaje "...del por qué las cosas operan como lo hacen..." (p. 59), mientras que transferir tecnologías se refiere más bien a las cuestiones operativas del "...cómo es que las cosas trabajan..." (p.59). Debido a que las tecnologías tienen una componente de habilidades y conocimiento (son como la ciencias, sistemas de acciones intencionales) y no son solamente artefactos o técnicas, en este apartado uso el término más **amplio de "transferencia de conocimientos"** para no excluir la posibilidad de que, desde el aula escolar, sea posible el diseño y la implementación comunitaria de una cierta tecnología desarrollada colectivamente entre los agentes del proceso educativo para hacer frente a una situación real del entorno.

diseña una cierta tecnología o se construye cierto conocimiento en el aula deseando que después sirva para algo, sino que se procura, desde el principio, que cumpla una función singular en su contexto; función que posteriormente puede variar y cambiar de significado. La transferencia entonces, se refiere al establecimiento de una relación estrecha entre la generación de saber y su aplicación contextual; es una propiedad intrínseca de la educación.

En este aspecto el modelo educativo dialógico intercultural se parece a la descripción del Modo 2 de producción del conocimiento de Gibbons, en el que la visión de una transferencia lineal escuela-sociedad se está viendo sustituida por una noción más interactiva entre alumnos-profesores-comunidad cultural, que responde a las demandas de pertinencia social fundamentales en los enfoques socioculturales de la educación, como se verá en la siguiente sección.

Considero importante distinguir al menos dos niveles en los que tiene lugar la transferencia de conocimientos. A gran escala, esta noción ha sido utilizada para la transmisión de conocimiento desde las universidades hacia la industria. Precisamente la separación entre las instituciones científicas, tecnológicas y educativas con el resto de la sociedad creó el lenguaje de transferencia de saberes, ya que inicialmente se consideró que la tarea a realizar consistía en trasladar el conocimiento a través de las fronteras institucionales. En el escenario de la ciencia contemporánea, Gibbons defiende la idea de que la cuestión ya no es tanto la aplicación del conocimiento existente en las instituciones de investigación y de educación superior, sino que el conocimiento mismo se genera ahora en una multiplicidad de contextos de aplicación. La producción de conocimiento ya se ve configurada, desde el principio, por las necesidades e intereses.

Si bien es cierto que la transferencia de saberes abordada a gran escala implica, entre otras cosas, la construcción de parques de ciencia y tecnología, la vinculación y cooperación estrecha de universidades con empresas, y con instancias del sector público para la elaboración de acciones estratégicas dentro de los planes regionales y nacionales de desarrollo, también considero que la transferencia de conocimientos puede ocurrir en otro nivel y comenzar a tener lugar desde el aula escolar, esto es, en pequeña escala. Así, en el

proceso educativo de la ciencia como espacio para el diálogo intercultural se debería potenciar tanto el proceso de creación de nuevos conocimientos como el de su transferencia.

Con la transferencia hacia el entorno social más amplio, se lograría transformar las identidades y las prácticas, reafirmando la función social del educar: se educa para alcanzar fines específicos en un contexto de aplicación inmediato, que estimula la generación de conocimiento propio, así como la apropiación de conocimiento externo, por parte de comunidades específicas, que pudieran aprovecharlo para la resolución de sus problemas.

La apropiación de conocimientos para responder a las exigencias del entorno, si se entiende por ella el resultado del proceso de transferencia, depende del grado en que se logren explicitar y compartir los conocimientos tácitos transmitidos por la tradición (Saviotti, 1998). Responder de manera creativa e innovadora significa estar dispuesto a abrirse a otros horizontes culturales para transformar el propio y aceptar la pluralidad para enriquecerse de ella. Ejemplifiquemos parte de lo dicho hasta aquí.

#### ***4.2.5. Una experiencia de educación científica intercultural debe dar cuenta de la pluralidad cultural de las identidades y las prácticas: Ejemplos para las comunidades indígenas mexicanas***

Haciendo uso de información relativa a comunidades indígenas mexicanas, en este apartado intentaré mostrar por qué es importante profundizar en la comprensión del papel que juega el contexto cultural, es decir, las identidades y las prácticas que dan sentido a la vida en comunidad de un conjunto de individuos, para lograr constituir con éxito, una experiencia de educación científica que sea dialógica intercultural.

Mediante ejemplos, también mostraré que los límites de aplicación del modelo educativo propuesto no están dados tanto por el nivel de educación y los contenidos de ciencia a ser abordados, porque la propuesta que vengo realizando es más bien un ejercicio de reflexión transversal a toda la práctica de la enseñanza de la ciencia. Es decir, que si bien el modelo propuesto no está orientado a especificar el qué enseñar en la clase de ciencias, sí ofrece



una serie de lineamientos y consideraciones generales que atraviesan toda la práctica educativa, señalando pistas de hacia dónde podría dirigirse la educación científica en una población rica en tradiciones indígenas.

Los aspectos contextuales ligados a las tradiciones y a las culturas no solamente enriquecen el abanico de perspectivas, estilos de pensamiento, modos de comportamiento y conocimientos que pueden resultar relevantes para enfrentar una situación dada, sino que permiten comprender en parte, el por qué cuando estos aspectos son subestimados -o incluso no son considerados- en el ámbito educativo impiden que la ciencia y la tecnología transformen las identidades y las prácticas colectivas. Ante la falta de condiciones de posibilidad para la incorporación de la ciencia y la tecnología en la vida de los miembros de las distintas comunidades, éstos pudieran llegar, incluso, a rechazar sus beneficios (reales o potenciales) por encontrarlos carentes de sentido en su vida cotidiana y por percibirlos fuera de lugar, es decir, **“fuera de contexto”**.

Cada experiencia educativa, al estar ligada estrechamente al contexto cultural, plantea situaciones problemáticas variadas cuya solución requerirá de **una mayor o menor “dosis” de ciencia**. Esta gradación o reconocimiento de que la ciencia no tiene el monopolio de respuestas a todos los problemas o modos de comprender el mundo, permite un espacio de significado, movilización y utilización de los saberes tradicionales, los que en mayor o menor articulación con los conocimientos científicos constituyen formas de conocimiento legítimas para alcanzar determinados fines.

En este sentido, el modelo dialógico intercultural de educación científica es congruente con los enfoques pedagógicos socioculturales, tales como el de **la “enseñanza situada, experiencial y reflexiva” defendida por autores como Díaz-Barriga (2003; 2006), Hernández (2006),** entre otros. Dichos enfoques funcionan como el marco pedagógico que respaldan las consideraciones derivadas de pensar a la educación de la ciencia como un espacio que da cabida al diálogo intercultural.

Los enfoques pedagógicos socioculturales, como señala Díaz-Barriga, encuentran sus orígenes en las primeras décadas del siglo XX, en relación

directa con los movimientos de la educación progresista y deweyniana. Para J. Dewey, la escuela es ante todo una institución social en la que puede desarrollarse la vida comunitaria que constituye el soporte de la educación. Es en esta vida comunitaria donde el niño o el joven experimentan las fuerzas formativas que lo conducen a participar efectivamente en la tradición cultural que le es propia, a la par que permite el desarrollo pleno de sus propias facultades:

**"... La filosofía de una enseñanza de corte experiencial descansa en la premisa de que si se consigue que la experiencia escolarizada se relacione más con la experiencia significativa de los estudiantes y resulte menos artificial, los estudiantes se desarrollarán más y llegarán a ser mejores ciudadanos..."** (Díaz-Barriga, 2006, p. 3).

La enseñanza situada parte también de la premisa de que el conocimiento es situado y deriva del contexto cultural en que se desarrolla y utiliza, por lo que tanto las actividades como el contexto son centrales para lograr un aprendizaje significativo<sup>20</sup>.

De acuerdo con Díaz-Barriga (2003; 2006), la enseñanza situada y experiencial cuestiona la forma en que se enseñan aprendizajes declarativos abstractos y descontextualizados, conocimientos inertes, poco útiles y escasamente motivantes, centrados en la disciplina y no en la persona que aprende, con relevancia social y personal limitada y donde el conocimiento se trata como si fuera neutral, ajeno, autosuficiente e independiente de las situaciones de la vida real o de las prácticas sociales de la cultura a la que se pertenece. Según la autora, esta forma de enseñar se traduce en aprendizajes poco significativos, es decir, carentes de significado, sentido y aplicabilidad, y en la incapacidad de los alumnos por transferir y generalizar lo que aprenden.

En contraste, suponer que la educación es situada centra al proceso de enseñanza-aprendizaje en prácticas educativas auténticas, significativas, propositivas y coherentes con las prácticas relevantes de la cultura a la que pertenecen los estudiantes. De esta manera, una enseñanza situada posibilita que el educando logre una mayor comprensión de los contenidos curriculares

---

<sup>20</sup> Este último entendido como un proceso en el cual los estudiantes trascienden la sola repetición memorística de conceptos inconexos y construyen significado de lo aprendido para integrarse gradualmente a una comunidad dinámica de prácticas sociales en constante transformación.

al vincularlos explícitamente con sus saberes personales, e implica que éste se sienta mayormente motivado con relación a lo que aprende al estar en condiciones de hacer un uso funcional del conocimiento adquirido, pues éste no se da al margen de las acciones pertinentes para las comunidades donde se genera y utiliza. Al estar situado, generarse y recrearse en determinada situación, el conocimiento a través de una enseñanza de este tipo podrá aplicarse o transferirse a otras situaciones análogas o distintas a las originales, en función de lo motivante y significativo que resulte, de la relevancia cultural que tenga o del tipo de interacciones colaborativas que propicie (Díaz-Barriga, 2006).

Siguiendo a esta autora, la enseñanza situada es una formación que se desarrolla a través de la práctica reflexiva y el aprendizaje experiencial, donde **el énfasis se sitúa en “aprender haciendo” y en la reflexión sobre la acción** misma:

**“...Los estudiantes aprenden mediante la práctica de hacer o ejecutar aquello en lo que buscan convertirse en expertos...” (Schön, 1992, citado en Díaz-Barriga, 2006, p. 8).**

Aprender y hacer son acciones inseparables, afirma Díaz-Barriga. El aprendizaje del alumno no se dan tan sólo porque el profesor le transmite una serie de saberes teóricos, ni tampoco porque le proporciona instrucciones de cómo hacer las cosas. Es necesario que el estudiante enfrente problemas auténticos en escenarios reales, y que entable con el profesor que lo guía un diálogo caracterizado por tres aspectos: a) tener lugar en el contexto de los intentos del estudiante por intervenir en una situación real y concreta; b) utilizar lo mismo acciones que palabras, c) depender de una reflexión en la acción recíproca (Díaz-Barriga, 2006, p. 9).

La enseñanza situada conduce a una reflexión continua sobre la práctica o la experiencia en condiciones reales, una actividad constructiva en torno a la problemática que representa dicha experiencia y una actuación orientada a trascender dicha experiencia mediante su reconstrucción y el enfrentamiento de nuevas situaciones.

Otra característica de la perspectiva de la cognición situada es que es parte de un conjunto más amplio de enfoques pedagógicos que se han **calificado de "socioculturales", y en los que se considera que** todo proceso cognitivo es social, ocurre dentro de contextos y prácticas determinadas y además está distribuido entre los distintos practicantes que participan de dichas prácticas (Okere, Njoku y Devisch, 2005).

Dentro de los enfoques socioculturales se cambia el foco de la cognición individual al escenario sociocultural y a las actividades que los sujetos realizan dentro de este escenario, de modo que hay una relación mutuamente co-constitutiva entre agentes-actividades-contexto. Se asume que los alumnos se acercan al conocimiento como aprendices activos y participativos, que construyen significados y generan sentido sobre lo que aprenden; esta construcción no se da de manera aislada, sino en virtud de la mediación de otros, y en un momento y contexto cultural particulares, con la orientación hacia metas definidas. Al ser social, el alumno reconstruye saberes culturales para participar en prácticas que le permiten socializarse (Díaz-Barriga, 2006).

El sujeto que aprende es así, un individuo que actúa en situaciones concretas, que decide sobre alternativas en contextos singulares según sus valores, intereses, fines. Aprender no es un proceso de transmisión-recepción, sino de construcción mediada de significados. En este sentido, el aprendizaje se entiende como una continua y creciente participación de los estudiantes en determinados escenarios, prácticas y comunidades culturales, a las que gradualmente se van integrando los alumnos (Hernández, 2006).

En suma, Díaz-Barriga (2006, p. 17-18) resume cinco de los principales planteamientos de la concepción sociocultural:

1. El conocimiento no está al margen del contexto y de las interacciones en que se construye, por lo que el aprendizaje es un proceso dialógico producto de tales interacciones.
2. La construcción de significados es posible en la medida en que participamos en comunidades de discurso y de práctica que influyen en nuestros conocimientos, creencias y valores (estas comunidades funcionan como depósitos y transportadores de significado, y sirven para legitimar la acción).

3. El conocimiento y la actividad cognitiva se encuentran distribuidos en la cultura; en las acciones de las personas y los grupos.
4. Esto implica la adopción de un enfoque de cognición distribuida, el cual afirma que la cognición se distribuye entre los individuos, se construye socialmente para lograr objetivos comunes en una cultura y surge de la actividad compartida.
5. La enseñanza-aprendizaje se sitúa en un contexto determinado e implica cambios en las formas de comprensión, integración y participación de los sujetos en una actividad conjunta.

Las prácticas educativas **auténticas** en las que se centra la enseñanza situada se contraponen a aquellas otras que algunos autores han catalogado como **sucedáneas**, artificiales o carentes de significado.

En las prácticas sucedáneas, siguiendo a Díaz Barriga, se manifiesta una ruptura entre el saber qué y el saber cómo, el conocimiento se trata, entonces, como si fuera neutral, ajeno e independiente de las situaciones de la vida real o de las prácticas sociales de la cultura a que se pertenece. Estas prácticas no propician el aprendizaje significativo porque carecen de sentido para el que aprende, no lo conducen ni a la aplicación ni a la transferencia de lo aprendido en contextos de práctica relevante, ya sea de la vida real o académicos. Por su parte, las prácticas educativas auténticas implican el entendimiento del conocimiento de la cultura a la que se pertenece, mediante la interacción con miembros más experimentados.

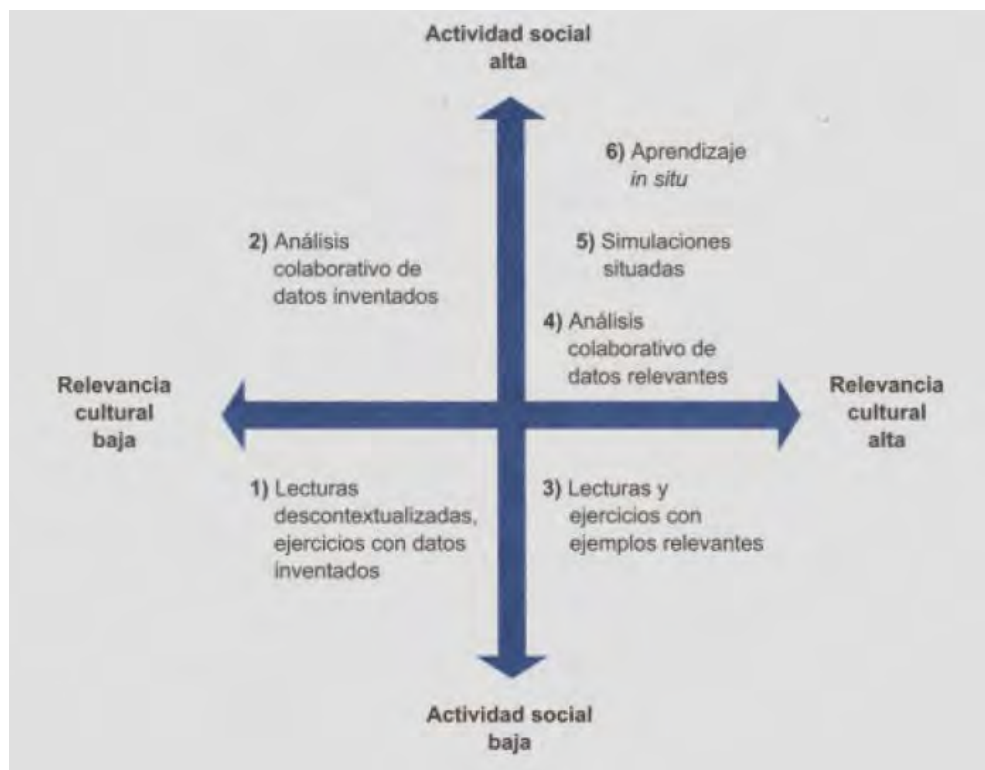
A su vez, la autenticidad de una práctica educativa puede determinarse por el grado de **relevancia cultural** de las actividades en que participa el estudiante, así como mediante el tipo y nivel de **actividad social** que éstas promueven<sup>21</sup>.

Como se puede ver en la Figura 3, el grado de relevancia cultural y de actividad social será más bajo en la medida en que los estudiantes realicen actividades individuales y descontextualizadas, tales como, resolución de

---

<sup>21</sup> En su estudio, Díaz-Barriga (2003, 2006) propone procedimientos para que en la enseñanza situada logre estas dos dimensiones como sigue: a) Relevancia cultural, empleando ejemplos, ilustraciones, analogías, discusiones y demostraciones que sean relevantes a las culturas a las que pertenecen o esperan pertenecer los estudiantes; b) Actividad social: mediante una participación tutorada en un contexto social y colaborativo de solución de problemas, con ayuda de mediadores como la discusión en clase, el debate y el juego de roles.

ejercicios rutinarios con datos e información inventada; por su parte, será más alto en tanto realicen actividades auténticas<sup>22</sup>, en escenarios reales (comunitarios, laborales, institucionales) que permiten al alumno enfrentarse a fenómenos de la vida real, aplicar y transferir significativamente el conocimiento, manejar situaciones sociales y contribuir con su comunidad, por mencionar algunas de sus ventajas.



**Figura 3.** Grado de relevancia cultural y de actividad social de algunas de las actividades en que puede participar un estudiante dentro de un proceso de enseñanza situada. Son preferibles aquellas actividades que satisfacen un más alto grado de estos criterios. Tomado de: Díaz-Barriga, 2006, p. 26.

<sup>22</sup> Las actividades ilustradas en la Figura 3 corresponden a las siguientes descripciones (tomadas de un estudio más amplio sobre la enseñanza de la estadística entre alumnos de la carrera de psicología, citado en Díaz-Barriga, 2006, p. 26-27): 1) Instrucción descontextualizada: aquella centrada en el profesor, quien transmite reglas, fórmulas; ejemplos sin relevancia cultural, ejercicios rutinarios. 2) Análisis colaborativo de datos inventados: se realizan ejercicios donde se aplican fórmulas sobre datos hipotéticos, ajenos a los intereses de los alumnos y sin relación a su ámbito profesional. 3) Instrucción basada en lecturas con ejemplos relevantes: lecturas con contenidos relevantes y significativos que los estudiantes pueden relacionar personalmente con los conceptos y procedimientos estadísticos más importantes. 4) Análisis colaborativo de datos relevantes: análisis de situaciones-problema de la vida real cercanas a sus intereses y que inducen la discusión crítica. 5) Simulaciones situadas: participación colaborativa en la resolución de **problemas simulados o casos tomados de la vida real**. 6) Aprendizaje *"in situ"*: se pretende desarrollar habilidades y conocimientos propios de la profesión, así como la participación en la solución de problemas sociales o de la comunidad de pertenencia; destaca la funcionalidad de lo aprendido y el aprendizaje en escenarios reales.

Como estrategias de enseñanza dentro de la perspectiva situada y experiencial, Díaz-Barriga profundiza en su estudio en las siguientes: 1. Conducción de la enseñanza mediante proyectos situados, 2. Aprendizaje centrado en la solución de problemas y en el análisis de casos, 3. Prácticas situadas o aprendizaje *in situ* en escenarios reales, 4. Aprendizaje basado en el servicio a la comunidad. En su estudio, esta autora proporciona ejemplos de algunos programas de enseñanza-aprendizaje que hacen uso de estas estrategias.

Considero que, debido a que el modelo dialógico intercultural de educación científica es congruente con el enfoque pedagógico sociocultural de la enseñanza situada, muchas de las estrategias pedagógicas desarrolladas por Díaz-Barriga podrían funcionar como métodos dentro del aula para hacer llegar la ciencia a los diferentes contextos culturales y educativos de nuestro país, con sensibilidad hacia nuestra pluriculturalidad.

Lo anterior es posible porque la educación científica como diálogo intercultural busca la construcción de conocimiento en contextos reales que permitan desarrollar las competencias **reflexivas y críticas del “proceder científico”, así como también la participación en las prácticas sociales de la comunidad de pertenencia.** Pero para lograr cambios en las personas que aprenden y en su entorno, la aproximación educativa ***debe considerar las características culturales del ambiente para establecer un vínculo entre el aula y la comunidad.***

De acuerdo con las evaluaciones de PISA 2006, la educación científica deber guardar una profunda relación estrecha con, al menos, tres áreas de la vida real, a partir de las cuales se pueden construir experiencias de enseñanza-aprendizaje orientadas a la resolución de desafíos similares a los que los alumnos tendrán que enfrentar en su vida diaria. Estas áreas son la salud humana, el medio ambiente y la tecnología. Con la serie de ejemplos que a continuación desarrollaré trataré de abarcar las tres áreas anteriores para mostrar los escenarios variables en donde la educación científica se puede concretizar.

Los distintos escenarios a que cada ejemplo hace referencia reflejan cómo, en primera instancia, es el contexto cultural el que marca la pauta con respecto a cómo se pueden incorporar los saberes de la ciencia para transformar algunas de las prácticas sociales a las que, en última instancia, se integrarán los estudiantes mediante los procesos de enseñanza-aprendizaje. Hay escenarios en donde los contenidos tradicionales de la ciencia no cobran mayor sentido si no se hace un esfuerzo porque estos adquieran significado como parte de la cultura y, en cambio, hay situaciones en donde, como resultan indispensables para resolver demandas del entorno, el entramado cultural al que se incorporarán permite con mayor facilidad que la ciencia cobre relevancia de manera más inmediata. A esta variabilidad es a la que apunto **cuando utilizo la palabra "dosis de ciencia"**, con la que señalo cómo en función de los fines y deseos que se buscan alcanzar mediante cada experiencia educativa, los resultados derivados de la ciencia estarán más o menos en- o fuera de contexto, pues con base en ello la práctica educativa tomará uno u otro camino.

A continuación presento una clasificación de tres posibles escenarios variables con relación al papel que puede jugar la ciencia dentro de ellos; estos escenarios ilustran cómo las exigencias del contexto acotan los esfuerzos educativos que se tienen que emprender (las estrategias de diálogo, de enseñanza-aprendizaje, entre otros) para lograr incorporar la ciencia a las distintas comunidades culturales, con pleno respeto de sus identidades y actividades socio-culturales:

- A. Situaciones donde los conocimientos científicos, en principio, no tendrían mucho sentido y estarían "fuera de contexto". Este conjunto de situaciones demandan un esfuerzo profundo de diálogo intercultural en el que, al comprender los horizontes culturales de que se parte, se pueden distinguir los puntos específicos en donde la ciencia podría cobrar algún sentido o



relevancia dentro de la comunidad cultural a la que pertenecen los estudiantes<sup>23</sup>.

- B. Situaciones donde la ciencia adquiere pleno significado cuando es articulada junto con el saber tradicional, para resolver problemas concretos, mejorando las condiciones de vida de los miembros de una comunidad. En este tipo de situaciones hay puntos específicos que posibilitan y propician la articulación de saberes para resolver problemas, sobre bases claras y espacios no subordinados. La ciencia puede potenciar soluciones efectivas y transformar ciertas prácticas de la comunidad, respetando y otorgando un lugar legítimo a los saberes y prácticas tradicionales.
- C. Situaciones donde los saberes tradicionales claramente no bastan para dar respuesta a un cierto propósito planteado por la comunidad, lo que facilita su incorporación de manera más inmediata a las prácticas de una comunidad. En estos casos la dosis de ciencia requerida como parte de una solución construida mediante la educación es mucho mayor, porque ésta encuentra fácilmente su nicho dentro de la comunidad. Este tipo de situaciones abordan, básicamente, debates públicos sobre temas de ciencia y tecnología de actualidad, frente a los cuales muchas comunidades culturales ya no se pueden quedar al margen de involucrarse, puesto que como se verá en el último de los ejemplos que desarrollo, la ciencia y la tecnología afectan directamente algunas de sus prácticas sociales.

Los ejemplos que a continuación se presentarán se pueden acomodar dentro de una u otra de las situaciones A-C, y muestran que los saberes de la ciencia no siempre tienen una contraparte en los saberes tradicionales, ni son necesariamente opuestos o siempre excluyentes, pues como se verá en algunos casos, son incluso complementarios. Puede haber muchas formas de

---

<sup>23</sup> El diálogo intercultural en este tipo de situaciones permitiría evitar situaciones tales como, por ejemplo, tratar de resolver el problema del hambre en algunas culturas hindúes a través de hacer llegar a las comunidades carne de res enlatada, aunque ésta tenga un alto contenido proteico, pues como solución está fuera de toda consideración cultural.

relación entre ellos, y tales formas variarán espacio-temporalmente a través del ejercicio de diálogo intercultural.

En todas las situaciones en donde se busca educar científicamente a una población, el papel que juega la ciencia en la comunidad no se puede definir *a priori*, sin un ejercicio dialógico de por medio, sin la comprensión de los horizontes culturales de que se parte. La función social de la educación científica adquiere sentido en la medida en que se delinear las situaciones problemáticas concretas que a una determinada comunidad cultural le interesa resolver mediante el proceso de educación científica de sus miembros.

En los casos A-C, el diálogo intercultural es el medio para lograr una comprensión de la ciencia en la cultura, y también para reconocer los límites del conocimiento científico mismo, contra todo cientificismo como ideología, pues es parte del educar en ciencias aprender a usar el conocimiento científico críticamente, como medio para orientar las acciones con acierto.

El ejemplo particular con el que inicio es relativo a la salud humana, porque en este tema se conjuntan también las tres nociones que, como expliqué en el capítulo tercero, para autores como Winch resultan delimitadoras o fundamentales de la vida humana (como son el tema mismo de la vida, la muerte y la sexualidad) y a partir de las cuales se puede establecer un punto de partida para el diálogo intercultural. De la sensibilidad cultural que se tenga para el diseño de estrategias educativas concretas que contemplen la importancia de proveer información desde distintas perspectivas culturales, dependerá el éxito del modelo de educación científica que propongo.

#### **4.2.5.1. La relación salud-enfermedad en el contexto indígena tzotzil y tzeltal**

En todas las comunidades humanas el proceso de salud-enfermedad es una realidad concreta presente en el ciclo de vida de los individuos, por lo que cada pueblo ha desarrollado conocimientos que se han transmitido de generación en generación para preservar la vida y permitir la reproducción y la continuidad de la propia cultura.

Este desarrollo cognitivo ha ido conformando diferentes sistemas médicos, algunos de ellos tradicionales, que casi siempre tienen como base la apropiación y uso de los recursos naturales del entorno.

En el programa para el "Fortalecimiento y desarrollo de la medicina tradicional mexicana y su relación intercultural con la medicina institucional" propuesto en 2003 por la Secretaría de Salud en México, se caracteriza a la medicina tradicional como:

"...aquella que tiene sus raíces en los conocimientos profundos (sobre la salud y la enfermedad) que los distintos grupos indígenas y mestizos de nuestro país han acumulado a **través del tiempo...** Se sustenta en: **1. Una comprensión del universo como totalidad interconectada;** 2. un entendimiento del cuerpo humano, que incluye a la mente y el espíritu, conectado estrechamente a ese universo; 3. una concepción de la salud y enfermedad como estados de equilibrio y desequilibrio entre distintos factores entre los que sobresalen los elementos fríos y calientes, así como del comportamiento individual y de las relaciones sociales, ambientales y espirituales; 4. una concepción y clasificación (nosología) de las diferentes patologías, coherente con toda la cosmovisión y concepción de la salud y enfermedad; 5. un conjunto amplio de procedimientos preventivos enfocado a la exclusión y control de los factores desequilibradores; 6. una serie de estrategias para diagnosticar las enfermedades y los desequilibrios, y; 6. un conjunto de procedimientos terapéuticos que incluyen la herbolaria, el uso de productos animales y minerales; diferentes tipos de masajes, punciones y aplicación de calor y humedad..." (Secretaría de Salud, 2003).

La importancia que tienen estas prácticas y conocimientos tradicionales en muchas comunidades indígenas mexicanas es que se trata del acervo de recursos con los que cuentan las comunidades para atender la enfermedad y restablecer la salud entre sus miembros. El problema es que quizá, para muchas de estas comunidades, la medicina tradicional es utilizada como la primera, y en muchas ocasiones, **como la única opción para atender la enfermedad.**

Ante esta situación, desde el ámbito de la educación, en particular, desde la educación científica (como manifiestan los documentos del PISA) se ha querido preparar al alumno para el cuidado de su salud, para la comprensión científica del proceso de la enfermedad y para la valoración personal, social y cultural del conocimiento científico.

Sin embargo, el enfoque predominante en este esfuerzo ha sido el de **presentar a la medicina tradicional como un conocimiento "...basado**

exclusivamente en la experiencia y la observación, y transmitido verbalmente o por escrito de una generación a otra...” (Zuluaga, 2006, p. 1) y carente por ello de legitimidad (Page, 2002). En contraste, se presenta a la medicina moderna (alópata u occidental) como aquella que ha establecido sus pilares fundamentales con base en los resultados del pensamiento científico occidental, que le ha permitido constituir un modelo biomédico ampliamente extendido en el mundo entero.

De acuerdo con Zuluaga (2006), el modelo biomédico imperante se caracteriza por hacer uso de avances científico-tecnológicos como las recientes técnicas de diagnóstico a partir del análisis físico, bioquímico y funcional del cuerpo humano, además de las cada vez más sofisticadas técnicas de imágenes: rayos X, ultrasonido, tomografía axial computarizada, resonancia magnética nuclear, por mencionar algunos ejemplos. Este modelo también se caracteriza por ser organicista, curativo y especializado:

**“...Organicista, por cuanto el centro de interés gira en torno al cuerpo humano y a la representación de la enfermedad en los órganos y sistemas corporales... curativo, por cuanto la intención reside en el diagnóstico de las enfermedades y siempre la búsqueda de su curación o su control... especializado, por cuanto la atención del enfermo se dirige a una visión estructuralista del cuerpo humano y surge un especialista para cada órgano, sistema o grupo de enfermedades...”** (Zuluaga, 2006, p.1).

Debido a las diversas formas tradicionales de organización social, o por los distintos estilos de vida y conducta que caracterizan a las distintas comunidades, muchas poblaciones indígenas no siempre encuentran en los conocimientos científicos respuestas rápidas y soluciones adecuadas culturalmente a sus principales problemas de salud. En este sentido, en México, la Secretaría de Salud (2003) ha reconocido que el modelo biomédico, generalmente subestima los elementos psicológicos, sociales y culturales de las enfermedades y que las principales causas de morbilidad y mortalidad en México, no tienen respuesta exclusiva en la llamada medicina alópata.

Para que las ventajas que pudiera ofrecer el modelo biomédico puedan ser aprovechadas por comunidades indígenas como las mexicanas, es necesario mejorar el impacto tanto clínico como educativo en torno al mismo. Sin embargo, esta tarea no será posible si no se comprende primero que cada

cultura, dentro de su proceso de desarrollo histórico, ha identificado formas de responder a los problemas fundamentales. Con respecto a la enfermedad se han creado conocimientos que dependen de la cosmovisión, la historia social y económica de cada cultura. Es por ello que, como afirma Zuluaga (2006, p. 5) **las respuestas para enfrentar la enfermedad “...no necesariamente son idénticas ni válidas para todas las culturas...”**.

Es para contribuir a resolver esta problemática que propongo reconceptualizar la educación científica como un espacio para el diálogo intercultural. A través de la enseñanza-aprendizaje de la ciencias vista como diálogo entre culturas se crean las condiciones para que las diversas prácticas culturales que dan sentido y organizan los procesos sociales, puedan reconfigurarse mediante los conocimientos científicos, como una de las opciones potenciales, más no la única, para resolver sus problemas.

Mediante las espirales de enseñanza-aprendizaje sobre la ciencia, los estudiantes puedan llegar a comprender que tanto sus sistemas médico tradicionales como los sistemas médicos científicos son *opciones*, ambas igualmente legítimas, para la resolución de sus problemas de salud. Como mostraré en el ejemplo a continuación, nada garantiza *a priori* que la mejor elección para enfrentar una situación particular sea una aproximación científica o una aproximación arraigada a la tradición de la comunidad de pertenencia. El carácter racional de una elección está en función de un contexto específico con determinados valores. De aquí la importancia de explorar ese contexto que orienta las decisiones y en el que cobra sentido el proceso educativo de la ciencia. Veamos un ejemplo relativo a la relación salud-enfermedad en las comunidades tzotziles y tzeltales.

Los tzotziles y tzeltales<sup>24</sup> son dos grupos indígenas que forman parte de la antigua cultura maya, y que en la actualidad siguen conservando sus costumbres y tradiciones, las que dan sustento a su cultura e identidad. Estos grupos habitan la zona denominada Altos de Chiapas en México, una zona mayoritariamente indígena y de difícil acceso por su ubicación geográfica. Para

---

<sup>24</sup> Una interesante introducción a las visiones tzotziles y tzeltales del mundo se puede consultar en Obregón (2003) y en Gómez (2004), respectivamente.

resolver sus problemas de salud, los tzotziles y tzeltales recurren a sus conocimientos tradicionales (López-Hernández y Teodoro-Méndez, 2006).

Una característica básica de la medicina tradicional tzotzil y tzeltal es su fuerte y necesaria vinculación con lo cultural, tanto individual como social, por lo que el proceso educativo de la ciencia en estas comunidades cuando esté **orientado al tema de la salud humana debe partir de reconocer que "...existen enfermedades que un médico alópata no es capaz de curar ni entender, ya que sus causas no son de índole natural..."** (Enríquez, et al, 2006).

Aún así, estas enfermedades son padecimientos que están muy arraigados en la población, considerándose como enfermedades de origen cultural. Entre las enfermedades de origen cultural<sup>25</sup> de esta población se encuentran las siguientes (Enríquez, et al, 2006, p. 494):

1. Espanto, cuando un niño se cae o se asusta, perdiendo en ese lugar su alma;
2. Aire, dolor intercostal, afecciones respiratorias, retortijones;
3. Frialdad, cuando se enfría una parte del cuerpo, generando dolor y mal funcionamiento de órganos;
4. Aire en el brazo, dolor del brazo tanto muscular como del hueso;
5. Comezón, cuando dan muchas ganas de rascarse el cuerpo sin que exista una razón, no hay ronchas, resequedad ni ha picado ningún animal;
6. Aire en el corazón, se determina cuando existe dolor de corazón;
7. Coraje o niños que enferman por enojones;
8. Doble pelo, presentándose en bebés lactantes, que se ponen muy llorones, con **diarrea y en los que crece un "segundo pelo" haciendo que este se sienta más tieso y duro.**

A pesar del tiempo y de la nula aceptación por parte de la medicina alópata, las enfermedades culturales siguen siendo frecuentes en la zona, lo que hace que su cura sea base importante de su acervo cultural ya que sólo entre ellos podrán curarse.

¿Cómo es posible entender el significado de estas enfermedades en las que el saber de la ciencia no adquiere fácilmente sentido?

De acuerdo con López-Hernández y Teodoro-Méndez (2006), en la medicina tzotzil y tzeltal existe una conjunción de causas en el proceso salud-enfermedad. Las enfermedades<sup>26</sup> surgen porque: a) la persona desobedece

---

<sup>25</sup> Un estudio antropológico detallado de la medicina tradicional de los Altos de Chiapas puede consultarse en Page (2002).

<sup>26</sup> Siguiendo a López-Hernández y Teodoro-Méndez (2006, p.23), en el sistema médico tzotzil y tzeltal la salud es un estado de equilibrio interno entre el cuerpo, la mente y el espíritu, que depende del estado de armonía, externa con los demás seres humanos la naturaleza y el mundo en general; la enfermedad es la consecuencia de la ruptura de ese estado de equilibrio que es provocada tanto a nivel interno y externo por

alguna obligación social o rompe con las reglas impuestas por la sociedad en relación con su cosmovisión, dando lugar a sanciones que se expresan como enfermedades enviadas por sus santos o dioses; b) por envidias de otros individuos ó hechicería que son arrojadas al alma de una persona<sup>27</sup> por un *ak'chamel* (brujo).

En un interesante estudio de caso, Contreras (2003) aborda el significado de las enfermedades tzotziles y tzeltales de origen cultural y encuentra una estrecha relación entre conflictos sociales en una comunidad y su expresión en la forma de padecimientos localmente interpretados como *ilvajinel* (tzotzil) que afectan a miembros de las familias envidiadas. *Ilvajinel*<sup>28</sup> es un mal arrojado por envidia y se asocia a conflictos entre familias que poseen una mayor cantidad de tierra y que son envidiadas por otras que la poseen en menor medida.

La envidia es entendida en este estudio como un sentimiento derivado de la ambición por los bienes materiales que otra persona posee; este sentimiento, de acuerdo con la población local, en algunas ocasiones provoca problemas de salud y puede manifestarse en padecimientos lanzados mediante brujería practicada por los *ak'chameletik* (brujos). La envidia tiene, entonces, un significado local y específico cuyo sentido está, a su vez, trazado por otros significados y relaciones sociales entre tzotziles y tzeltales.

De la misma manera que hace Winch en el caso de los azande africanos, el cual abordé en el capítulo anterior, para poder entender cómo *ilvajinel* se relaciona con procesos sociales conflictivos en estas comunidades indígenas mexicanas, Contreras (2003) argumenta en torno a que muchas enfermedades<sup>29</sup> son construidas en una serie de redes semánticas elaboradas en el marco de una cultura dada:

---

diversos elementos entre los que se destacan los fríos y calientes, que pueden tener su origen en el cuerpo, la mente o el espíritu. En este sentido, la enfermedad es la consecuencia de la ruptura de un equilibrio con los dioses, la naturaleza, su comunidad, su familia y su propio organismo.

<sup>27</sup> Page (2002) describe con detalle el significado de la noción de "persona" y los niveles que la constituyen según la cosmovisión de las comunidades tzotziles. La persona no vive como un solo cuerpo; en este caso, está constituida por una multiplicidad de almas, cuerpos y animales que se afectan unos a los otros durante el sueño.

<sup>28</sup> Que se manifiesta en malestares como la falta de apetito, cansancio, ganas de dormir, diarrea, entre otros.

<sup>29</sup> Contreras (2003) distingue entre el concepto de enfermedad (*disease*), vista como un malfuncionamiento

“...El concepto de redes semánticas está basado en la premisa de que los padecimientos son socialmente contruidos mediante discursos locales. El discurso del enfermo acerca de sus síntomas incorpora significados socialmente aceptados en la enfermedad; al mismo tiempo, este discurso expresa la carga simbólica que pone de manifiesto el estado anímico del enfermo...” (Contreras, 2003, p. 400).

La propuesta es que para comprender la relación salud-enfermedad es necesario analizar cómo ésta se asocia a una realidad social construida de sistemas de normas, significados y de poder en la comunidad, así como en las relaciones entre familias, comunidades, instituciones y las redes sociales que se establecen entre ellos.

Los tzotziles, afirman Page (2002) y Contreras (2003), entienden la enfermedad como una resultante de procesos simultáneamente naturales, religiosos, económicos y sociales. De manera que algunos padecimientos son explicados como resultado de acciones mágico-religiosas efectuadas por individuos que envidian la acumulación de tierras que alguna persona ha realizado poco antes de enfermarse.

En los Altos de Chiapas, los indígenas conciben la tierra como un recurso finito, y la búsqueda de su control se expresa en tensiones sociales que afectan la salud de los individuos al interior de la comunidad. Así, en el contexto de las luchas por el acceso y control de la tierra, surge el sentimiento de envidia que puede motivar brujerías que localmente se perciben como favorecedoras de la aparición de padecimientos entre los individuos.

*Ilvajinel* es, entonces, una manifestación de los procesos sociales que tiene lugar en esas comunidades específicas.

Para que el individuo mantenga la salud, es necesario que su conducta social se ajuste a las reglas morales establecidas por la comunidad y que mantenga una relación armónica con otras personas de su sociedad. Derivado de esto, las prácticas terapéuticas tradicionales tienen como objetivo la recuperación de la estabilidad física y moral del paciente con los dioses, ancestros, la naturaleza, la comunidad, su familia. Lo anterior se logra a través

---

biológico del individuo, y por el otro, el padecimiento (*illness*) vista como la experiencia psicosocial y significado de la enfermedad. Para fines del ejemplo que estoy desarrollando, trato como sinónimos ambos términos, en el entendido de que una enfermedad tiene una componente natural (agente patógeno) y psicosocial (significación colectiva).



de la intermediación de los médicos tradicionales (*iloletik*); estos personajes se comunican con dioses, ancestros y lugares sagrados; es decir, son como intermediarios entre un mundo sobrenatural y el del hombre común (Page, 2002).

Como las enfermedades pueden estar relacionadas con prácticas de brujería que miembros de la misma comunidad pudieron arrojar sobre otros, se requiere la intervención de un *ilol*, que es la persona que tiene el conocimiento y, por tanto, la autoridad para determinar si el padecimiento es o no originado por brujería. El diagnóstico del mal se lleva a cabo mediante la pulsación de las muñecas de las manos acompañada por un interrogatorio que consiste en preguntas tanto del contenido de los sueños como de las relaciones personales entre el enfermo y familiares cercanos o con otros miembros de la comunidad<sup>30</sup>. Cuando el *ilol* detecta el origen del "daño" en el alma del paciente procede a la curación. Esta consiste en la realización de un rezo que corresponde al mal que encontró en la persona. El rezo hace explícito el origen del padecimiento e identifica a la persona causante del mal. Esta información es importante para que el *ilol* cure el *ilvajinel*. Diagnosticar *ilvajinel* significa enmarcar los procesos somáticos de los enfermos en la red de relaciones sociales conflictivas y las tensiones no resueltas entre familias de la comunidad (Contreras, 2003).

El *ilol* es una pieza clave en la resolución del problema social identificado. Su función es análoga a la de un médico occidental, sólo que a diferencia de éste último, tal vez el chamán, médico tradicional o *ilol* tenga una especialidad, en el orden social, ambiental o espiritual que, como señala

---

<sup>30</sup> Eroza (1996) describe tres métodos de diagnosis característicos de la medicina tradicional indígena. 1. El pulseo, que se basa en la interpretación del pulso (su intensidad, rapidez y localización corporal). La principal finalidad que se persigue es diagnosticar la enfermedad, descubrir su origen, determinar su gravedad o pronóstico y, por ende, establecer la terapia adecuada. En esta técnica está implícita la capacidad del curandero para "mantener comunicación con la sangre del individuo" y diagnosticar con base en las señales reveladas por el pulso. Este método se acompaña de un interrogatorio al enfermo y a sus familiares sobre aspectos relacionados con su vida social, que pudiesen arrojar información sobre las personas involucradas en algún conflicto que pudiera dar origen a la enfermedad. 2. Adivinación con granos de maíz, que es un método para conocer el estado del tiempo y averiguar el paradero de personas extraviadas. Finalmente, 3. el sueño adivinatorio, que para estas comunidades es la experiencia derivada del "desprendimiento del alma" mientras el individuo duerme, para vagar por diversas esferas de realidad; en este juego de significados culturales, los sueños presagian y descifran acontecimientos y constituyen una vía de comunicación entre el hombre y las divinidades.

Zuluaga (2006), difícilmente puede compararse con la especialidad de un médico cirujano cardiovascular, por ejemplo.

Son estas especificidades culturales del contexto tzotzil y tzeltal, las que explican que ciertas enfermedades de origen cultural, sólo puedan curarse mediante conocimientos médicos tradicionales, por lo que intentar resolver un *ilvajinel* con conocimientos científicos resulta en gran medida irracional y fuera de contexto.

De acuerdo con el estudio de Contreras (2003), *ilvajinel* se manifiesta en tres situaciones que involucran la envidia: en la primera, *ilvajinel* es una fuerza maligna lanzada por un *ilol* a otra persona que se está iniciando para ser médico local. El agresor siente envidia porque la otra persona es vista como un posible rival que puede recibir de dios un mayor poder para curar padecimientos. En la segunda situación, *ilvajinel* puede adquirirse de forma accidental. Cuando un *ak'chamel* envía a su nahual (serpiente, búho, perro o garza) para afectar a una persona, éste impregna su poder en los lugares por donde pasa, de esta forma cualquier persona puede entrar en contacto accidentalmente con la fuerza del nahual adquiriendo así una enfermedad. Finalmente, en la tercera circunstancia, *ilvajinel* se asocia con la brujería (*k'op*) lanzada por algún *ak'chamel*. En todas las acepciones existe la concepción de que la enfermedad llega al que enferma en forma de un animal enviado por el *ak'chamel* afectando el alma de la persona y, a través de ella, su estado físico.

La cura de *ilvajinel* por lo tanto, se realiza mediante la intervención que el *ilol* hace sobre el paciente.

Sobre lo que quiero insistir en este punto del análisis del estudio de caso que realizó Contreras (2003) es que, *en lugar de depender de los avances científico-tecnológicos, en estos casos la cura depende en gran parte del desarrollo y dirección que tome el conflicto social que ha generado la envidia*. En este sentido, el *ilol* puede reformular el conflicto modificando las relaciones sociales que la familia del afectado puede tener con quien supuestamente provocó el mal. Si a pesar de que el *ilol* ha realizado sus rezos y otros rituales el conflicto social persiste, seguramente alguna otra enfermedad afectará a la persona curada o a otro miembro de su familia.

La relación salud-enfermedad y las prácticas médicas entre tzotziles y tzeltales se encuentran entrelazadas de manera indisoluble con aspectos sociales, religiosos, económicos y mágicos, por lo que resulta imposible separar los procesos sociales de los somáticos. En este contexto, muchas enfermedades se interpretan como una consecuencia lógica de los procesos sociales conflictivos y su convergencia con sentimientos y factores económicos (Contreras, 2003). Por ello *ilvajinel* es un concepto local que surge del entramado social, y que no puede ser curado ni detectado mediante los diagnósticos que ofrece la medicina de base científica.

Considerando este entramado de significados que configuran la realidad social y cultural de una comunidad concreta, es claro que el punto final de la educación científica como diálogo intercultural no sería la reproducción de la teoría científica más desarrollada, sino la capacidad de reconocer que ***toda cultura tiene derecho a ver el mundo a su manera, pero no a reducirlo a su visión.***

Con esto quiero decir que, si bien muchas de las principales enfermedades entre comunidades indígenas son de tipo cultural y tanto su comprensión como su cura requieren de los conocimientos tácitos y explícitos que posee una figura como la del chamán o *ilol*, seguramente habrá otras enfermedades que no se pueden curar únicamente con los saberes de la tradición. Aunque la medicina indígena cumple un papel fundamental en la preservación de la salud para muchas generaciones, no se puede excluir la posibilidad que ésta también se favorezca del saber científico. Es aquí donde cobra una gran relevancia el diálogo intercultural como plataforma para poner sobre la mesa los problemas, necesidades, intereses y valores del contexto inmediato en que se encuentran los alumnos y para promover la exploración de la pluralidad que de manera horizontal se debería realizar de las diferentes visiones del mundo en torno a un tópico.

Lo que significa el concepto de la enfermedad dentro de una cultura está en función de su contexto, por lo que no hay una única definición válida de su contenido para todos los tiempos y todos los lugares. Parekh (2000) nos recuerda que la evaluación de una práctica que se considere minoritaria o

tradicional, es necesariamente contextual en el sentido que ha de hacerse en el contexto de una comunidad concreta cuyos valores conforman el marco de referencia.

Para ampliar la cobertura de atención y mejorar la salud comunitaria a través de la educación científica, ***es entonces necesario partir del reconocimiento de que las comunidades poseen sistemas propios de representaciones y prácticas alrededor de la enfermedad.*** El ejercicio de diálogo intercultural desde el ámbito escolar puede contribuir a establecer una auténtica y provechosa relación intercultural entre la medicina tradicional y la medicina biomédica.

Lo anterior daría como resultado que la enseñanza-aprendizaje de las ciencias no sea el reemplazo de una concepción del mundo por la otra (que generalmente corresponde con la ciencia y que se considera intrínsecamente superior que otras), para comenzar a pensarse como la activación contextual de los conocimientos (científicos o tradicionales), que de entre los múltiples posibles, ***son los más racionales frente a una situación dada.*** Las razones que un grupo social considera válidas para hacer una cierta elección, pueden no ser las mismas para otro grupo.

La elección racional no supone que, para todos los casos, los sistemas médicos científicos y tradicionales sean totalmente incompatibles y que existan barreras impenetrables entre ellos; la práctica médica en su conjunto –como la ciencia en general- se ha enriquecido a lo largo de la historia de sus distintas tradiciones (la medicina actual tradicional o científica ha resultado de la interacción y sincretismo de la medicina colonial, la africana, la prehispánica, la biomédica). Nuevamente cabe recalcar que los conocimientos como las identidades no son estáticos sino que se encuentran en permanente transformación.

El contexto más amplio en el que tiene lugar todo proceso educativo hace que el modelo de educación científica defendido en esta tesis adquiera formas variables en su aplicación concreta. El ejemplo para los tzotziles y tzeltales en el tema de salud humana, no se debe generalizar sobre todos los grupos indígenas del país, ya que cada uno de ellos tiene sus propios

conceptos y formas de entender el proceso de salud, enfermedad y muerte. En este aspecto el modelo propuesto no busca homologar o uniformizar planes de estudio, sino avanzar, en un marco de diversidad, en una misma dirección: la de fomentar relaciones interculturales simétricas desde el ámbito escolar, entendiendo que la ciencia es un proceso colaborativo e interdisciplinario de construcción social del conocimiento.

A continuación desarrollaré un segundo ejemplo con el fin de extender el dominio de aplicación de mi argumentación.

#### **4.2.5.2. El "suelo" en el contexto indígena de los mayas yucatecos**

Con este segundo ejemplo quisiera redondear la idea que he venido delineando sobre la necesidad de considerar a los conceptos y a las prácticas dentro del contexto cultural más amplio que les da sentido. Conceptos que tiene relación **con el quehacer científico como puede ser el de "enfermedad", no gozan de univocidad en su significado; de ellos -del mundo en general-, existen múltiples representaciones que pueden resultar legítimas en función de los valores en juego, tal como traté de ilustrar en el ejemplo anterior.**

En este segundo ejemplo abordaré cómo es que un término que **pareciera simple y unívoco como el de "suelo", común en los textos de biología, geografía, o ciencias naturales en general, guarda un complejo significado que rebasa el ámbito de la ciencia, aunque se encuentra estrechamente relacionado a ella.**

En la aproximación científica al estudio de los ecosistemas es bastante común dividir a los factores ecológicos que ejercen una acción sobre los sistemas vivos en dos categorías: factores abióticos y bióticos. Los factores abióticos abarcan a los distintos componentes que establecen el espacio físico en el cual habitan los seres vivos (bióticos); se incluyen el clima, el suelo, el **agua, la luz, la temperatura, la presión, etc. De entre ellos, el "suelo" es la superficie donde viven los seres vivos; es el lugar donde se apoyan y de donde obtienen protección y alimento (Alonso, 2003).**

Dentro del enfoque científico y de una manera generalizada se considera que los suelos constan de cuatro grandes componentes: materia mineral, materia orgánica, agua y aire (Alonso, 2003). Entre los constituyentes minerales de los suelos normalmente se encuentran fragmentos de roca y minerales de varias clases, entre las que destacan: grava, arena, limo y arcilla. La materia orgánica del suelo representa, a su vez, la acumulación de microorganismos, plantas y hongos destruidos, y residuos animales. Asimismo, la materia orgánica del suelo se divide en dos grandes grupos: tejidos originales y descompuestos. El *humus*, es considerado como el producto final de descomposición de la materia orgánica. En general, se admite que las propiedades químicas y físicas de los suelos son controladas, en gran parte, por la arcilla y el humus, las que actúan como centros de actividad a cuyo alrededor ocurren reacciones químicas elementales para el desarrollo de los seres vivos.

Actualmente existen diversas clasificaciones científicas de los suelos, de acuerdo con su estructura y composición. El *United States Department of Agriculture* (USDA) clasifica a los suelos en diez órdenes principales, entre los que destacan: entisol, vertisol, inceptisol, aridisol, mollisol, alfisol, spodosol, ultisol, oxisol e histosol. De todos éstos se considera que los alfisoles (suelos ricos en hierro y aluminio) y molisoles (suelos de pastizales) son los mejores suelos agrícolas.<sup>31</sup>

Son innumerables las aportaciones derivadas de la ciencia para el estudio y la comprensión de los suelos, como constituyentes fundamentales de las dinámicas ecosistémicas. Sin embargo, ***del entendimiento de los suelos no solamente se ha encargado la ciencia como tal.*** Muchas de las comunidades indígenas también han desarrollado un complejo entramado de prácticas y de conocimientos legítimos en torno a los suelos.

Los pueblos mayas<sup>32</sup>, que conforman el 90% de los habitantes de la Península de Yucatán en México, tienen una larga historia que se remonta a los últimos tres mil años, por lo que para autores como Barrera-Bassols y Toledo

---

<sup>31</sup> Se puede consultar en: <http://soils.usda.gov/technical/classification/taxonomy/>

<sup>32</sup> Una interesante introducción a los pueblos mayas se puede consultar en Ruz (2006).

(2005) y Toledo, Barrera-Bassols, García y Alarcón (2007), estos grupos sociales representan un ejemplo exitoso de cómo una serie de conocimientos tradicionales, en torno al uso y manejo del suelo y de los recursos naturales, ha permitido a estas comunidades preservar el medio ambiente y su cultura a través del tiempo y de los cambios impredecibles en el entorno.

La topografía plana de la Península de Yucatán, sin aguas superficiales en su porción norte y con abundancia de humedales en el centro y el sur, está cubierta por diferentes tipos de selvas tropicales y por suelos calizos, delgados y pedregosos, poco aptos para la producción agrícola. A ello deben agregarse las lluvias erráticas y la alta frecuencia de huracanes e incendios forestales (Toledo *et al*, 2007). Pese a lo anterior, es reconocida la gran capacidad de estas comunidades tradicionales para absorber los cambios imprevistos y continuar persistiendo. La alta resiliencia socio-ambiental que han mostrado tener los mayas se debe, según el grupo de investigación de Toledo (2005; 2007), a dos mecanismos desarrollados tradicionalmente entre los miembros de estas comunidades: el concepto sagrado de salud (o de equilibrio), aplicado en diversas escalas que van desde el propio cuerpo humano, la casa, el huerto, el suelo y el resto del mundo; y la estrategia de uso múltiple<sup>33</sup> que privilegia, desde el hogar, el aprovechamiento de la biodiversidad local, tanto para fines de subsistencia como para su intercambio económico.

Para comprender el manejo maya de los recursos naturales es **fundamental la comprensión del significado local y contextualizado del "suelo"** entre estas comunidades tradicionales.

**Entre los mayas yucatecos, el "suelo" se explica como resultado de una interrelación entre tres esferas analíticas: *kosmos* o el dominio que alude a una cosmovisión particular y geográfica e históricamente contextualizada, *corpus* o**

---

<sup>33</sup> Los mayas yucatecos han adoptado una estrategia de uso múltiple de los recursos naturales locales que tiene al menos seis componentes (milpa y otros sistemas agrícolas, huerto familiar, selvas secundarias, selvas maduras, selvas manejadas y cuerpos de agua), y su permanencia y reproducción se hace más o menos evidente en razón de la demografía, las limitantes ecológicas, los eventos impredecibles del medio y las fuerzas externas que influyen en el devenir económico, informativo y socio-cultural de cada porción del territorio, cada comunidad y cada hogar campesino (Toledo *et al*, 2007). Para Toledo, esta estrategia **constituye la "pieza clave"** para el diseño de cualquier iniciativa o política dirigida a lograr el desarrollo local, comunitario o regional sustentable; es decir, que permita incrementar el bienestar social sin destruir la biodiversidad y los recursos naturales locales. En síntesis, "... la estrategia del uso múltiple representa la **"memoria ecológico-social"** de la cultura maya, y conforma la piedra angular sobre la que la ciencia moderna debe hacer descansar toda **propuesta de desarrollo sustentable...**" (Toledo, *et al*, 2007, p. 15).

el dominio de conocimientos o herramientas intelectuales para reorganizar el paisaje, y *praxis* o el dominio de herramientas técnicas para responder a los cambios del entorno y reorganizar el paisaje apropiándose de los recursos que lo conforman (Barrera-Bassols y Toledo, 2005).

**La aproximación desde estas tres esferas al concepto de "suelo" permite,** según Barrera-Bassols y Toledo (2005) romper con las tendencias a separar lo intelectual de lo práctico y a descontextualizar las visiones, conocimientos y prácticas locales de sus propios contextos, en un intento por entenderlas, de una manera reduccionista, desde los paradigmas científicos aceptados.

Así, el suelo entre los mayas se conoce bajo el término de *Lu'um*; se trata de un concepto relacional y comprensivo que sobrepasa al concepto científico de suelo, pues *Lu'um* abarca tanto las estructuras, dinámicas y procesos propios del suelo, **como una serie de componentes simbólicos dentro de la cosmovisión maya más amplia.**

La importancia de *Lu'um* entre los mayas yucatecos ha llevado a la construcción de más de 80 términos<sup>34</sup> descriptivos de las características del suelo, sus propiedades, su color, relieve, humedad, fertilidad, textura, erosión, profundidad, entre otras. Estos términos se ven reflejados en las distintas taxonomías de *Lu'um* que existen entre estas comunidades, algunas de las cuales pueden consultarse en Barrera-Bassols y Toledo (2005, p.18). La consideración del relieve es prioritaria en las nomenclaturas mayas de los suelos, las que según Barrera-Bassols y Toledo, no por ser aparentemente más cualitativas, utilitarias, diacrónicas, y locales, son menos legítimas que las taxonomías científicas, consideradas mayormente cuantitativas, sincrónicas y con pretensión de universalidad.

La profunda comprensión de *Lu'um* como un complejo interrelacionado entre suelo-relieve-vegetación, da lugar a la estrategia de uso múltiple de los mayas yucatecos, la cual combina, de manera adaptativa las actividades de

---

<sup>34</sup> Términos que abarcan, por mencionar algunos: *ca cabloom*, "tierra buena para sembrar"; *ek luum* y *dzu luum*, ambas apropiadas "para pan maíz"; *ut luum*, "tierra fértil"; *cul ek luum*, "tierra negra para milpas"; *ziz luum*, "tierra de mucho humor y jugo, y fértil"; *kan cab ché*, "llano de tierra con árboles, bueno para milpas" (Ruz, 2006).



subsistencia con las actividades comerciales<sup>35</sup>. Los mayas yucatecos examinan la relación suelo-vegetación-relieve para evaluar el estatus de fertilidad del suelo y con esa base van adaptando sus prácticas agrícolas y sociales a la información que obtienen de dicha evaluación.

El suelo, *Lu'um* entre los mayas yucatecos, ya no es solamente un factor abiótico dentro del ecosistema, sino que es un "elemento vivo" clave dentro de la cosmogonía de estas comunidades; *es un factor sagrado y regulador de las prácticas sociales y comerciales entre sus miembros*.

De acuerdo con Barrera-Bassols y Toledo (2005), *Lu'um* hace referencia al suelo, pero también a la tierra, al territorio, al paisaje, a la naturaleza. Su valor cultural está relacionado con la salud, con el alimento, con el hogar, con lo sagrado. Así, *Santo Lu'um*, siguiendo a estos autores, es una de las deidades más importantes dentro de la cultura maya.

Como dominio sagrado *Lu'um* simboliza los siguientes principios: a) es un hogar (sentido de lugar); b) es una parcela o milpa (sentido de abundancia, de producción); c) es un vientre (sentido de fertilidad); d) es un territorio (sentido de identidad); e) es un cementerio (sentido de destino). De esta manera, *Lu'um* sintetiza lo material y lo espiritual dentro de la cosmovisión maya yucateca.

El concepto maya de "suelo" entreteteje las dimensiones cosmológicas, cognitivas y prácticas de la tríada *kosmos-corpus-praxis*, planteada líneas arriba, al mismo tiempo que organiza y da sentido e identidad a las acciones emprendidas por los miembros de las comunidades mayas yucatecas en torno a su medio ambiente.

El suelo es, dentro de esta cosmología, un "ser vivo" de cuya salud depende el bienestar de las plantas, los animales y los hombres. La vida de los suelos, para los mayas, es de una naturaleza distinta de la del resto de los

---

<sup>35</sup> La estrategia del uso múltiple, responde a una racionalidad ecológica y económica. Un estudio en la comunidad maya de Punta Laguna, Quintana Roo, integrada por tres asentamientos, detectó 12 actividades económicas diferentes, que se reportan en el estudio de Toledo *et al* (2007). En promedio, tal comunidad invierte la mitad de su esfuerzo (52.6% del trabajo realizado al año) para producir bienes destinados al autoconsumo y la otra mitad (47.4%) para generar productos, servicios o vender fuerza de trabajo para el mercado. De las 12 actividades que las familias de la comunidad realizan, cinco constituyen 86% del trabajo invertido. El análisis de los flujos monetarios permite contextualizar la biodiversidad útil dentro del juego económico en la escala familiar, ponderar la importancia de cada actividad en la reproducción de la unidad doméstica y entender las restricciones, fortalezas y potencialidades de la estrategia del uso múltiple en contextos específicos.

seres vivos, porque para lo mayas, como explican Barrera-Bassols y Toledo (2007, p. 29), "... el suelo nunca muere... es un espíritu". Es por ello, que el suelo en esta cultura, necesita ser alimentado y cuidado, y esto no es solamente una metáfora.

Siguiendo a estos autores, los mayas yucatecos cumplen con ciertas prácticas sociales para mantener la salud de los suelos y el balance entre lo material y lo espiritual, entre la abundancia y la escasez. Así por ejemplo, son comunes prácticas tales como: a) *Loh* o la cura de la tierra; b) *Heetz lu'um* o cura de la parcela; c) *Hanli k'ol* o alimentación de la milpa; d) *Loh corral* o cura de los animales domésticos; e) *Saka* o agradecimiento a las deidades del viento, entre muchos otros. Las prácticas asociadas con el suelo, generalmente involucran sacrificios animales, cuyas partes son enterradas en el suelo como fertilizantes sagrados, ya que los mayas consideran a la sangre como un nutriente que puede reestablecer la salud de sus suelos. En este contexto, el sacrificio es visto como un intercambio entre *Lu'um* y el hombre.

Para fines del presente trabajo de tesis, con este segundo ejemplo de nueva cuenta quiero mostrar la importancia de considerar los significados locales en la educación de las ciencias. Un profesor de ciencias cuyos alumnos se identifican con la cultura maya, debería tener la sensibilidad de reconocer que el concepto de suelo contenido en *Lu'um* no puede entonces ser **simplemente desplazado, reducido o sustituido por el concepto de "suelo como factor abiótico dentro de un ecosistema"**, porque de *Lu'um* depende en gran medida, la identidad y las prácticas sociales de su comunidad. Si la educación científica busca generar prácticas compatibles con el manejo sustentable del medio ambiente, entonces, cabe recalcar que bien valdría la pena abordar la **polisemia implícita en el concepto de "suelo"** en lugar de tratar de reducir su complejidad cultural al describirlo como un mero factor abiótico, como si **"realmente" el suelo pudiera ser comprendido solamente de esta manera por todas las culturas.** Revisemos otro ejemplo.

### 4.2.5.3. El uso de la leña en el contexto indígena de los purépechas

Este ejemplo (al igual que el siguiente, pero a diferencia de los anteriores) no está focalizado en el estudio de la red sociocultural o cosmovisión que le da sentido al uso de la leña dentro de un contexto indígena determinado, sino que está dirigido a ilustrar cómo en algunos escenarios culturales la ciencia puede encontrar un nicho específico, en combinación con los saberes tradicionales, para transformar identidades y prácticas. La educación científica como diálogo intercultural debería poder aprovechar estos escenarios como medios para facilitar la comprensión de los saberes científicos como formas de conocimiento que pueden mejorar las condiciones de vida de una comunidad, con pleno respeto de la autonomía de los miembros de dicha comunidad, quienes son los que deciden, en última instancia, qué prácticas desean transformar a través del proceso educativo y mediante la incorporación de resultados derivados de la ciencia.

Igual que en los ejemplos anteriores, se sigue en este ejemplo la recomendación de PISA sobre la necesidad de construir experiencias de enseñanza-aprendizaje sobre la ciencia en áreas fundamentales de la vida real, como son la salud humana, el medio ambiente y la tecnología. En este caso, el énfasis se encuentra en lo relativo a la tecnología<sup>36</sup>.

Como afirma Quintanilla (2005), la tecnología es el principal demandante de conocimientos científicos, y en esa medida muchas veces, condiciona la dirección de la investigación científica, aún cuando su desarrollo

---

<sup>36</sup> Para fines de este trabajo, por tecnología se entiende tanto a los artefactos que son producto de una técnica como a los procesos o sistemas de acciones que dan lugar a esos productos, y sobre todo al conjunto de conocimientos (sistematizados o no) en que se basan las realizaciones técnicas (Quintanilla, 2005). Una realización técnica es un sistema de acciones (conceptuales, instrumentales) intencionalmente orientadas a la transformación de objetos concretos para conseguir, de forma eficiente, un resultado valioso. Como afirma Quintanilla, las acciones técnicas, además de conocimientos incluyen otros componentes que no necesariamente tienen una naturaleza cognoscitiva formalizable, es decir: la serie de habilidades o capacidades de los agentes para hacer tal o cual cosa. Como se precisó en el capítulo primero, dado que el conocimiento que se necesita para aplicar una tecnología es de tipo representacional (saber qué) y operacional (saber cómo), a lo largo del presente trabajo no se hace una distinción tajante entre educación científica y educación tecnológica, puesto que ambas demandan los dos tipos de conocimientos y puesto que son variables las relaciones que la ciencia y la tecnología establecen entre sí. De esta manera "saber ciencia", lo mismo que "saber tecnología", implicaría saber cómo hacer algo o conseguir un objetivo, para lo cual "...queremos decir que se tiene un conocimiento representacional de un trozo de la realidad y de las acciones que se pueden llevar a cabo sobre ella, y que se conocen además una serie de reglas, instrucciones o mandatos cuyo cumplimiento permite o garantiza la consecución del objetivo... "Saber hacer" no es sólo *saber*, es *poder*, no sólo es conocimiento, es capacidad para actuar..." (Quintanilla, 2005, p. 55, cursivas del autor).

no requiere únicamente del saber científico, tal como lo ilustra el ejemplo a continuación.

El desarrollo tecnológico, al igual que el científico, implica transformaciones culturales profundas en un sentido amplio, es decir, como la incorporación de nuevas formas de percibir los propios cambios técnicos, su significado, su necesidad, su orientación. Veamos.

La leña es el principal combustible usado para cocinar en muchas poblaciones rurales de México. Cuando se le utiliza en forma adecuada, es un recurso renovable que aporta grandes beneficios al ambiente y a la población. Sin embargo, su uso irracional trae como consecuencia la degradación y disminución del bosque. Así por ejemplo, en muchos lugares del país, tal como en el estado de Michoacán, ha habido un rápido aumento en el tiempo dedicado a la recolección de leña y de igual forma su precio se ha elevado, se han comenzado a deteriorar los bosques provocando una mayor erosión del suelo, escasez de lluvias y otros problemas ambientales (Díaz, Gabriel, Molina, Marcos y Maserá, 2003).

En un reporte del Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA, 2003) sobre el uso de la leña como fuente de energía en algunos hogares, se indica que a pesar de hay poca información sobre los gases y partículas que se emiten durante la combustión de leña en los hogares, y sobre el grado de exposición de los seres humanos a estos contaminantes, se sabe, sin embargo, que es en el interior de las viviendas, y muy particularmente en las cocinas, en donde se da la mayor exposición a una serie de contaminantes que dañan la salud, y que la población más expuesta son las mujeres y los niños, ya que son ellos quienes pasan la mayor parte del tiempo en la cocina.

De acuerdo con este mismo reporte, en las cocinas tradicionales de los países en desarrollo las concentraciones de partículas superan ampliamente las concentraciones consideradas como permisibles de acuerdo con normas internacionales<sup>37</sup>. Para este grupo de estudio existen evidencias consistentes

---

<sup>37</sup> Por ejemplo, durante la preparación de los alimentos se han medido concentraciones de hasta 30,000 microgramos/m<sup>3</sup>, cuando los valores permisibles van de 300 a 3,000 microgramos/m<sup>3</sup> en 24 horas. Para el caso del monóxido de carbono, en los hogares que usan biomasa para cocinar se reportan valores de entre 5

de que la contaminación intramuros, debida a la utilización de leña, aumenta significativamente el riesgo de infecciones respiratorias agudas durante la infancia, enfermedades pulmonares obstructivas crónicas y cáncer de pulmón. Asimismo aumenta la incidencia de infecciones en las vías respiratorias superiores, otitis, asma, tuberculosis pulmonar, cataratas e infecciones oculares, entre otras (GIRA, 2003).

Ante este panorama, este grupo de estudio ha supuesto que una de las opciones para enfrentar los problemas relacionados con la utilización de leña en los hogares es la sustitución de ésta por otros combustibles o energéticos, **en particular por el gas LP. Siguiendo una teoría conocida como "escala de preferencias" este grupo partió de considerar que la pobreza era la principal barrera para la adopción de tecnologías modernas para cocinar alimentos y que, por lo tanto, con el aumento de los ingresos de las familias, automáticamente se ascendía hacia el uso de un tipo de combustible superior, más limpio.**

Sin embargo, GIRA encontró estudios que evidenciaban que cuando las familias rurales tienen acceso al gas LP, no dejan de usar la leña, por lo que el gas se convierte en combustible complementario. *La utilización de leña está estrechamente vinculada a una compleja serie de variables socioculturales que hacen que la sustitución de combustibles no sea una opción que pueda resolver, por sí sola, la problemática de la utilización de leña en ciertos hogares.*

Hay un arraigo cultural de la leña que hace que a menudo ésta siga siendo la fuente principal de energía, aún cuando la gente cuente con todo lo necesario para cocinar con gas. De hecho, GIRA reporta que son frecuentes los casos de gente que regresa a la leña después de haberla abandonado<sup>38</sup>.

De los 28 millones de personas que en México usan leña como combustible, en la región de Pátzcuaro, Michoacán, y particularmente entre las

---

y 500 ppm durante el periodo de la cocción de alimentos, que corresponden a valores de entre 2 y 50 ppm en 24 horas. Para este gas, los valores máximos permisibles de 9 ppm (o 10mg/m<sup>3</sup>) en ocho horas (GIRA, 2003).

<sup>38</sup> "...Los pobladores nos explicaron que la comida y las tortillas se cocinan mejor y saben más sabrosas con leña que con gas. También nos comentaron que si quisieran hacer tortillas en una estufa de gas, necesitarían un comal enorme, pero éste no cabría en sus parrillas..." (Extracto tomado de una entrevista a Omar Masera, publicada el jueves 15 de mayo de 2008 en el periódico *El Universal*, México)

comunidades indígenas de los purépechas, se concentran casi 10 mil usuarios de este recurso. La actividad que demanda la mayor cantidad de este combustible entre los purépechas es, como en otras comunidades rurales, el cocinado de los alimentos. Esta tarea se realiza principalmente en los llamados "fogones tradicionales". Sin embargo, con sólo entrar a una cocina rural, un observador externo se puede percatar de que en estos fogones no se aprovecha totalmente el calor producido por la leña, y el humo se dispersa por toda la habitación; el humo ocasiona irritación en los ojos y con el paso del tiempo causa enfermedades crónicas en las vías respiratorias<sup>39</sup> (GIRA, 2003).

La descripción anterior da cuenta de la configuración de un contexto de problemas que fue haciendo necesario el estudio detallado de las formas tradicionales de uso de la leña, de las prácticas de cocinado y los tipos de fogones más usados, con la finalidad de promover el uso de alternativas que ayuden a aprovechar adecuadamente los recursos naturales y a mejorar la calidad de vida de la población rural.

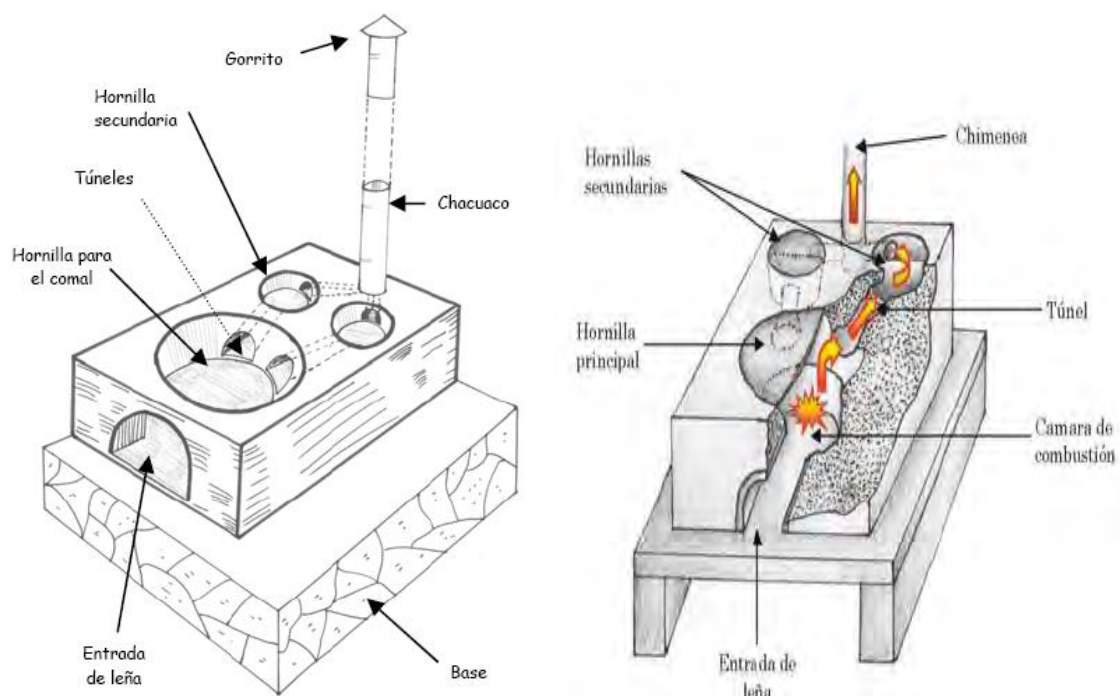
Fue así como nació un proyecto sobre el desarrollo de nuevas estufas **(denominadas "Lorena" y "Patsari")**, que ilustra claramente –para los fines del presente ejemplo– los beneficios que tiene el diálogo intercultural como mecanismo para lograr la interacción puntual y articulada entre los saberes y prácticas tradicionales (cocinar con leña) con los saberes y prácticas científico-tecnológicas (conocimiento profundo sobre los procesos fisicoquímicos de combustión completa e incompleta).

Si ante la problemática derivada del uso de los fogones tradicionales a base de leña, la sustitución o reemplazo de los mismos por tecnologías derivadas de los sistemas tecnocientíficos modernos (tales como la estufa de gas o el microondas), no fue –ni es– una solución aceptable para los miembros de las comunidades purépechas, entonces queda la posibilidad de ***transformar la práctica de cocinar con leña mejorando, con ayuda de conocimientos científico-tecnológicos, los fogones tradicionales para que éstos hagan más eficientes los procesos de combustión y contaminen menos.***

---

<sup>39</sup> Se estima que de los fogones tradicionales, además de CO<sub>2</sub>, se emiten partículas, hidrocarburos aromáticos policíclicos, óxido nitroso, óxido de azufre (principalmente en el carbón) y monóxido de carbono (CO), todos con efectos adversos a la salud (GIRA, 2003).

Del diálogo y la interacción entre lo científico y lo tradicional surgió de este modo, un nuevo dispositivo técnico conocido como “la estufa Lorena”<sup>40</sup>, a la cual se le fueron haciendo modificaciones paulatinas –escuchando las preferencias, deseos y demandas de las usuarias que habitaban en la región central del estado de Michoacán- para dar paso a un modelo mejorado conocido como la “estufa Patsari”<sup>41</sup>, que a diferencia de la estufa Lorena, se adaptó específicamente a las necesidades de las comunidades purépechas de la región de la ribera del lago de Pátzcuaro, en donde actualmente es un artefacto técnico ampliamente distribuido<sup>42</sup>. Ver Figura 5.



**Figura 5.** Estufas Lorena (izquierda) y Patsari (derecha); éstas últimas derivaron de las primeras al implementarse en algunas comunidades purépechas en Michoacán. Ambas estufas fueron diseñadas a partir de los fogones tradicionales utilizados por diversas comunidades indígenas para cocinar con leña. Tomado de: Díaz, Berrueta y Masera, 2004, p.3.

<sup>40</sup> El nombre refiere a la combinación de materiales de que está hecha: lodo, (tierra y agua) y arena; esta estufa fue inicialmente desarrollada en Guatemala en los años 1980's, y posteriormente se incorporó a las comunidades purépechas en Michoacán, México, sufriendo algunos ajustes para dar lugar a las estufas Patsari (Díaz, Berrueta y Masera, 2004).

<sup>41</sup> Que en la lengua local (purépecha) significa: “la que guarda”, haciendo referencia a que guarda el calor, así como a que conserva la salud y cuida los bosques. El cuerpo de la estufa Patsari se puede construir con una mezcla de barro, arena y una cantidad pequeña de cemento o con tabique rojo, incluye comales metálicos y chimenea que aseguran la salida de humo hacia el exterior (Díaz, Berrueta y Masera, 2004).

<sup>42</sup> Para Mayo de 2008, se habían instalado ya 8 mil estufas Patsari en 13 estados del país (la mayoría en Michoacán, en toda la región purépecha, y en los que tienen más indígenas, como Chiapas, Oaxaca y Guerrero; incluso hay en Chihuahua, en la Tarahumara)

El caso de las estufas Lorena y Patsari es la clase de paradigmas hacia los que aspira un modelo educativo intercultural, pues ejemplifica el tipo de innovaciones que surgen dialógicamente como resultado de la diversidad cultural; ilustran muy bien cómo la incorporación de la ciencia resulta una alternativa razonable y aceptable para hacer frente a una situación problemática en la que no bastaban los saberes tradicionales para resolverla, pero en la que al existir un fuerte arraigo a la tradición cultural, no se podía imponer una solución técnica totalmente ajena y descontextualizada (como pudiera ser un horno microondas).

Con el uso de las estufas Patsari pudo darse continuidad a una práctica social fuertemente arraigada entre los purépechas, como es el cocinado sobre leña, pero al mismo tiempo se logró satisfacer estándares técnicos, como el de disminuir el consumo de este combustible hasta en un 40 %<sup>43</sup> y reducir la producción de humo hasta en un 80%. El producto de este diálogo intercultural también trajo beneficios a la salud de la población, porque las estufas Patsari están diseñadas para expulsar el humo al exterior de las viviendas por medio de una chimenea; con ello reducen la emisión de contaminantes nocivos y de gases de efecto invernadero, mejorando el proceso de combustión, la limpieza y la seguridad en la cocina tradicional (Díaz, Gabriel, Molina, Marcos y Masera, 2003). Su desarrollo e implementación requirió indudablemente de un saber qué, pero también de una saber cómo, ***derivados tanto de las comunidades científicas mismas, como de las comunidades tradicionales implicadas.***

Como ejemplo, este proyecto constituye un punto de partida potencialmente aprovechable para disparar experiencias educativas sobre la ciencia que abarquen temas inter- y transdisciplinarios (más que meramente disciplinarios), contextualizados en torno a una situación problemática real.

La educación y la transferencia científico-tecnológica se entienden como procesos simultáneos. Contra la posible creencia de que los nuevos artefactos técnicos derivados de la ciencia y la tecnología actuales se desarrollan siempre en un laboratorio especializado y posteriormente se llevan a un usuario final o receptor pasivo, quien incuestionable los incorpora a su vida cotidiana, el

---

<sup>43</sup> Así, por ejemplo, si una familia consumía alrededor de 10 kilos de leña al día, con estas estufas mejoradas el consumo es de 6 kilos diarios.



ejemplo del desarrollo de las estufas Lorena hacia las estufas Patsari en Michoacán, muestran que los dispositivos técnicos no son elementos neutros, o resultados “naturales” del desarrollo científico-tecnológico ajenos a las comunidades culturales, ni tampoco que los sistemas tecnológicos son un “paquete” que puede usarse en todas partes, bajo las mismas condiciones.

La tecnología es resultado de una compleja interacción de las necesidades, los recursos, los objetivos y los valores que regulan la vida de quienes diseñan y utilizan estos nuevos dispositivos. Para ser realmente una tarea integral, la educación científica debe considerar tanto los aspectos técnicos como los socioculturales. Por eso la enseñanza-aprendizaje de las ciencias no puede ser ajena a estas consideraciones contextuales que dan forma a las necesidades reales de una población, las que al mismo tiempo que motivan al alumno a aprender ciencias sin renunciar a su identidad, lo orientan a encontrar en la ciencia y en la tecnología una posible fuente de recursos cognitivos relevantes para la vida social dentro de su comunidad.

El ejemplo de las estufas Patsari entre los purépechas materializan la posibilidad de complementación entre los saberes y prácticas de la ciencia y los saberes y prácticas tradicionales de las comunidades indígenas; complementación que requiere de esquemas participativos de enseñanza-aprendizaje y de disposición al diálogo entre culturas.

#### **4.2.5.4. Los cultivos de maíz en el contexto indígena tzeltal**

Muchos de los debates públicos de actualidad se han considerado como un espacio propicio para introducir la enseñanza de la ciencia entre diversas poblaciones. La oportunidad de poder opinar, participar, decidir o actuar en estos debates públicos depende en gran medida de la comprensión que se tenga de la ciencia. Sin embargo, suele ocurrir que estos debates cuando son llevados al contexto escolar se generalizan a tal grado que se presentan totalmente ajenos y sin relevancia cultural para la vida del estudiante.

Pensemos en el caso del debate sobre los organismos genéticamente modificados o transgénicos. Este debate se intensificó cuando, a raíz de la

publicación en *Nature* de un controvertido artículo, se daba a conocer la introgresión de DNA transgénico (contaminación transgénica) en maíces criollos cultivados en lugares remotos de la Sierra Norte de Oaxaca, México (Quist y Chapela, 2001). Este tema pudiera parecer interesante *para todos*, en general; presentado de forma abstracta parece adquirir una importancia intrínseca casi incuestionable para cualquier individuo del mundo contemporáneo. Pero sería un error suponer que un tema como éste tiene importancia *en sí*, independientemente de los sujetos que son quienes se la otorgan. Si bien el asunto de la contaminación por transgénicos puede ser interesante para muchos, lo es por distintas razones, las cuales dependerán de las diferentes prácticas de los grupos humanos. Es decir, para una población urbana que no cultiva el maíz, sino que sólo lo consume, el problema de los transgénicos lo es en función, principalmente –aunque no exclusivamente-, de sus prácticas de consumo. Para una población rural que además de consumir el maíz, lo cultiva, la importancia de la contaminación por transgénicos estará dada en función de las prácticas que se ven afectadas por dicho evento.

Ahora bien, si en el contexto escolar se propusiera aprovechar la estrecha relación de este tipo de debates públicos para aproximar a los estudiantes a temas de ciencia y tecnología, antes que nada es fundamental poder encontrar los puntos específicos de relevancia cultural que un debate de tal complejidad y con tantos ángulos de abordaje puede tener dentro de una población concreta de estudiantes. Se trata, nuevamente, de la tarea de llevar la educación científica de lo abstracto a lo concreto; y en esta tarea es necesario encontrar esos puntos de contacto que permitan mostrar la importancia de incorporar la perspectiva científica dentro de una comunidad, para lograr que la ciencia sirva a los intereses de la comunidad, y no al revés.

En cada experiencia educativa habrán (o no) diferentes razones por las que abordar un tema como tal tiene sentido, y esas razones dependerán de la vida social comunitaria de la población a la que se educa. Es a través del diálogo intercultural, que en el ámbito escolar se pueden explicitar las razones en las que descansa la relevancia cultural de un tema tan amplio como el de los transgénicos, y para lograr establecer ese vínculo entre el aula y la vida,

habrá que saber encontrar y aprovechar ese punto de contacto intercultural. Veamos.

En la región de los Altos de Chiapas, el entorno comunitario aparece en la memoria de los indígenas tzeltales como un ámbito cargado de significaciones que una persona va reconociendo y registrando a través de la vida. En este espacio de sentido, el medio ambiente –los cerros, las cuevas, el río- forma parte de la comunidad y de su identidad. El sentido de pertenencia de los miembros de estas comunidades se vive a través del arraigo a un territorio, a un lenguaje y a ciertas prácticas (cultivo, tejer a telar, preparación de alimentos, entre otras).

Gómez (2003) explica que en el mundo tzeltal atribuir sentido a la vida es un ejercicio de memoria y experiencia, en donde se reconoce una serie de valores como **el respeto** y actitudes de paciencia proveniente de **la espera**, por ejemplo, de que algo sagrado acontezca. Así, **se esperan “frutos” tanto del hombre mismo como del mundo vegetal**. El ciclo que antecede al fruto o al producto es un tiempo de espera que enseña, que forma, y hace paciente. Estos valores acompañan la acción fundamental del hombre, que es la acción de cultivo. **Cultivar** implica la acción dedicada y paciente del hombre en la milpa, quien al cultivar, se cultiva a sí mismo:

“...El cuidado y el cultivo del maíz revela a la persona sabia que sabe trabajar, y en la acción, **ser... se cultiva para alimentar el cuerpo y el espíritu...**” (Gómez, 2003, p. 267-270, cursivas del autor).

En estas comunidades la milpa, aclara Gómez, no sólo es el espacio primordial de la agricultura indígena, en donde se cultiva maíz y frijol, sino el lugar de representación de la memoria mítica y de la identidad. A través del cultivo la persona se constituye, cultiva sentido, emociones, sentimientos que supone recíprocos<sup>44</sup>:

“...El cuidado del maíz es semejante a la atención que dedica un padre a su hijo. El hombre se siente conmovido cada vez que ve jilotear a sus matitas, o antes, al observar que se asoma la puntita verde de la planta. El cuidado implica pasar un tiempo dedicado a desmalezar y seleccionar las yerbas silvestres **comestibles... Se siembra frijol** alrededor de la mata de maíz cuando el tallo está **fuerte... y espera paciente que crezca**. El **chenek** es un muy buen compañero del

---

<sup>44</sup> Gómez (2003 p. 271) cita el testimonio de un tojolabal quien declara “la milpa se pone triste si no la visitamos”.

maíz porque le aporta nutrientes y oxigena la tierra... En el cultivo el hombre los hace hermanos..." (Gómez, 2003, p. 272).

Quien cultiva es culto porque pone en práctica sus conocimientos. Cultivar la milpa es cultivarse y aprender a ser ("el milpero y su maíz crecen juntos"). Es así como los lazos entre estos pueblos, la tierra y sus cultivos, no son sólo materiales, sino también sagrados, y ese pensamiento ha mantenido vigente su cosmovisión.

De la práctica sostenida de cultivar para cultivarse, ha surgido el maíz que actualmente conocemos como producto de la acción del hombre. De acuerdo con Escobar (2003), aún no se han encontrado vestigios arqueológicos de maíz silvestre, por lo que la hipótesis más aceptada sobre su origen señala que esta planta es el resultado de la cruce y selección del ancestro del maíz (*Zea mays*) con parientes cercanos de la misma como el teocintle (*Zea mexicana*). El maíz moderno es una planta incapaz de propagarse por sí misma, ya que sus semillas dispuestas en mazorcas y cubiertas por hojas no permiten su propagación natural, lo que implica la necesaria coevolución de esta planta y la cultura indígena mesoamericana (de otra manera, la planta moderna hubiera desaparecido en pocas generaciones). Ha sido dentro de esta cultura (extendida desde el suroeste de México hasta Centroamérica) en donde se han encontrado vestigios arqueológicos del maíz, que datan de hace 5-7 mil años a.C.

Esto significa que han sido cientos de generaciones de mesoamericanos las que convirtieron un fruto, no más grande que un dedo meñique, en las mazorcas que hoy conocemos, a través del cuidado y selección (González, 2005). Como resultado de la interacción de las poblaciones humanas, existen decenas de razas y cientos de variedades de maíz adaptadas a diferentes agroecosistemas; en México se siembra maíz en lugares que se encuentran desde cero, hasta más de 3.000 metros sobre el nivel del mar; en climas tan diversos como selvas, bosques y desiertos. Conforme se fueron extendiendo las relaciones de intercambio entre los diferentes grupos de cultivadores, se expandió también el intercambio de semillas de una región a otra. Así, se reconoce que el principal mecanismo que ha incidido en la evolución del maíz,

ha sido el intercambio genético producido por cruzas entre razas y variedades distintas, originando lo que se conoce como semillas criollas de maíz. Estas semillas han sido el resultado de un continuo intercambio genético entre variedades con características relevantes para el campesino, lo que se expresa en una gran adaptabilidad climática y estabilidad de respuestas a factores diversos como suelos, plagas, enfermedades, luminosidad, etc. La siembra de diferentes variedades permite que la incidencia de una variación climática o enfermedad no afecte la totalidad del cultivo, ya que habrá algunas variedades con mayor resistencia. Lo anterior es posible gracias a la plasticidad del reservorio genético resguardado en las miles de variedades de maíz producidas por el hombre (Escobar, 2003).

Las variedades nativas de cultivo son valoradas por los campesinos tzeltales debido a que, como señalan algunos autores como Gómez (2003) y Altieri (2005), tienen un importante simbolismo en ceremonias religiosas, son usadas como regalos de bodas, o bien como retribuciones al trabajo comunitario. Además de su valor cultural, al mismo tiempo estas variedades tradicionales son sumamente importantes para la agricultura industrializada, puesto que a partir de su diversidad genética (que incluye los rasgos necesarios para adaptarse a plagas y a cambios en las condiciones climáticas y del suelo), se pueden generar, mediante técnicas de ingeniería genética y biotecnología, semillas mejoradas.

Así fue como a partir de estos maíces nativos se generaron semillas transgénicas caracterizadas por incorporar genes, intra o interespecíficos, logrando con ello que las plantas a las que dan origen desarrollen propiedades que les confieren ventajas productivas. Las principales propiedades inducidas por esta técnica han sido la resistencia a insecticidas, a herbicidas y a ciertos tipos de virus<sup>45</sup>.

No obstante, los resultados de estas tecnologías han abierto una gran polémica, por el potencial y los riesgos e incertidumbres que conllevan. El debate se divide entre los que sostienen que las semillas transgénicas de maíz

---

<sup>45</sup> Las principales semillas transgénicas que actualmente se comercializan son las conocidas como Bt, que incorporan el gen de una bacteria (*Bacillus thuringiensis*) que "produce su propio insecticida", por lo que principal beneficio que se obtiene de su uso es la reducción de daños por plagas y la eliminación de la competencia de las plantas consideradas como malezas (Escobar, 2003).

no representan ningún riesgo para la salud humana y el ambiente, y que por el contrario son muchos los beneficios potenciales, y aquellos que señalan que los riesgos, incertidumbres e ignorancia en torno a esta nueva tecnología todavía son muy altos<sup>46</sup> (Altieri, 2005). Lo cierto es que la utilización de transgénicos debe evaluarse *en cada caso*, como afirma Zapata (2008), no a los extremos de abrir el uso indiscriminado de transgénicos, ni tampoco prohibir el uso de todos ellos de manera absoluta.

Si ya el asunto de los transgénicos comenzaba a complejizarse, dicha polémica se agudizó cuando en septiembre de 2001, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) confirmó la contaminación genética del maíz mexicano por transgénicos.

A partir de entonces se suscitó una discusión en torno a los problemas potenciales que podrían derivar de la contaminación por variedades transgénicas de maíz. Entre tales problemas se encuentra la posibilidad de que el flujo génico desde fuentes de maíz transgénico hacia variedades silvestres podría dar lugar a la pérdida de diversidad genética (e incluso a la extinción) de las plantas silvestres, en la medida en que los transgenes predominaran en la reproducción e invadieran el entorno<sup>47</sup>. Pero también hay quienes consideran que el flujo génico indeseado a partir de las variedades genéticamente modificadas no necesariamente pondría en riesgo la diversidad biológica del maíz (ni tampoco los sistemas de conocimiento y prácticas agrícolas, así como los procesos ecológicos y evolutivos asociados)<sup>48</sup>.

---

<sup>46</sup> Entre los argumentos a favor de los transgénicos están (Escobar, 2003): que posibilitarán el incremento de los rendimientos en condiciones productivas restrictivas, facilitando la independencia de los insumos químicos; que se tendrán plantas resistentes a plagas y enfermedades; que se inducirán cualidades específicas en los alimentos tales como maíces con alto contenido de fibra; y que se tendrán beneficios ambientales, como tolerancia a la sequía, y reducción de la erosión. Los argumentos en contra señalan que: se pueden presentar cambios impredecibles en el comportamiento genético de las plantas modificadas; los ecosistemas se pueden poner en peligro, por ejemplo, a través de la posibilidad de que los genes modificados de una especie pasen a otra con consecuencias impredecibles o bien mediante el desarrollo de superplagas; que se produciría una mayor dependencia de insumos químicos específicos; pérdida de biodiversidad, riesgos a la salud humana; y que los beneficios económicos estarían muy concentrados en solamente algunas empresas transnacionales, (basta señalar que el 70% del mercado de semillas transgénicas está controlado por una sola empresa, Monsanto).

<sup>47</sup> Aunado a ello, hay grupos de científicos que opinan que el cruce de maíz transgénico con teocintle traería también consecuencias problemáticas si los híbridos resultantes lograran una ventaja evolutiva al adquirir una mayor tolerancia a las plagas. Tales híbridos se convertirían en maleza invasora que no sólo afectaría el manejo de las milpas, sino que acabaría desplazando a los parientes silvestres (Altieri, 2005).

<sup>48</sup> De hecho, como señala Altieri (2005), muchos otros investigadores argumentan que es poco probable que el maíz genéticamente modificado tenga una ventaja evolutiva, pero que si los transgenes realmente llegan a persistir en los agroecosistemas tradicionales, podrían incluso resultar ventajosos para los campesinos

Pero regresemos al escenario de las comunidades tzeltales en los Altos Chiapas. Aunque la relación con el maíz es fundamento de su identidad, pareciera en primera instancia que ésta no tiene mucho que ver con la ciencia, puesto que ellos siguen funcionando bajo sus propios intereses, cultivando sus milpas para cultivarse a sí mismos. Dentro de su cosmovisión, parte de la cual describí párrafos atrás, pareciera no haber un nicho para los saberes derivados de la ciencia.

Los tzeltaltes que hoy viven, así como sus generaciones pasadas, no necesitaron saber de genes, conocer las leyes de Mendel, entender sobre los procesos de evolución biológica, de selección artificial de variedades domésticas, etc., para regular sus prácticas de cultivo de maíz criollo. No obstante, hoy en día sus prácticas se ven afectadas por el problema de la contaminación por transgénicos, y *es en esa medida en que los miembros más jóvenes de estas comunidades, requieren de una educación científica que les aproxime a la comprensión, desde el punto de vista científico, de cómo el cultivo de maíz criollo puede verse transformado por el desarrollo de las semillas transgénicas*. En esa medida necesitarán comenzar a saber de genes, de leyes de Mendel, de evolución biológica, de selección artificial de variedades domésticas<sup>49</sup>, etc., sin que ello represente renunciar a su identidad cultural<sup>50</sup>.

---

mexicanos y para incrementar la diversidad de los granos. Algunas otras evidencias que sustentan la supuesta inocuidad y el bajo riesgo de los transgénicos y sus productos se pueden consultar en Zapata (2008).

<sup>49</sup> La complejidad de los problemas actuales, como afirma Gibbons, rebasa los enfoques disciplinarios. La transdisciplinariedad, como señalé al inicio del capítulo, tiene implicaciones importantes para reconceptualizar la educación científica, pues exige que los programas educativos rebasen la compartimentalización de las disciplinas. La resolución de problemas dentro del contexto educativo, entendido como contexto de aplicación, requiere de la movilización de los recursos cognitivos necesarios, y esta movilización no distingue entre fronteras de lo científico-no-científico (a menos que sea uno de los propósitos de construir conocimiento en una experiencia educativa dada). Por esta razón los ejemplos de la presente sección (4.2.5.) no se pueden etiquetar como ejemplos para la física, la química y la biología. El conocimiento se ve, desde este punto de vista, como medio que incrementa la capacidad para la acción, y es justamente la práctica, el filtro para determinar qué saberes y procedimientos derivados de la ciencia y la tecnología serán pertinentes, según los fines de cada experiencia educativa.

<sup>50</sup> Que la incorporación de la ciencia es una cuestión de grado, de mediación y de diálogo más no de sustitución de las prácticas sociales que dan identidad a las culturas, lo muestra la "dosis" de ciencia necesaria caso por caso. Así, la centralidad de la ciencia en el ejemplo de los transgénicos reside básicamente en la necesidad de entender la importancia de la base genética y la plasticidad adaptativa que supone la conservación del maíz criollo; un caso diferente fue el ejemplo de las estufas Patsari, donde se buscaba resolver los problemas de salud de algunos hogares; problemas que no se podían resolver introduciendo por ejemplo, microondas (de los cuales, por cierto, se tiene también la sospecha de que son riesgosos para la salud, porque pueden contribuir al desarrollo de un cáncer).

Los saberes científicos encuentran, dentro de las comunidades tzeltales y en este contexto de problemas en torno a los transgénicos, un nicho que aunque distinto del que ocupa la cosmovisión que sustenta la identidad de los tzeltales, es un componente necesario para que estas poblaciones evalúen lo que está ocurriendo y lo que puede suceder con sus prácticas de cultivo. Es a partir de la relevancia cultural que adquieren, entonces, los transgénicos para los tzeltales, que *la educación científica como experiencia de diálogo intercultural puede contribuir a aproximar horizontes culturales que, inicialmente, parecían lejanos.*

Ahora el bienestar de las comunidades campesinas depende, en parte, de la comprensión del maíz desde otro horizonte cultural distinto del propio; *además de aprender a verlo como elemento sagrado y cultural constitutivo de la identidad, el maíz debe poder ser comprendido como ser vivo sujeto de evolución biológica y de procesos genéticos y poblaciones*, y éste es un nicho de diálogo intercultural que puede ser aprovechado por la práctica educativa de la ciencia dentro de éstas comunidades.

El debate sobre la contaminación transgénica rebasa por mucho lo que pudiera ser abordado en una experiencia educativa de la ciencia diseñada para este entorno sociocultural, sin embargo, el hecho de solicitar a las comunidades indígenas que participen en este debate, proponiendo estrategias para evitar la contaminación de sus tierras, plantea fines claros hacia los que pudiera dirigirse, parcialmente, la educación científica de algunos de sus miembros.

Muchos investigadores han manifestado que ante dicha problemática será necesario conservar reservas de material genético diverso, aisladas de cualquier posibilidad de fertilización cruzada o contaminación genética a partir de variedades transgénicas uniformes, pues estas fuentes de germoplasma tradicional servirán como salvaguarda frente al potencial fracaso ecológico que se pudiera derivar de la contaminación por transgénicos (Altieri, 2005). Los tzeltales, para estar en condiciones de aceptar transformar sus prácticas de cultivo y estar de acuerdo con la posición anterior, *requieren poder evaluar las alternativas derivadas tanto de la ciencia como de sus mismas tradiciones;*



*parte del trabajo de este diálogo intercultural puede ser abordado a través de los contextos escolares de sus pueblos.*

La problemática de los transgénicos no se puede universalizar o presentar en términos absolutos porque esto la vuelve ajena para quienes tienen involucrada su vida en ella. Con este último ejemplo quiero mostrar cómo en la educación científica se deberían tratar de construir experiencias significativas de enseñanza-aprendizaje para los alumnos, en función de las prácticas dentro de su propia comunidad; se trata de presentar el papel de la ciencia en el contexto de sus finalidades, intereses y propósitos concretos. La educación en ciencias no debería pasar en alto el entorno cultural porque es éste el que determinará los puntos específicos de contacto intercultural de los que puede partir la configuración que toma cada experiencia educativa de tipo **CTS (con una "S" real y bien concretizada, -ver el capítulo uno-)**.

La relevancia cultural que para los tzeltales adquiere el caso de los transgénicos es un ejemplo de cómo, con respecto a muchos de los debates públicos actuales, las comunidades culturales implicadas ya no se pueden quedar al margen de involucrarse plenamente en estos temas, puesto que los avances de la ciencia y la tecnología están afectando directamente algunas de sus prácticas sociales. Desde esta perspectiva, la enseñanza-aprendizaje de la **ciencia es también un asunto de "empoderamiento" de los pueblos (ver capítulo quinto)**. Es decir, el acceso a una comprensión científica del mundo, mediante el diálogo intercultural propiciado en el contexto escolar, es también una vía de acceso al poder de participación en la toma de decisiones sobre los asuntos que conciernen al presente y al futuro de dichas comunidades.

En suma, y para finalizar este apartado, con los ejemplos presentados anteriormente, considero que se hace explícito el estrecho vínculo del modelo dialógico intercultural de educación científica con el enfoque pedagógico sociocultural de la educación. Esta interrelación viene dada por la importancia que adquiere el contexto cultural como dador de sentido y de legitimidad a una u otra manera de entender el mundo. La elección racional (de aquello que es

razonable hacer o pensar frente a una situación dada) entre lo tradicional o indígena y lo científico no debería ser entonces una cuestión de poder o jerarquía intrínseca de uno sobre el otro, sino una cuestión de pertinencia contextual, e inclusive una cuestión misma de sobrevivencia como ilustra el ejemplo relativo a la medicina tzotzil y tzeltal, o este último ejemplo sobre transgénicos.

También de un asunto de sobrevivencia se trató la repuesta legítima que tuvieron las comunidades indígenas de las islas de Tailandia y de la India ante el tsunami ocurrido en diciembre de 2004, dejando de manifiesto el valor del conocimiento tradicional:

**"...El 26 de diciembre de 2004, un terremoto en la costa de Indonesia generó un tsunami que causó grandes estragos y se cobró más de 250,000 vidas en toda la costa del Océano Índico desde Asia del sudeste hasta la costa este de África. Aún cuando se multiplicaron los reclamos de soluciones de alta tecnología (instalación de sistemas de prevención que usen tecnologías de última generación satelitales y de boyas en el mar), comenzó a correr la voz sobre cómo las comunidades indígenas lograron escapar de la locura del tsunami gracias a su conocimiento tradicional....Los pueblos moken y urok lawai de las costas e islas de Tailandia, los ong de las Islas Andaman de India y la comunidad simeulue de Indonesia supieron dirigirse rápidamente tierra adentro para poder evitar toda la fuerza destructiva del mar... El tsunami del Océano Índico atrajo la atención del mundo entero al conocimiento tradicional de los pueblos indígenas y su importancia para el área prioritaria emergente de **preparación y respuesta en caso de desastres naturales...**" (UNESCO, 2007, énfasis mío).**

Lo anterior pone de relieve ese vínculo entre el conocimiento (sin etiquetas) y la orientación que toma una acción que se considera más razonable dentro de un contexto específico. Más allá del apellido (científico/tradicional) lo que importa es cómo el conocimiento opera en la práctica, cómo se moviliza e incorpora para resolver problemas; para sobrevivir. Seguramente también en el caso del tsunami hubieron quienes salvaron sus vidas por su conocimiento científico. La educación en ciencias podría enseñar a valorar al conocimiento derivado de la ciencia como una fuente potencial de transformación de las prácticas; mostrar cómo éste las puede hacer más eficientes y eficaces, bajo un juego específico de ciertas condiciones y de valores; mostrar cómo con ayuda de la ciencia las comunidades más marginadas pueden alcanzar sus

fines y deseos, mejorando sus condiciones de vida (como en el caso del desarrollo de las estufas Patsari).

Con los ejemplos también hemos visto que no es que los saberes tradicionales se contrapongan de manera absoluta y totalitaria a los saberes de la ciencia, y que unos resulten intrínsecamente superiores a los otros, pero lo cierto es que casi nunca se reconoce el valor y la utilidad de los saberes tradicionales. Aún cuando éstos últimos se han mostrado como la respuesta más racional para satisfacer ciertas exigencias de contextos específicos, los conocimientos científicos parecieran los únicos susceptibles de ser etiquetados como legítimos y razonables. Por tal motivo es necesario transformar las jerarquías implícitas que imperan en la dicotomía tradicional/científico.

Ello nos recuerda que el conocimiento está ligado sin duda al poder, pues no sólo atañe a cuestiones de tipo epistemológico, sino que está estrechamente relacionado con el ámbito de lo político. Como ha hecho notar Velasco (2008, p. 3):

**"...La discusión de qué ha de contar como conocimiento legítimo no sólo es una discusión epistemológica, es también y ante todo una discusión ética, jurídica y política de la cual depende en buena medida el reconocimiento y vigencia de derechos básicos de las personas y de manera muy especial de derechos ciudadanos..."**.

Desde los trabajos de Freire, ha quedado expuesto que la educación no es políticamente neutral, por lo que la propuesta de un modelo dialógico intercultural de educación científica requiere también de la revisión crítica de las posibles implicaciones que, en este ámbito, traería la implementación de una educación respetuosa del pluralismo cultural.

Así, el análisis de las implicaciones sociopolíticas de la educación científica como un espacio para diálogo intercultural nos lleva, entonces, a la cuestión de la relación que la educación científica tiene con las nociones de ciudadanía y democracia, tema central del capítulo siguiente.

---

## Recapitulación

---

A lo largo del presente capítulo he abordado algunas de las implicaciones y de los posibles alcances que tendría la implementación del modelo dialógico intercultural de educación científica.

En cuanto a las implicaciones epistemológicas del modelo propuesto, discutí en torno a cómo cada contexto educativo de la ciencia se puede transformar en una experiencia educativa dialógica intercultural al constituirse un ambiente de enseñanza-aprendizaje en el que: a) se propicia la creación *"in situ"* de nuevos conocimientos; b) se potencia la generación de innovaciones socioeducativas; c) se enfatiza en el desarrollo de competencias para el *"proceder científico"* que redunden en innovaciones socioeducativas; d) se transfieren saberes de forma activa entre la educación científica y la sociedad; y, e) se da cuenta de la pluralidad cultural de identidades y prácticas en función de las cuales adquiere sentido cada intervención educativa.

De esta forma, las espirales de enseñanza-aprendizaje de la ciencia no solamente se reducen a una serie de fases (exploración de la pluralidad, diálogo, elección racional, toma de decisiones, acciones) mediante las cuales un alumno aprende ciencias, sino que a través de las mismas los alumnos se capacitan en la generación de nuevos saberes mediante la búsqueda autónoma de soluciones innovadoras a los problemas que les conciernen. Para ello es imprescindible la interacción social, el encuentro intercultural de conocimientos y prácticas, así como la conversión e interrelación dinámica de los conocimientos tácitos y explícitos dentro de cada contexto educativo particular.

De poco servirá promover únicamente el aprendizaje memorístico de contenidos científicos que se encuentran fuera del contexto cultural de los alumnos, si al mismo tiempo no se revalora el papel cultural de los saberes tradicionales, ni se pone atención en el desarrollo paralelo de competencias **relativas al "proceder científico"**, este último caracterizado por ser siempre crítico, contrainductivo, prudente y abierto a la pluralidad y al cambio.

Adicionalmente, el análisis que presenté sobre la relación salud-enfermedad en el contexto indígena tzotzil y tzeltal en Chiapas, el significado del *"suelo"* entre los mayas yucatecos, el desarrollo de las estufas Patsari en

Michoacán, la relación entre la comprensión del maíz como ser vivo sujeto de procesos genéticos y de evolución biológica y la posibilidad de participar activamente en la regulación de la liberación de transgénicos en los cultivos tradicionales de maíz; todos estos ejemplos, muestran la importancia de considerar a las comunidades culturales en las que tiene lugar el proceso educativo de la ciencia. Esto debido a que son las culturas las que dan sentido e identidad a la vida de los estudiantes, a sus acciones, a sus prácticas.

Sin sensibilidad al contexto cultural, la ciencia seguirá lejana a la vida real de muchos estudiantes mexicanos, y las posibilidades de ser aprovechada e incorporada por los alumnos se verán disminuidas.

Por otro lado, en este capítulo también discutí en torno a que, debido a que el modelo pedagógico que propongo promueve el proceso de creación *in situ* de conocimientos relevantes para enfrentar una cierta realidad concreta, simultáneamente está cambiando la función social de la educación científica a nivel local. Lo anterior es particularmente relevante cuando se habla de las comunidades que, aparentemente, se han encontrado al margen de los avances científico-tecnológicos, tales como las indígenas o rurales.

En este sentido, de la implementación del modelo educativo para la ciencia que defiendo, derivan también a una serie de implicaciones en el terreno de lo social y de lo político.



## Capítulo 5

### ***Implicaciones y alcances sociopolíticos: hacia la transformación de los espacios educativos como experiencias cívicas interculturales***

---

#### **5.1. Introducción**

---

En el capítulo anterior se advirtió que, además de las implicaciones epistemológicas derivadas del modelo dialógico intercultural de educación científica, éste también tiene un efecto a nivel sociopolítico que es preciso comprender.

En este capítulo se analizará cómo es que la transformación en los modos tradicionales de educar en ciencias incide en la resignificación de las nociones mismas de estado, democracia y ciudadanía en contextos multiculturales.

En la medida en que, a través de la educación científica intercultural se propicia que las comunidades locales desarrollen ellas mismas soluciones innovadoras basadas en conocimientos (científicos, tradicionales) para los problemas que les atañen, y en virtud de que también se involucran en la decisión de si estas soluciones socioeducativas son aceptables o no en su contexto, las implicaciones del modelo educativo propuesto no pueden quedarse solamente en el ámbito de lo epistemológico, sino que se relacionan también con lo social y lo político.

La educación científica intercultural al promover el desarrollo de la autonomía entre los estudiantes, así como el respeto a las diferencias culturales, contribuye paralelamente a la generación de una nueva cultura

cívica que capacita a los alumnos como ciudadanos activos, participativos y críticos, comprometidos con responsabilidad en la gestión de los cambios sociales que los atañen. Lo anterior convierte a esta propuesta educativa en una componente clave dentro de un proyecto de nación más amplio, caracterizado por ser plural y democrático.

Cuando autores tales como Okere, Njoku y Devisch (2005) proponen que **"todo conocimiento es antes que nada conocimiento local"** también están haciendo un llamado de atención a la revaloración de los conocimientos tradicionales y de los individuos que los producen y que son quienes conservan la tradición en contextos específicos. Por tal motivo es que en función de la dirección que tome el proceso mismo de educación en ciencias, la reubicación de la mirada hacia lo local o *"in situ"* puede contribuir a recuperar la dignidad cultural que parece estar perdida en muchas comunidades detentadoras de conocimientos tradicionales.

Al reconocer la diversidad en sus múltiples facetas (cultural, epistemológica, axiológica), se recupera también la auto-confianza en la oportunidad de que cada comunidad o nodo cultural -que constituye el paisaje de lo global- pueda contribuir positivamente a lograr que la educación científica incida de manera efectiva en el esfuerzo por constituir un mundo más justo socialmente.

Un modelo dialógico intercultural de educación científica es, por lo tanto, compatible con el desarrollo de un modelo de sociedad orientado a la cohesión social, a la reducción de las desigualdades, y al fortalecimiento de la autonomía individual en un contexto de solidaridad e involucramiento social activo.

---

## **5.2. Implicaciones sociopolíticas**

---

La educación científica intercultural va de la mano de la posibilidad real de que los agentes que intervienen en ella (estudiantes, profesores y demás miembros de la comunidad en la que viven) participen efectivamente en los procesos de generación de nuevos conocimientos e innovaciones socioeducativas para



solucionar problemas específicos. Esta posibilidad de participación efectiva **lleva consigo un trasfondo de “empoderamiento” o capacitación de los** individuos involucrados en el proceso formativo, para definir de manera autónoma el rumbo de su propio desarrollo personal y colectivo.

**Para Burguete y Torres (2007), el “empoderamiento” busca dar cuenta** de procesos que suponen la transformación de las relaciones de poder a favor de aquellos que con anterioridad tenían escasa autoridad sobre sus propias vidas; se trata de un conjunto de acciones para ganar control y poder, lo que se traduce en la capacidad de decidir sobre el control de sus recursos, de su entorno, de sus propios proyectos, de su propia vida y de hacerse cargo de sí mismos. Si bien el empoderamiento no es transferir el poder de una esfera a otra, sí pretende limitar y controlar el poder existente rompiendo el círculo de dominación y violencia.

A lo largo de la historia, muchos sistemas educativos en lugar de funcionar como espacios para el empoderamiento, han funcionado más bien como instrumentos para la socialización de una cultura hegemónica que ha resultado de la confrontación violenta entre distintas fuerzas sociales, ideologías o concepciones generales de la vida y el mundo (Torres, 2001). Por tal motivo, la transformación del espacio educativo intercultural de la ciencia como un espacio de empoderamiento, es una condición para configurar experiencias interculturales de educación científica, que además de ser dialógicas, sean también *cívicas*.

Si la educación científica como diálogo intercultural logra mostrar que los conocimientos derivados de otras culturas diferentes a la propia han constituido y constituyen saberes legítimos, y si también promueve el aprendizaje a través del intercambio, entonces la educación científica estará en vías de contribuir al empoderamiento de las diferentes culturas. Los estudiantes se empoderan cuando desarrollan su capacidad de autonomía, tanto para la toma de decisiones como para la construcción de nuevos conocimientos e innovaciones socialmente relevantes para su comunidad (esto es, cuando desarrollan competencias para el “proceder científico”).

Así pues, del mismo modo que para construir experiencias educativas *dialógicas* interculturales resulta necesario considerar al conjunto de implicaciones y problemas epistemológicos derivados del modelo educativo propuesto, para que tales experiencias educativas *además de ser dialógicas sean cívicas*, o forjadoras de ciudadanía, es imprescindible profundizar en el estudio de las implicaciones sociopolíticas de la educación científica intercultural con la finalidad de constituir experiencias cívicas interculturales que contribuyan a:

- 1) Formar una ciudadanía diferenciada que se distinga por ser activa y participativa en la toma de decisiones de los asuntos públicos relevantes.
- 2) Brindar al estudiante capacidades para la transformación de las condiciones de desigualdad prevalecientes en el entorno educativo, político y social en el que vive.
- 3) Ejercitar al estudiante en la convivencia democrática dentro de un estado plural.

Se educa en ciencias para conformar una ciudadanía, pero no cualquier ciudadanía; se educa en ciencias para configurar una democracia, pero no cualquier democracia. La multiculturalidad constitutiva de los contextos educativos exige, entonces, la continua reflexión en torno a conceptos que **resultan clave en la filosofía política de la ciencia, tales como: "ciudadanía", "democracia", "comunidad", "vida comunitaria", "estado-nación", "estado plural", por mencionar algunos.**

Nociones como éstas serán abordadas, de manera introductoria, en los siguientes apartados, los cuales tienen el fin último de ubicar y proyectar al modelo dialógico intercultural de educación científica como una iniciativa para la conformación de un estado auténticamente democrático.

### **5.2.1. La educación científica como diálogo crítico es un ejercicio para la formación cívica intercultural**

Educarse en ciencias significa, desde la propuesta dialógica intercultural, aprender a determinar cuándo es que los conocimientos científicos tienen sentido para comprender, explicar o solucionar algún fenómeno o problema planteado por el entorno, **y cuándo no tienen sentido**. Aprender a distinguir y a argumentar en torno a qué aportes de la ciencia y la tecnología resultan convenientes de implementar para transformar alguna práctica cotidiana, requiere forzosamente de la participación activa, racional y crítica de los involucrados en el proceso formativo, pues éstos últimos serán los vectores encargados de llevar la ciencia hacia el tejido social del cual forman parte. Por tal razón es que educarse en ciencias se vuelve una vía para lograr el enriquecimiento y la transformación de identidades y prácticas.

Los estudiantes, en tanto miembros de una comunidad más amplia, son parte activa en la definición del papel de la ciencia en su cultura; esta tarea (que imprime una naturaleza dialógica y cívica a la educación) les corresponde también a los alumnos, y no solamente (de forma unilateral como suele suceder) a los profesores o a los científicos como figuras de autoridad. Una educación científica que fomenta la heteronomía entre los estudiantes los obliga a aceptar un sistema de conocimientos y prácticas irreflexivamente; una educación científica orientada al desarrollo de la autonomía<sup>1</sup> otorga el poder a los alumnos de pensar por ellos mismos y decidir en diálogo lo que es aceptable para su contexto. Una cultura, cualquiera que ésta sea, al ser un contexto que orienta los fines, valores e intereses a perseguir y al proporcionar

---

<sup>1</sup> Parekh (2000) discute la importancia de relativizar la noción de autonomía, en el sentido de que no se puede sobrevalorar para todas las esferas de la vida, así señala: "... una cultura puede promover el bienestar sin promover la autonomía tal como ocurre en el caso de muchas sociedades tradicionales y jerárquicas. O puede incentivar la adopción de una idea tan extrema de la autonomía que sea incapaz de generar "sentido de comunidad" o una identificación colectiva...". En mi interpretación, la relativización que hace Parekh es importante para entender que la vida política en las sociedades contemporáneas requiere distinguir entre autonomía individual y autonomía de los pueblos. De aquí se sigue que cuando hablo de autonomía aplica para ambos niveles, en cuanto que puede tener lugar a nivel individual o colectivo, según lo autodeterminen los individuos mismos o sus comunidades como grupo. Autonomía es incluso poder decidir si se quiere ser heterónimo. Para autores como Kymlicka (1995) la autonomía implica: la dirección de la vida propia de acuerdo a lo que se considera que la dota de valor y la libertad de poder revisar y poner en cuestión las propias creencias. Para Villoro (1998) implica la capacidad de elegir conforme a sus propios fines y valores y de ejercitar esa elección.

los criterios de racionalidad dentro de una comunidad, es por lo tanto, condición necesaria para el ejercicio de la autonomía.

La participación activa en experiencias educativas de diálogos interculturales, que responden a intereses y necesidades del entorno y que se coordinan en colaboración entre la escuela y la comunidad, incide en el desarrollo de un mayor sentido de responsabilidad social y cuidado hacia los demás. El cuidado hacia los demás, la ayuda y el respeto hacia los otros, se entienden no como actos de caridad o de asistencialismo, sino como parte de la responsabilidad que se adquiere con una creciente toma de conciencia moral, social y cívica.

En virtud de que la educación científica como diálogo intercultural **encamina a los estudiantes en un "proceder científico" en donde *exploran, dialogan, eligen, deciden y actúan***, también está preparando a los alumnos como ciudadanos responsables, ejercitándolos tanto para una toma de decisiones cada vez más autónoma, como para la elección de alternativas y cursos de acción con base en criterios sustentados y en el marco de un proyecto de vida, así como para la ejecución de acciones que reflejen una mayor preocupación por los demás y por el bienestar colectivo.

En el análisis realizado por Torres (2001) se exponen los vínculos que unen a las teorías de la ciudadanía, la democracia y el multiculturalismo con la educación. Para este autor, siempre que se habla de educación y multiculturalismo, debe de incluirse una discusión sobre su papel en la formación ciudadana y democrática, ya que la naturaleza política de la educación depende de la teoría del estado que la fundamenta.

Para Torres (2001), la idea de democracia implica el concepto de una ciudadanía democrática, en la que los ciudadanos son responsables, capaces de participar, de escoger a sus representantes y supervisar su desempeño; estas prácticas no son solamente políticas sino también pedagógicas, puesto que la construcción del ciudadano democrático se hace desde la escuela.

Al abarcar no solamente lo epistemológico, sino también lo social y lo político, la educación científica de nueva cuenta se caracteriza por su

contribución fundamental a la formación de una ciudadanía que cada vez se ve más inmersa en un entorno configurado por los avances científico-tecnológicos.

No obstante, existen al menos un par de enormes diferencias que quiero señalar, entre la contribución que a la formación ciudadana hace el modelo dialógico intercultural de educación científica y la educación científica como tradicionalmente ha sido puesta en marcha (ver el Capítulo 1).

En primer lugar, como he planteado en el primer capítulo, tradicionalmente se han detectado tensiones entre la educación científica como formación propedéutica para quienes van a estudiar ciencias, y la educación **científica para todos (referida como "alfabetización científica")** como aquella que enfatiza el aspecto de la formación de ciudadanos responsables en torno a la ciencia y a la tecnología. Aunque estas dos variantes de la educación (formación propedéutica y formación ciudadana) no son incompatibles entre sí, y en ello han insistido Acevedo, Vázquez y otros (2005), su complementariedad parece quedar restringida sólo a los discursos.

Como describí en los primeros capítulos, ha sido difícil lograr configurar en la práctica una educación científica *integral* que al mismo tiempo que enseñe conceptos científicos promueva la formación ciudadana para la democracia.

La contribución que a este respecto hace el modelo educativo de diálogo intercultural que propongo es, principalmente, el ofrecer un instrumento práctico para lograr integrar, desde el trabajo en el aula, los cuatro pilares fundamentales de toda educación integradora tal y como la describe Delors (1989): aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos, y aprender a ser.

En México es necesario proponer enseñar ciencias como un ejercicio concreto de interacción entre culturas; incluir como igualmente legítimos a los conocimientos científicos y a los conocimientos tradicionales que las comunidades indígenas mexicanas han desarrollado para dar respuesta a los desafíos del entorno, sin la intención de mostrar *a priori* a la ciencia como la mejor respuesta posible ante un fenómeno dado. Es importante no relegar las otras visiones del mundo y presentarlas como meras aproximaciones que a lo

largo de una historia progresiva del pensamiento humano han tenido lugar, pero que gracias a la ciencia de nuestros días se ha comprobado que han sido aproximaciones más o menos incorrectas, según el grado en qué se alejen o se acerquen a los planteamientos de la ciencia. Como ya he desarrollado en capítulos anteriores resulta irracional confiar ciegamente en la autoridad de la ciencia y adjudicarle una superioridad intrínseca sin relación a un contexto que determina lo que es racional con arreglo a ciertos intereses, fines, valores y necesidades concretas que varían espacio-temporalmente, como lo reflejan la serie de ejemplos abordados anteriormente.

La importancia de presentar a los estudiantes las diferentes visiones del mundo no solamente les permite desarrollar en la práctica la capacidad crítica de evaluar las distintas pretensiones de conocimiento y elegir entre ellas con base en razones, sino que además les ofrece la oportunidad de ejercer una democracia participativa en pequeña escala (suponiendo que el aula es un microambiente de reproducción de las estructuras sociales).

**Si dentro del aula sólo tiene voz y voto “lo que la ciencia establece”** con respecto a un fenómeno o problema particular, entonces implícitamente se les enseña a los alumnos la invalidez de sus propios argumentos en torno a lo que posiblemente en su cultura, resulta ser lo más racional con respecto a una situación concreta. El enseñar-aprender ciencias debe poder ser experimentado como un espacio de diálogo simétrico que desarrolle entre los estudiantes la capacidad de activación contextual de una representación del mundo (científica o no), que de entre las múltiples posibles, es la más racional frente a una situación dada.

La acción ciudadana se da siempre en un contexto, por lo que es imprescindible desarrollar microambientes democráticos reales para favorecer el ejercicio de las competencias ciudadanas. ¿Cómo se podría fomentar el diálogo intercultural a nivel nacional e internacional si nunca ningún alumno mexicano pudo ejercitar dentro del aula la capacidad crítica de explorar la inevitable pluralidad cultural y de evaluarla racionalmente?

Si queremos contextos para la participación cívica y democrática se deben poder ofrecer éstos en la vida cotidiana, y sobre todo en el proceso

educativo de la ciencia debido al papel preponderante que ésta ocupa hoy en la cultura. Desde el comienzo de la escolaridad es prioritario promover la participación y la toma de decisiones sobre asuntos de la vida real (ver los ejemplos de la sección 4.2.5.). Cualquier decisión que necesitemos tomar es una oportunidad para practicar la participación democrática, más aún si ésta contempla la diversidad de puntos de vista y de sistemas de normas y valores culturalmente variables.

**Siendo que las competencias asociadas al “proceder científico” también** contribuyen a la formación para la ciudadanía, esta última no podría ser una asignatura aislada (clases de civismo, por ejemplo), porque es una responsabilidad compartida que atraviesa todo el ámbito educativo, particularmente el dedicado a las ciencias como ya he señalado.

En segundo lugar, quiero hacer hincapié en la otra gran diferencia que es posible distinguir entre la contribución que a la formación ciudadana hace el modelo de educación científica que propongo en esta tesis y la educación científica como tradicionalmente ha sido puesta en marcha. Ésta diferencia se refiere al **entendimiento de la noción misma de “ciudadanía”**.

Casi todos los proyectos de educación científica o de alfabetización y cultura científica se presentan a sí mismos como proyectos de formación ciudadana, sin embargo, son ambiguos en el significado de un concepto como el de ciudadanía, el cual (como todos los conceptos) debe ser redefinido para cada época y en cada contexto.

La historia de la educación indígena en México es un recuento de cómo a través de la alfabetización se ha procurado homogeneizar la diversidad cultural (consultar Bello, 2007). En consecuencia, un espacio de educación científica en el que la toma de decisiones no incluye la confrontación (o bien la complementariedad) de lo científico con lo no-científico, sino que presenta a los saberes de la ciencia como productos incontrovertibles del pensamiento humano, **inevitablemente promueve lo que Velasco (2008) llama “una realidad discriminatoria basada en el conocimiento”**.

Según Velasco, el concepto de ciudadanía tiene que incluir los saberes y destrezas que requiere una persona para poder desarrollarse plenamente, en

lo individual y en lo colectivo; por lo que el reconocimiento y vigencia de los derechos de las personas, también está basado en el conocimiento y por lo tanto, el criterio para determinar qué personas son efectivamente ciudadanos, depende de que tengan ciertos tipos de conocimiento. Si los conocimientos tradicionales son excluidos, subestimados o minimizados en el ámbito de la educación formal (promoviendo lo que Velasco llama **"monopolio de legitimidad del conocimiento"**) esto se traduce en la exclusión ciudadana de numerosas comunidades, especialmente de indígenas. Si la educación de las ciencias descalifica los saberes tradicionales generados en las culturas indígenas, éstas con mayor dificultad podrán ser reconocidas por parte de instituciones públicas, principalmente jurídicas y políticas.

Velasco (2008, p.1) distingue los dos sentidos comúnmente referidos para la ciudadanía, tanto respecto a derechos individuales como colectivos, de la siguiente manera:

**"...En su sentido pasivo, la ciudadanía se entiende como el reconocimiento de un conjunto de derechos civiles, políticos, sociales y culturales, sean individuales o colectivos. En su sentido activo, la ciudadanía se entiende como la participación efectiva de los miembros de una comunidad que reúnen ciertas condiciones en la toma de decisiones políticas que afectan a esa comunidad, incluyendo desde luego decisiones que tienen que ver con el reconocimiento de derechos..."**

Velasco asocia la ciudadanía con el conocimiento, en función de que ejercer ciertos derechos civiles y libertades políticas (como el derecho a votar y ser votado, la libertad de expresión, de trabajo, de procesos judiciales justos), requiere de cierto tipo de saberes (por ejemplo, saber leer y escribir en la lengua oficial del país). En consecuencia, es fundamental la cuestión de la legitimidad de la pluralidad saberes, en el sentido de cómo se define aquello que se considera como el conocimiento relevante y pertinente para ejercer los derechos ciudadanos básicos.

Por su parte, Rubio *et al* (2000) señala que la distinción entre ciudadanía pasiva y activa contempla exclusivamente el eje de la integración social sin tener en cuenta el otro gran eje de la diferenciación social, por lo que también en este otro sentido ha de replantearse el concepto de ciudadanía. Veamos.

Por ciudadanía se entiende habitualmente el reconocimiento, por parte del estado, del derecho de los individuos que lo integran a gozar de libertades



fundamentales en especial de los derechos civiles y políticos. Tal capacidad política y jurídicamente reconocida es la que constituye a los individuos en ciudadanos. El proceso de construcción de ciudadanía se entiende así, como la enseñanza-aprendizaje de derechos, de responsabilidades y de participación.

**Una noción clásica de ciudadanía se remonta a los años 50's con los planteamientos de T. Marshall, los cuales son analizados críticamente por Torres (2001)<sup>2</sup>.** Para Marshall, la ciudadanía es un estatus que se traduce en términos de derechos y obligaciones, los cuales: a) son individuales, b) son los mismos para todos los miembros de la sociedad, y c) encarnan un ideal normativo de identidad compartida.

La ciudadanía clásica representa el estatuto de pleno miembro de la comunidad con iguales derechos y obligaciones (cívicas, políticas y sociales), y donde la comunidad reconoce que es una unidad orgánica de cultura compartida. Esta inclusión cívica da por supuesto un marco nacional culturalmente homogéneo que afecta el sentido de identidad y pertenencia de grupos culturalmente diversos, pues hace notar por una parte, que no existe concordancia entre la comunidad cultural y la comunidad política, y por otra, que si la concesión de la ciudadanía se hace al precio de la asimilación en la cultura mayoritaria, entonces el concepto privilegia de forma tácita ciertas identidades culturales a expensas de otras.

En este sentido, como señala Rubio *et al* (2000), los ciudadanos de un estado pueden verse (en mayor o menor medida) favorecidos o restringidos en el ejercicio efectivo de sus derechos, pues a la complejidad social se suman la complejidad étnica y cultural. En sociedades multiculturales, como afirma Parekh (2000), la comunidad mayoritaria ejerce sus derechos culturales, pero las minorías no. Los pueblos indígenas, por ejemplo, no han gozado de iguales oportunidades para ejercer sus derechos ciudadanos; aunque se les declare iguales en derechos, en realidad no lo son porque carecen de las mismas oportunidades para realizar y ejercer su autonomía siguiendo su propia cultura (Villoro, 1998; 2007). Esto ha dado lugar a lo que Torres (2001) caracteriza

---

<sup>2</sup> Torres resume su crítica a Marshall en los siguientes puntos: a) su análisis tal vez ya no explique los cambios en la ciudadanía debidos a un capitalismo reestructurado y globalizado; b) Marshall no tomó en cuenta la cuestión de la etnicidad; c) no tuvo en cuenta la subordinación de las mujeres, pues el sujeto "hombre, inglés y adulto" era el ciudadano por excelencia y el que Marshall tenía en mente (Torres, 2001).

como ciudadanía dual en la que existen por un lado, "ciudadanos de primera"<sup>3</sup> y por otro, "ciudadanos de segunda o prescindibles"<sup>4</sup>.

Rubio *et al* (2000) propone entonces, distinguir entre ciudadanía simple (clásica) y compleja, insistiendo en que la ciudadanía en las sociedades multiculturales sólo puede ser una ciudadanía compleja<sup>5</sup>.

La ciudadanía simple, siguiendo a Rubio *et al* (2000) queda restringida a la homogeneización forzada que impone un estado y que despoja a los individuos de sus signos de identidad, en cuanto miembros de grupos étnicos diferenciados. Una ciudadanía compleja implica un doble proceso: el reconocimiento de los rasgos diferenciales personales y de grupo (diferenciación etnocultural) de cada individuo, por un lado, y por el otro intercambios culturales mediante los que se construyen los rasgos comunes mutuamente enriquecedores. Se trata, pues, de procurar el reconocimiento de las peculiaridades diferenciales (étnicas, lingüísticas, históricas, culturales) – estatus de autonomía- y su plasmación en instituciones adecuadas de autogobierno –que impiden una secesión o independentismo-. Lograr constituir una ciudadanía compleja como la que delinea Rubio<sup>6</sup> equivale a propiciar una interacción entre los diferentes grupos humanos, o en palabras del autor para lograr una interculturalidad "la solución no es un mosaico plurinacional, sino el pluralismo sociocultural" (Rubio *et al*, 2000, p.17).

---

<sup>3</sup> "...Que pueden ejercer a su antojo cualquier modelo de representación y participación política, no sólo mediante su voto, sino con la acción política, porque están relacionados con las redes de poder..." (Torres, 2001, p. 180).

<sup>4</sup> "...Aquellos cuya marginalidad se construye mediante el proceso de representación de los medios de comunicación masiva, aparejada con su aislamiento y fragmentación políticas. Padecen graves presiones económicas...sus estrategias para la sobrevivencia cotidiana son más importantes que cualquier otra actividad, incluida la política..." (Torres, 2001, p. 180). O sea que no tienen las condiciones para ejercer sus derechos civiles (derecho a la libertad de expresión, a la justicia, a poseer propiedad, etc.), políticos (derecho a votar, a elegir y ser elegido, etc.) y sociales (un mínimo de bienestar económico y de seguridad para vivir una vida plena).

<sup>5</sup> Para Rubio, sin la redefinición del concepto de ciudadanía se vuelve casi impensable cualquier programa de renovación de la democracia, sencillamente porque es imposible plantear una democracia auténtica sin auténticos demócratas.

<sup>6</sup> De manera adicional, como señala el mismo autor, cabe recalcar que una ciudadanía compleja exige a su vez una reinterpretación de los derechos humanos (que crean un concepto más universal de ciudadanía), pues sigue pendiente una universalización diferenciada de los mismos, para que mediante el diálogo intercultural sea posible traducir los derechos verdaderamente universalizables, así como la construcción conjunta de nuevos derechos, si es el caso.

En el concepto de ciudadanía compleja<sup>7</sup> se permite a los grupos sociales desfavorecidos su integración en el estado, sin perder por ello sus rasgos diferenciales propios. La integración diferenciada tiene lugar no sólo como individuos sino como grupos específicos, permitiéndoles mantener su identidad tanto individual como colectiva, con la plena vigencia de sus valores y rasgos culturales<sup>8</sup>. Consiste en una forma diferente de ser miembro de la comunidad política: unos ciudadanos conciben su relación con el estado de forma directa, mientras otros establecen dicha relación a través de su identidad colectiva. Los individuos no pueden ser singularizados por una identidad básica única (Torres, 2001).

Según Rubio *et al* (2000, p. 28) el concepto de ciudadanía compleja atiende adecuadamente los siguientes tres aspectos: a) iguales derechos fundamentales para todos los ciudadanos, b) derechos diferenciales de todos los grupos<sup>9</sup>, mayorías y minorías, que deberían componer la estructura del

---

<sup>7</sup> Que coincide en gran medida con la ciudadanía democrática multicultural cuyas bases propone Torres (2001).

<sup>8</sup> Como se verá en las siguientes secciones, este planteamiento implica a su vez, cambios en la concepción tradicional del estado.

<sup>9</sup> Derechos que se creen necesarios para mantener su identidad colectiva, y que como señala Parekh (2000) no son sencillos de acomodar en la jurisprudencia liberal. Igualdad de derechos no significa que estos derechos sean idénticos, porque los individuos con trasfondos culturales distintos pueden precisar de derechos diferentes para gozar de igualdad. En el estudio de Parekh, los derechos colectivos se adquieren mediante dos formas: a) derechos colectivos derivados, tales como los derechos de sindicatos o clubes, donde el individuo pone en común sus derechos o los cede a la colectividad, y; b) derechos colectivos primarios, en donde las comunidades pueden adquirir derechos *sui generis* por lo que son y no de forma derivada a través de sus miembros, porque estos últimos no gozan de esos derechos en tanto que individuos. Este último grupo de derechos se puede dividir en: 1. derechos colectivos ejercidos individualmente (por ejemplo, el derecho de los *sikh* a llevar turbante) y; 2. derechos colectivos ejercidos colectivamente (por ejemplo, el derecho a la autodeterminación, el derecho de una comunidad a ser consultada en cuestiones de interés para ella, etc.). Los derechos colectivos han generado una enorme polémica en su relación con los derechos individuales. No obstante, la importancia de los derechos colectivos queda resumida en la siguiente reflexión: si a una comunidad se le dota de derechos necesarios para preservar su identidad colectiva, entonces esa comunidad podría aportar potencialmente algo único y valioso a toda la sociedad en sentido amplio, más aún si esa comunidad se ha visto marginada durante mucho tiempo, pues éstos derechos potenciarían su capacidad para recobrar sus condiciones de igualdad (Parekh, 2000). **Por ejemplo, a una mujer indígena de la sierra de Oaxaca que es "utilizada" para transportar droga,** no se le puede aplicar la ley por igual, sin al menos un traductor; se requieren por lo tanto derechos especiales porque de otra manera la ley condenaría a quien se le ha negado todo desde siempre, dando como resultado que el círculo de la pobreza y desigualdad se ensanche. En este sentido, las condiciones para ejercer derechos colectivos (quiénes, cuáles derechos y cómo ejercerlos) deben someterse al diálogo, y ser examinadas caso por caso, contextualizadas, para que no sean utilizados como plataforma para la discriminación o el privilegio (en este caso, los derechos colectivos complementan o perfeccionan los derechos individuales en su contexto social). Para Villoro (1998; 2007) los derechos individuales no entran en contradicción con los individuales si una colectividad tiene el sentido de comunidad cultural consciente de sí misma. Para que un individuo pueda elegir conforme a sus propios fines y valores requiere primero la condición de que se le respete el contexto cultural que legitima esos fines y valores y que le dotan de una identidad individual y colectiva. El contexto cultural, es el contexto donde se hacen elecciones. Los derechos colectivos para Villoro son condición necesaria para la autonomía de las personas, por lo que estos no contradicen los derechos individuales sino que los refuerzan.

estado; y c) condiciones mínimas de igualdad para el diálogo intercultural, pues dicho intercambio generalmente se ha realizado en condiciones de desigualdad y bajo la hegemonía del grupo social dominante.

Para que este último punto pueda garantizarse es necesario crear políticas multiculturales que incluyan medidas para lograr dicha simetría, así como mecanismos para prevenir la tendencia homogeneizadora y asimilacionista y en su lugar poder incentivar el intercambio intercultural. A diferencia de la educación científica tradicionalista, el modelo dialógico intercultural de educación científica es una propuesta en esta dirección. Partiendo de creer que toda cultura puede aprender de las demás, ***la educación científica para el diálogo intercultural es explícitamente compatible con una noción de ciudadanía activa, pero también con una noción de ciudadanía compleja***<sup>10</sup>.

En estas líneas no pretendo, de ninguna manera, resolver el amplio debate sobre la noción de ciudadanía, democracia o estado, sólo quiero mostrar la importancia que tiene distinguir explícitamente, a qué conjunto de presupuestos se asocia una u otra idea de educación científica, siempre que se habla de ella. Como afirma Torres (2001), la noción de ciudadanía no se puede considerar autoexplicativa y no problemática, ya que es un concepto que debería responder al carácter pluricultural de las sociedades.

**Afirmar sin más ni menos que “una educación científica es necesaria para la fortalecer la ciudadanía” prácticamente es un enunciado vacío y no dice nada si no se especifica a qué noción de ciudadanía se está haciendo referencia: ¿a una noción que incluye ella misma el debate y la preocupación por la interculturalidad o una ciudadanía simple ajena al debate del**

---

<sup>10</sup> Cabe reconocer que para lograr constituir una ciudadanía activa y compleja, se requieren virtudes políticas esenciales como el respeto mutuo, la voluntad de entrar en mundos de ideas poco familiares, la capacidad de vivir en medio de diferencias no resueltas (Parekh, 2000), todas ellas esenciales para el diálogo intercultural. Una nueva cultura cívica requiere, además, que la escuela fomente entre los estudiantes lo que se han hecho llamar competencias ciudadanas entre las que se pueden distinguir: Autodeterminación y cuidado de sí; expresión y comunicación; desarrollo de innovaciones y soluciones a problemas determinados; trabajo colaborativo; participación con una conciencia cívica y ética, con una actitud respetuosa hacia la interculturalidad y la diversidad de creencias, valores, ideas y prácticas sociales. Estas competencias van de la mano del aumento de responsabilidad social que ha surgido en la medida en que una ciudadanía mejor educada ha planteado nuevas demandas -apoyadas políticamente- a la ciencia y a la tecnología. Los riesgos que, sobre diferentes sectores sociales, se han incrementado con los avances científico-tecnológicos exige que junto con científicos y tecnólogos, todos los ciudadanos se involucren en la toma de decisiones en torno al rumbo que han de tomar estas actividades.

multiculturalismo? Lo mismo aplica para otros conceptos como el de democracia o estado, de los que me ocuparé en los próximos párrafos, pues de la misma manera, siempre que se habla de educación científica para la democracia es necesario explicitar si estamos hablando de una democracia formal, meramente representativa o una participativa-deliberativa. El cuidado de explicitar estas definiciones es parte de la reflexión de llevar la educación científica de lo abstracto a lo concreto.

Lo anterior cobra mayor sentido si se reconoce que aceptar la realidad y la deseabilidad de la diversidad cultural implica estructurar una vida política en consecuencia, pues, no obstante el creciente reconocimiento de la valía de la pluralidad cultural y del reconocimiento de los derechos individuales y colectivos, sigue teniendo lugar la exclusión ciudadana de numerosas comunidades, especialmente de indígenas.

### ***5.2.2. La educación científica intercultural es una vía para la transformación de las condiciones socioeducativas de desigualdad***

Los distintos conflictos sociales dan cuenta de que las diferentes culturas no coexisten pacíficamente, por el contrario, compiten entre sí y luchan con frecuencia por el dominio y la autoridad. En todos los casos se ha dado siempre una estructura asimétrica en la que la cultura mayoritaria, que ostenta una posición hegemónica en la economía o la política, defiende su propia posición privilegiada.

Hoy en día, el poder económico, educativo, político e ideológico se concentra en algunas cuantas naciones, en las grandes empresas transnacionales, y en algunos otros grupos sociales. Mientras tanto, grupos como los indígenas carecen del poder educativo, político y económico suficiente como para constituir una presencia política significativa, por lo que no se les toma en cuenta como interlocutores en las instancias de decisión colectiva.

Las desigualdades que derivan de lo anterior, no se manifiestan solamente en la pobreza; porque incluso ésta es considerada entre algunas comunidades indígenas mexicanas una virtud, de manera que si en principio, no entendemos el significado de los conceptos localmente, entonces poco se

podrá alcanzar para transformar las asimetrías culturales y menos aún si se siguen elaborando políticas públicas asistenciales y paternalistas que no procuran impartir justicia social porque no parten de primero comprender y escuchar a las distintas culturas y los términos que rigen sus relaciones con otras<sup>11</sup>.

En el caso de México, no basta con reconocer en el artículo cuarto de la constitución política que la nación mexicana tiene una composición pluricultural sustentada originalmente en sus pueblos indígenas. Es necesario, adicionalmente implementar instrumentos concretos para que, efectivamente, se modifiquen las relaciones interculturales en México hacia una mayor simetría y equidad; el modelo educativo dialógico que propongo es una alternativa local en esta dirección.

El modelo dialógico intercultural de educación científica procura hacer una contribución desde el terreno educativo para disminuir la exclusión y las desigualdades políticas, económicas y educativas que separan a las comunidades más marginadas de los beneficios que traería un intercambio cultural simétrico en el ámbito del conocimiento. Esto a través de potenciar los espacios educativos destinados a generar nuevos conocimientos y a aprovechar los conocimientos científicos y tecnológicos generados en otras partes, pero que pueden resultar pertinentes y aceptables para solucionar algunos de los problemas locales considerados relevantes.

Con la expansión de las fuentes cognitivas y de la base de evaluación intercultural (que incluiría lo indígena y lo no-indígena) a que tendrían acceso los estudiantes dentro del modelo educativo que propongo, insisto en mostrar que la cultura con la que se identifican los alumnos, dejaría de ser una herencia pasiva de desigualdades y marginación que jamás podrán cambiar. Ahora el proceso de educación científica se puede convertir en ***el medio activo para la transformación social (socioeducativa, en sentido amplio) y para la creación de nuevos significados a partir de la interacción*** (ya que los

---

<sup>11</sup> Este ha sido el caso de la respuesta gubernamental a, por ejemplo, las demandas del Ejército Nacional de Liberación Zapatista (EZLN). La demanda zapatista por condiciones dignas de trabajo, tierra, techo, educación, alimentación, salud, en su versión institucional dieron lugar a políticas públicas asistencialistas tales como: Programa de Empleo Temporal, Piso Firme, sistemas de abasto Diconsa, entre otras (Leyva y Burguete, 2007).

significados no vienen dados de una vez y para siempre, sino que están en constante redefinición). En virtud de que todas las culturas son internamente plurales y ejercen, de hecho, un diálogo continuo entre diferentes tradiciones de pensamiento, aquella cultura dominante que no pueda apreciar el valor de las demás, difícilmente será capaz de apreciar la pluralidad que existe en su seno. Se necesitan frenar las prácticas de exclusión que todavía permean al proceso de escolarización. Es por ello que para la reducción de las desigualdades socioeducativas se requiere fomentar un diálogo entre culturas, junto con el proceso mismo de la formación ciudadana para la interculturalidad.

Esto exige que cada cultura esté abierta a las demás y dispuesta a aprender de otras visiones y sistemas de valores. Lo que no significa que las distintas comunidades culturales carezcan de coherencia interna o de identidad, sino más bien que reconozcan que su identidad es plural y fluida (Parekh, 2000).

La implementación del modelo de educación científica intercultural es un mecanismo para contribuir a disolver las desigualdades sociales, porque en cada experiencia educativa los alumnos trabajan juntos en varios problemas y enfoques, aprenden sobre las visiones y habilidades de los demás y gradualmente pueden transformar las *relaciones jerárquicas y de poder* que se dan *a priori* entre saberes y entre culturas o tradiciones de pensamiento (conocimiento científico-tradicional, profesor-alumno, indígena-no indígena). El resultado de cada experiencia cívica intercultural derivada de este modelo, es que las interrelaciones entre lo científico y lo tradicional, y lo indígena y lo no-indígena terminan pareciendo más a una tela de araña que a una pirámide encabezada por un profesor experto en ciencias.

En este sentido, ser indígena o no, poseer una serie de conocimientos tradicionales o científicos sobre algún fenómeno, no es una condición fija y predeterminada por la identidad individual o colectiva. La educación dialógica facilita el acceso a otras maneras de aproximarse al mundo y la adopción de una postura crítica ante alguna práctica o pretensión de conocimiento (sea ésta científica o tradicional).

La cultura dominante debería ceder parte de su hegemonía y permitir que florezcan otras tradiciones distintas a ella (a través del desarrollo de mecanismos para la interculturalidad como, por ejemplo, el modelo educativo que propongo).

La justificación a esta petición no radica solamente en el deber moral de permitir que las comunidades marginadas tengan la oportunidad de desarrollarse, porque ***del valor de la diversidad cultural no solamente se benefician los más desfavorecidos, sino toda la sociedad en su conjunto.*** Veamos.

Debido a que, siguiendo la tesis del pluralismo epistemológico, nuestros conocimientos y valores no cuentan con bases indiscutibles y objetivas, sino que en su lugar sólo tenemos razones intersubjetivamente discutibles para sostener una postura, cuando una cultura hegemónica tiende a universalizar sus saberes y valores se requiere de algún tipo de diálogo que contrarreste esta tendencia reduccionista. Como ya he señalado, el diálogo obliga al encuentro de diferentes experiencias históricas y culturales y en este sentido, como afirma Parekh (2000, p. 197-199, paréntesis mío):

**“...controla nuestros razonamientos sometiéndolos a un *test* transcultural para... asegurarnos de que son accesibles y aceptables para miembros de culturas *diversas*... Antes de acusar a ciertas comunidades culturales de ser irracionales, debemos hacer todos los esfuerzos posibles por entrar en el mundo de sus ideas y [entender] por qué defienden los puntos de vista que defienden...”**

La interculturalidad no es un decreto sino un proceso que requiere del diálogo. A través del diálogo se permite problematizar diferentes ámbitos de las culturas, para dejar al descubierto que la vida humana se puede vivir de múltiples formas distintas y provechosas. Como ninguna cultura ocupa un lugar privilegiado, entonces, cada una –sea o no la hegemónica- debe aceptar la necesidad del dialogo intercultural para poder florecer ella misma, a partir de ser criticada y comparada en aspectos específicos.

El estudio de Parekh (2000) nos recuerda que **“ninguna cultura refleja toda la verdad de la vida humana”**; por muy rica que sea, una cultura no puede encarnar todo el ámbito de posibilidades humanas. Ni en la ciencia, ni en los saberes tradicionales de las distintas comunidades se agotan las formas posibles del pensamiento humano. Las distintas culturas representan diversos



sistemas de significado e ideas sobre lo que es racional o no. Puesto que en cada una de ellas se materializa únicamente una gama limitada de capacidades humanas, y sólo se aprehende una parte de la totalidad de la existencia humana, una cultura precisa de otras para entenderse mejor a sí misma, **expandir sus horizontes y evitar “la tentación obvia de absolutizarse”** (Parekh, 2000, p. 492).

El diálogo intercultural disuelve, si no es que evita, la hegemonía de cualquier ideología política, limitando sus posibles excesos, ya que ninguna **tradición puede erigirse “como el fundamento único de una sociedad buena”** (Parekh, 2000). Si la cultura hegemónica por resguardar su posición privilegiada evita el intercambio cultural, corre el riesgo de volverse cerrada, intolerante y opresiva; *y al desincentivar el derecho a la diferencia, disminuye sus propias posibilidades de enriquecerse de la pluralidad.*

La opresión y marginación de comunidades como las indígenas debería representar para la cultura hegemónica la reducción de las oportunidades de poder reconocer sus propios límites y de aprovechar de manera simétrica la riqueza cognitiva contenida en otras comunidades culturales. La identidad y la alteridad se construyen recíprocamente.

Como hace notar Villoro (2007), en una sociedad no excluyente el derecho a la libertad es una condición básica para la elección de cualquier valor; pero éste no podrá ejercerse sin la satisfacción previa de otras condiciones igualmente básicas como las de sobrevivencia (alimentación, vestido, habitación, seguridad de vida) y las de convivencia (pertenencia a una comunidad). Amplios sectores de la población son casi esclavos de estas necesidades elementales al grado de impedirles perseguir cualquier otro valor (Thwaites, 2004). La libertad de elección no equivale a la libertad de realización, entendida esta última como la capacidad para realizar efectivamente lo que se decide. Ser considerados iguales en el orden jurídico no garantiza que las comunidades excluidas, como las indígenas, posean las condiciones para ejercer su libertad y elegir un plan de vida y realizarlo.

En la reflexión que hace Cortina (2009) sobre el trabajo de Amartya Sen, la pobreza es ante todo falta de libertad de agencia para llevar adelante

los planes de vida que una persona tiene razones para valorar<sup>12</sup>. Erradicarla exige empoderar a las personas para que sean agentes de sus vidas, porque **"...el poder no corrompe, corrompe el poder mal utilizado..."**<sup>13</sup> (Cortina, 2009, p.20).

Si las culturas marginadas carecen de las condiciones para desarrollarse, se disminuyen las oportunidades de que la cultura dominante se beneficie de los avances e innovaciones socioeducativas que potencialmente podrían desarrollar dichas comunidades marginadas, si éstas gozaran de condiciones simétricas para florecer y ejercer su libertad.

El modelo educativo que propongo es una sede en la que se hace posible la realización efectiva de una serie de elecciones de quienes participan en cada experiencia educativa, calificada de cívica e intercultural. Lo anterior, porque reconoce que los fines y valores realizables están dados por un contexto cultural que no se reprime o se niega, sino que por el contrario, tiene cabida dentro de cada clase de ciencias.

Además de un reconocimiento justo para las comunidades desfavorecidas, es necesario fomentar una base dialógica como condición previa de una democracia participativa que considere legítimas a las distintas tradiciones que lo conforman y les permita participar en la creación de un ambiente de equidad. No basta con reconocer el carácter multicultural de México (que puede derivar en un determinismo cultural), sino lograr que la pluralidad cultural sea interactiva y dinámica, en condiciones de simetría:

**"...Además de los derechos culturales, es necesario reivindicar los derechos económicos de los pueblos... pues... se trata de reivindicar las identidades... en**

---

<sup>12</sup> La pobreza, por lo tanto, no es sólo falta de medios o bienes primarios, como el ingreso o las mercancías. Tampoco son pobres aquellos cuyas preferencias no están suficientemente satisfechas, porque las preferencias pueden manipularse y dependen también de las oportunidades que cada sociedad ofrece; son pobres aquellos quienes no pueden desarrollar los proyectos vitales que podrían desear razonablemente (Cortina, 2009).

<sup>13</sup> Así, el enfoque de capacidades de Sen, en el que se refleja lo que una persona puede hacer o llevar a cabo, se trata de potenciar una libertad positiva, real y no sólo formal, es decir, una libertad de hacer y ser, es decir, libertad de ser agente de su vida (libertad de agencia) y de gobernar los procesos por los que alcanzan sus metas (libertad de proceso), o sea de elección entre posibles modelos de vida (Cortina, 2009). Dado que es imposible comprender a los individuos como separados de los contextos donde actúan, cada elección reflejará los intereses y valores sociales subyacentes en una sociedad particular. Los juicios de valor son de enorme importancia dentro del enfoque de capacidades, pues el desarrollo tiene que ver con promover las libertades que las personas tengan razones para elegir y valorar, y no sólo lo que valoran. El ejercicio de valorar tiene que ser el resultado de un proceso crítico de diálogo y razonamiento en el espacio público; la elección es pues, *elección razonada* (Deneulin, 2009).

condiciones de justicia social, dentro de cada país y en las relaciones internacionales...” (Olivé, 2007b, p.4).

Para apuntar a una democracia deliberativa, las sociedades multiculturales deben asegurar a las comunidades que la componen un reconocimiento y una porción justa de poder económico, cultural y político. Para ello, autores como Parekh (2000) y Villoro (1998) proponen reconceptualizar el papel del estado y de la democracia. Ésta última, como anota Torres (2001, p. 127) es en la actualidad una palabra intensamente debatida que significa diferentes cosas según diferentes perspectivas, aún cuando todos proclamen estar a su favor.

### ***5.2.3. Una experiencia cívica intercultural y transformadora contribuye al ejercicio democrático en un estado plural***

Como muestra Torres (2001), desde el siglo XX, la educación se ha ido convirtiendo cada vez más en una función del estado. Dada la correlación educación-estado, cuando uno de los dos varía se requiere replantear al otro, así, la conformación de una educación plural redundaría en la constitución de un estado plural y democrático, y viceversa. Como alguna vez lo señaló Freire, ***no hay revolución educativa sin revolución política.***

Para explicar el papel de un estado democrático, Torres (2001) distingue entre la democracia como método y la democracia como contenido. Como método, señala, la democracia es principalmente una representación política que incluye votaciones regulares, elecciones libres, supremacía de los derechos individuales sobre los colectivos, libertad de expresión. Como contenido, agrega Torres, la democracia se asocia con la participación política del pueblo en los asuntos públicos y significa cambios de poder entre los individuos en búsqueda de igualdad en los intercambios sociales y económicos.

Ya Bobbio (2005) había distinguido desde los 1980's al régimen democrático entendido de manera formal como el conjunto de reglas que establece quién está autorizado para la toma de decisiones colectivas en la que está prevista y propiciada la más amplia participación posible de los interesados. A diferencia de las autocracias, señala Bobbio, las democracias atribuyen este poder a un número muy elevado de miembros del grupo. Este

número elevado de miembros del grupo no equivale a decir que “todos”, ni tampoco se puede establecer cuántos individuos deben votar para comenzar a hablar de régimen democrático. En una democracia es indispensable también que, a quienes deciden (democracia directa) o eligen a quienes deberán decidir (democracia representativa), se les presenten alternativas reales para seleccionar entre una y otra opción. Siguiendo a Bobbio, para conocer si se ha dado un desarrollo de la democracia de un determinado país, se debería investigar no si aumentó o el número de votantes o de quienes tienen derecho a participar en las decisiones que les atañen, *sino si se multiplicaron los espacios en los que pueden ejercer ese derecho* (como sería en este caso, el espacio de la educación científica como sede de decisión entre lo racional o no para un contexto cultural, por ejemplo).

La cuestión que cabe recalcar aquí es que tanto para Bobbio (2005) como para Torres (2001), la democracia representativa es la forma existente y practicable de la democracia en la mayoría de los países latinoamericanos. Así, Torres argumenta en torno a cómo la democracia imperante en la actualidad es de tipo representativo y al estar basada en el principio del ciudadano activo, no tanto en los asuntos políticos, como en la selección de representantes, éstos últimos se convierten en los únicos que pueden tomar las decisiones **políticas, (en tanto que son los considerados “expertos o capacitados” en tales asuntos, gracias -en parte- a su conocimiento científico y técnico, al que supuestamente no tendría acceso el ciudadano común)** (Bobbio, 2005). Con respecto a la supuesta superioridad intelectual de la autoridad que convierte al ciudadano en mero elector, configurando **“realidades discriminatorias basadas en el conocimiento”**, cabe recalcar la reflexión que hace Velasco (2006, p.13):

“...La legitimidad del poder de los gobernantes no reside ya en la voluntad de sus comunidades... en el consenso ciudadano, puesto que esto se reduce a opiniones, tradiciones y costumbres infundadas. La legitimidad del poder político residiría... en el apego a teorías científicas o filosóficas de validez universal... patrimonio de una élite ilustrada que debe estar vinculada estrechamente, si no identificada, con el poder político... El ciudadano que carece de conocimiento científico y tecnológico no estaría capacitado para participar racionalmente en la toma de decisiones gubernamentales...” (Énfasis mío).

La tensión entre la democracia con reglas formales y la realmente deliberativa ha llevado a lo que autores como Torres (2001) caracterizan como la crisis de la democracia como noción, un escenario en el que las condiciones propiciadas por el capitalismo globalizado son cada vez menos democráticas, en el que el estado se ha hecho también menos democrático y más homogéneo, y en donde la educación científica como función del estado requiere de cambios sustantivos que incentiven y respondan a la multiculturalidad, evitando la **formación de "monopolios de legitimidad del conocimiento"**, como los ha llamado Velasco (2008).

**La petición de mayor democracia, "tan insistente en estos últimos años"** resalta Bobbio (2005, p. 49), se manifiesta en la demanda de que la democracia representativa sea acompañada e incluso sustituida por la democracia como contenido, participativa o directa<sup>14</sup>. Pero esta conversión es un proceso gradual en tanto, como hacer notar Bobbio, un sistema democrático caracterizado por representantes revocables es una forma de democracia representativa, pero por cuanto estos representantes son revocables, se acerca a la democracia directa.

Para Velasco (2006) el paso de una democracia representativa a una participativa coincide con dos modelos de democracia que corresponden a dos tradiciones políticas diferentes, no incompatibles sino complementarias y correctivas entre ellas: el liberalismo y el republicanismo.

Velasco distingue estos dos modelos de democracia analizando rubros tales como:

1. La noción de ciudadanía (pasiva, el ciudadano se identifica con elector, en el caso de la democracia liberal; activa en el caso del modelo republicano);
2. El concepto de nación (homogénea, idéntica al estado, en el caso liberal; cultural y plural, en el caso republicano);

---

<sup>14</sup> Bobbio advierte que cuando se habla de **democracia directa se hace referencia al "ideal democrático"**, en la que **todos** los ciudadanos participan en **todas** las decisiones que les atañen. Este ideal **"no ha existido ni existirá jamás"**, porque **necesita de muchas condiciones difíciles de reunir, entre ellas**: un estado muy pequeño, una gran sencillez de costumbres que prevenga o resuelva la multitud de negociaciones, mucha igualdad en los rangos y fortunas, etc. (Bobbio, 2005). También Villoro (1997) comparte la advertencia que realiza Bobbio.

3. La forma de representación política (predominio del representante, en el caso liberal; control del representante por parte de los representados, en el caso republicano);
4. La concepción de los derechos (universales e iguales para todos los individuos, en el modelo liberal; diferenciales para diversas comunidades culturales, en el caso republicano);
5. La virtud política fundamental (sistémica, como arreglo institucional de autocontrol del poder, en el caso liberal; cívica, como control ciudadano del ejercicio del poder, en el caso republicano);
6. La noción de libertad (**negativa, "libertad de", consistente en la ausencia de obstáculos estatales sobre la voluntad individual, en el caso liberal; positiva, "libertad para" participar y establecer consensos que garanticen la libertad individual, en el caso republicano).**
7. La organización del estado-nacional (centralizada, con predominio del gobierno federal, en el caso liberal; descentralizada con predominio de los gobiernos locales, en el caso del modelo republicano).

A reserva de que en las próximas líneas retomaré los planteamientos de Velasco en torno al republicanismo, la presentación comparativa de estos dos modelos de democracia deja claro que la democracia como contenido (republicana, deliberativa, directa, efectiva) implica un proceso gradual de mayor participación en el que todos son considerados iguales aunque, de hecho, sean diferentes. Esta mayor participación se manifestaría como una extensión del poder hacia los distintos ámbitos sociales, no solamente el político. Esto forzosamente debe llevar a un replanteamiento de la noción misma de estado que, al menos para el caso de México, se trata de un debate asociado con la falta de reconocimiento de las comunidades indígenas en la estructura política y legal que acompañó a la conformación del estado-nación mexicano.

En este sentido, Villoro (1998) analiza la noción de estado **distinguiéndola primero de lo que se entiende por "nación". Según Villoro, los miembros de una nación están vinculados entre sí por cuatro criterios: 1) comunidad de cultura, 2) conciencia de pertenencia, 3) proyecto común y 4) relación con un territorio. Los primeros dos criterios dan cuenta de una nación**

que deriva del pasado, mientras que los dos restantes dan cuenta de una nación proyectada que se ha decidido, en común, construir. El estado moderno es, para Villoro, una forma de nación proyectada que establece la homogeneidad en una sociedad heterogénea. Al integrarse al estado-nación, el individuo debe hacer a un lado sus rasgos étnicos, sociales o regionales para convertirse en un ciudadano, igual a todos los demás. La homogeneización de la sociedad, siguiendo a Villoro, nunca consistió, de hecho, en una convergencia de las distintas culturas en una que las sintetizara, sino en la acción de un sector dominante de la sociedad que impuso sus intereses y su forma de vida sobre los demás pueblos<sup>15</sup> que coexisten en un territorio<sup>16</sup>.

Por la misma vertiente que la expuesta por Villoro, corre el estudio de Parekh (2000) y el de Torres (2001). Según Parekh (2000)<sup>17</sup>, en el estado moderno se reconoce a los individuos como portadores de derechos en un espacio legal homogéneo sujeto al mismo cuerpo de leyes e instituciones. Puesto que el estado no podía funcionar sin la homogeneización cultural y social, se crearon mecanismos como el sistema educativo, para avanzar en esa dirección. El estado moderno homogeneiza a los ciudadanos y les hace relacionarse de una manera idéntica, subordinando a las diversas comunidades al mismo orden jurídico.

Torres, Parekh y Villoro coinciden en considerar que el estado moderno adolece de ciertas limitaciones principalmente por su afán por la homogenización política y cultural; por lo que en las sociedades multiculturales

---

<sup>15</sup> Los pueblos para Villoro (1998, p. 56-57) son culturas con una identidad y un proyecto propio. Pueden ser las naciones, (sociedades con una cultura e identidad propias, un proyecto histórico y una relación con un territorio) o bien las etnias que tengan su propia identidad cultural, aunque carezcan de la voluntad y el proyecto de ser una entidad histórica distintiva. Mientras que el estado se define por una relación de poder, el pueblo por una relación de cultura (Villoro, 2007).

<sup>16</sup> La justificación del dominio sobre la nación del grupo dominante ha estado basada en tres supuestos que Villoro resume de la siguiente manera: nación y estado deben coincidir, el estado-nación es soberano, y es una unidad colectiva que realiza valores superiores comunes a todos sus miembros. Frente a supuestos Villoro argumenta que el estado como fuerza de dominación política no necesariamente coincide la nación como proyecto de comunidad cultural e histórica.

<sup>17</sup> Parekh (2000) caracteriza al estado moderno como sigue: tiene una base territorial, una única fuente de soberanía y goza de una autoridad legal dentro de sus fronteras; se fundamenta en una serie única de principios constitucionales y muestra una identidad única. Puesto que la ciudadanía constituye una forma de relación homogénea, directa e idéntica entre el individuo y el estado, esto es, una relación no mediada ni diferenciada por su pertenencia a comunidades intermedias, el estado por lo tanto, coloca al individuo por encima de sus comunidades. Los miembros de un estado conforman un único pueblo unido (tal vez constituido por muchas culturas, etc), pero esto es políticamente irrelevante. Ahora si este estado es federal, sus unidades de base cuentan con los mismos derechos en cualquier parte del territorio.

acaba convirtiéndose en un instrumento de opresión e injusticia. Esto no significa que el estado esté desapareciendo o que se haya convertido en algo obsoleto (Thwaites, 2004). Lo anterior porque, según Parekh, el estado juega un importante papel histórico que puede aportar una estructura de autoridad democrática que solucione conflictos mediante el diálogo y que asegure el cumplimiento de las normas de convivencia. Pero como hace ver el mismo Parekh (2000) en igual tono que Villoro (1997; 1998), la unidad que requiere el estado no se hace equivalente con la homogeneidad o uniformidad.

Es necesario entonces, redefinir la relación existente entre el estado moderno y las culturas para determinar cuestiones tales como: si habría que reconocer jurídica y políticamente esta variedad de culturas o si habría que seguir privilegiando a la comunidad dominante, si la igualdad implica neutralidad, si el estado puede y cómo respetar a la vez la diversidad cultural y asegurar la unidad política (Parekh, 2000).

Esto significa que la diversidad cultural exige explorar nuevos tipos de estructuras políticas que podrían resultar más adecuadas para las sociedades multiculturales contemporáneas. Junto con la discusión en torno al multiculturalismo, el modelo moderno del estado-nación se encuentra bajo la lupa<sup>18</sup>.

Cabe aclarar que el cuestionamiento a la concepción moderna del estado, como apunta Villoro, no pretende la subversión de la democracia, sino su realización plena. Tampoco procura la disolución del estado o su desintegración, sino su transformación, ya que para Villoro el estado nacional cumple aún funciones importantes como defensa frente al exterior de intereses comunes y mantenimiento del orden y de la paz hacia el interior.

Frente al estado-homogéneo o moderno, autores como Parekh o Villoro plantean, pues, la posibilidad de conformar un *estado plural*, adecuado a la realidad social y constituido por una multiplicidad de culturas y de comunidades que deciden cooperar en un destino común:

---

<sup>18</sup> Tal es el caso del estudio de Carnoy y Castells (2001), quienes han descrito cómo en los últimos años, con la globalización, los estados nacionales se han transformado. Hoy dominan las fuerzas económicas transnacionales y algunos cuantos estados hegemónicos; ante lo supranacional los estados modernos han perdido poder, limitando sus funciones a garantizar el desarrollo de un creciente capitalismo global.



"...Tenemos que diseñar un nuevo tipo de estado que respete nuestra realidad...Tendría que ser un estado respetuoso de todas las diferencias... consistiría en la participación activa de todas las entidades sociales en un proyecto común de cambio. El estado se reduciría a coordinar, en este proceso, los proyectos diferentes de las comunidades reales y a proponerles una orientación común. La sede del poder se acercaría cada vez más a las comunidades autónomas que constituyen la sociedad real. El adelanto hacia un estado **plural es, así, una vía hacia una democracia radical...**" (Villoro, 1998, p. 47-48).

El proyecto hacia el estado plural que propone Villoro supone la concesión de autonomías compatibles con la unidad del país a los distintos pueblos que lo componen:

"... Cada uno tendría el derecho a determinar todo lo referente a sus formas de vida, a su cultura, a sus costumbres, al uso de su territorio... **El estado pasaría** entonces de ser una unidad homogénea a una asociación plural, en la que las **distintas comunidades participarían en el poder...**" (Villoro, 1998, p. 58).

El estado plural es un estado de democracia que garantiza las posibilidades de que sus miembros realicen su autonomía, conforme a su propia visión del mundo, sin imposiciones ajenas y dentro de la comunidad cultural a la que pertenecen.

La propuesta de Parekh a este respecto, y que denomina como estado multicultural (en vez de plural) se ubica en el establecimiento de normas éticas, principios e instituciones a partir del diálogo intercultural. Para este autor, el estado multicultural no tiene que constar de un único pueblo; puede ser una comunidad de comunidades autónomas pero con vínculos políticos y legales. El estado debería tratar igual a todas sus comunidades, pero igualdad no significa un tratamiento idéntico, sino que implica igual oportunidad de ser diferente.

Villoro también defiende la suposición de que el derecho a la igualdad y a la diferencia no significa uniformidad, sino igual capacidad de todos los individuos y grupos de elegir y realizar su plan de vida, conforme a sus propios valores, por diferentes que sean éstos. Luchar por la igualdad implica hacerlo por la singularidad. En el estado plural se pluraliza el estado sin minar la unidad necesaria para brindar a sus miembros un sentimiento de pertenencia para la construcción de intereses comunes; sin que la obtención de ciudadanía

signifique la asimilación por parte de la cultura dominante. El estado plural no tiene que ser culturalmente neutral pero sí equitativo, dotando a todas las voces de la posibilidad de participar del diálogo (Villoro, 1998; Parekh, 2000). La vía del estado plural es una forma de la lucha por una democracia participativa en todos los ámbitos sociales (Villoro, 1998; 2007). A mi parecer ***la educación no podría ser la excepción, sino el principio:***

**“...un estado plural pondría la educación en manos de las entidades autónomas, sin renunciar a su coordinación estatal; ninguna cultura estaría ausente... Los programas, textos, objetivos de enseñanza expresarían entonces, los puntos de vista de una pluralidad en la unidad de un proyecto común...” (Villoro, 1998, p. 105).**

Pero no basta con la pluralidad cultural y la apertura hacia el aprendizaje intercultural para que tenga lugar un estado plural; también se requieren formalizar espacios públicos que fomenten la presentación de las múltiples interpretaciones del mundo.

En este sentido, el modelo educativo de la ciencia como diálogo entre culturas procura contribuir a la creación de un espacio público y político, plural y de base amplia, que asegure que dentro de los programas escolares estén adecuadamente representados (con voz y voto) las diferentes comunidades tradicionales y los conocimientos que éstas producen. Cada contexto educativo desempeña un papel crucial en la construcción comunitaria, como un ensayo de deliberación política. Aprender ciencias sería, entonces, aprender a proceder científicamente, dialogando, evaluando, seleccionando, decidiendo racionalmente, más no sería aprender a reproducir irreflexivamente conocimientos o actitudes:

**“... La democracia es una práctica social... se construye desde cerca y de abajo hacia arriba... La autonomía de la persona que aspiramos formar se corresponde... con la capacidad de diálogo y la participación...” (Delich, 1998, p. 54-56).**

Para que el estado pueda lograr la estructura política necesaria para gestionar y construir el potencial creativo de la diversidad cultural, necesita configurar plataformas sociales que faciliten la difusión del poder a la base de la sociedad, esto es, necesita hacer que su educación en general, comenzando desde la que

está orientada a las ciencias, esté diseñada para *hacer de las comunidades concretas e instancias locales una fuente de desarrollo autónomo*.

Si un indicador del grado de democracia ya no es "quiénes y cuántos votan" sino "en dónde votan", según lo ha planteado Bobbio (2005), entonces la educación científica como espacio para el diálogo intercultural es una sede en la que se puede ejercer el poder como elector y como ciudadano en formación, contribuyendo a la transformación de una democracia formal en una cada vez más participativa.

Para Bobbio, el avance de la democracia se mide por la conquista de los espacios que hasta ahora están ocupados por los centros de poder no democráticos. En este sentido, una democracia real tendría que distribuir gradualmente poder hacia los ámbitos locales. Llevar hacia estos últimos un modelo de educación diseñado en el marco de su situación social, los capacita para elegir autónomamente conforme a lo propios fines y valores en pleno respeto de la diversidad cultural. *Para educarse en ciencias, los miembros de las distintas comunidades en México no tienen porque negar sus formas de vida colectiva*. Para ser ciudadanos no tienen que abandonar totalmente su identidad colectiva o individual, mas aún "en nombre de la ciencia", que ella misma es un mosaico cultural de producciones cognitivas que se han ido amalgamando. Todo proyecto de educación científica debería respetar los valores culturales de las distintas comunidades en que tiene lugar, pues éstas constituyen el contexto en el que los estudiantes pueden ejercer y realizar su autonomía.

El contexto de aplicación en que ubico el modelo educativo dialógico es precisamente local y comunitario, porque esto le da el carácter concreto a mi propuesta, y porque la organización política básica de las autonomías indígenas en México es justamente la comunidad. Considero, al igual que Villoro (1998) y Velasco (2006), que *desde la comunidad la educación científica podría constituir espacios locales de encuentro que hagan del proceso educativo un medio para que todos participen en la definición de un proyecto nacional cada vez más democrático*. "La comunidad es el fundamento de todo sistema democrático" (Velasco, 2006, p. 56), en ella tiene lugar la vida real de las

personas, ahí encuentran la manera de pertenecer a una cotidianeidad (Villoro, 2007).

Esto convierte al aula escolar, dentro del modelo educativo intercultural para la ciencia, en un modelo a escala de la sociedad que se quiere forjar; en un microambiente de discusión pública sobre lo que es aceptable; esto es, en una experiencia cívica intercultural.

En una democracia como contenido ya no se pueden dejar las decisiones en manos del poder centralizado de los estados o de las grandes empresas, sino que deben discutirse por todos los implicados, y la educación científica reconceptualizada jugaría ese rol de capacitación básica para la toma racional de decisiones mediante el diálogo y tomando en cuenta la pluralidad de puntos de vista, valores, intereses. Lo anterior es clave porque *sin disenso no hay democracia*.

**El poder distribuido, "el poder desde abajo",** afirma Bobbio (2005, p. 69) es la solución al poder concentrado en una sola mano, al que parte desde arriba. Un estado plural permite esa mayor distribución del poder que abre las puertas a la democratización social y política.

Ahora bien, el estado mexicano es hoy un estado federal que se comporta, generalmente, de manera centralizada y unitaria (Guillén, 2007), razón por la cual es necesario revisar el papel que tienen actualmente, y el que deberían de tener las autonomías locales, más aún si el modelo educativo que propongo busca fortalecer a éstas últimas.

En el caso particular de México, Velasco (2006) aboga por lograr dar cabida a las autonomías locales dentro de la organización del estado mediante la vía de la democracia republicana; una democracia, que como ya he señalado, a diferencia de la llamada democracia liberal, refleja las diferencias culturales entre grupos sociales, promueve la virtud cívica y es creada sobre la base de la voluntad de un pueblo, que controla el desempeño de sus gobernantes<sup>19</sup>.

---

<sup>19</sup> Para Velasco (2006) existe claramente un conflicto entre la tradición política liberal y la republicana, pues cada una de éstas sostiene diferentes nociones de ciudadanía, libertad, representación política e identidad nacional, como ya he explicado en párrafos anteriores. Los federalistas han propugnado por una élite de representantes que gracias a su prudencia y sabiduría podrían discernir el verdadero interés nacional por encima de los diversos intereses de sus representados. Los republicanos, en contraste consideraban que en

Para Velasco (2006), el movimiento indígena mexicano encabezado por el Ejército Zapatista de Liberación Nacional (EZLN) es afín a la tradición republicana por la que este autor aboga. Las acciones de resistencia y organización civil en Chiapas son, para Velasco, una estrategia de fortalecimiento de la democracia republicana, por lo que en este sentido, **señala este autor**, "...el movimiento indígena tiene más que aportar a la incipiente democracia en México, que ésta a los pueblos indígenas..." (Velasco, 2006, p. 145)<sup>20</sup>.

En la misma línea de discusión Villoro (2007) advierte que si bien el republicanismo puede ser una alternativa para las democracias liberales, la complejidad de las sociedades actuales exige dar lugar a un nuevo republicanismo constituido bajo la desidentificación del estado y la nación. Los principales rasgos de este republicanismo de Villoro son: revalorización de las formas de vida comunitaria, difusión del poder político de la cima a la base del estado (comunidades y municipios), control del pueblo sobre los gobernantes, descentralización del poder en poderes locales que dan forma a un estado plural. Esta nueva forma del estado no debería imponer una concepción del bien sobre otras, fomentando la exclusión de los unos por los otros, sino procurar que los grupos más desfavorecidos puedan realizar su libertad y su autonomía en las mismas condiciones que los más favorecidos.

Para Villoro (2007), el municipio podría ser la estructura política del estado plural para la transferencia del poder a las comunidades locales. Sin embargo, la compilación de siete casos de estudio de campo del proceso de remunicipalización de Chiapas, México, realizada por Leyva y Burguete (2007) muestra la complejidad implícita en esta transformación política.

Para estas autoras, la remunicipalización de Chiapas fue una propuesta gubernamental para dar solución al conflicto en Chiapas frente a las demandas centrales del EZLN, a saber: el reconocimiento constitucional de la autonomía y la libre determinación de los pueblos indígenas.

---

conjunto el pueblo es virtuoso y que los representantes son confiables en la medida en que el pueblo tenga control sobre ellos y que reflejen realmente la diversidad de sus intereses y concepciones.

<sup>20</sup> Incluso, para Velasco (2006) la actitud del gobierno mexicano ante el EZLN demuestra, precisamente, las limitantes de la democracia liberal imperante en el país.

No obstante, como muestran los estudios de caso de los nuevos municipios creados en Chiapas a partir de 1994, la remunicipalización fue rechazada por el EZLN y se convirtió en una acción contrainsurgente que buscó contrarrestar el avance del zapatismo, o cuando menos debilitar la estrategia político-territorial autónoma zapatista.

En cada caso de estudio presentado en Leyva y Burguete (2007), la legitimidad y el sustento de la formación del nuevo municipio variaron, de tal manera que, la reorganización municipal chiapaneca se puede entender como una arena de disputas entre grupos y facciones detrás del objetivo público de constituir el nuevo municipio. En lugar de ser un instrumento de paz, la remunicipalización chiapaneca se convirtió en un instrumento de guerra, ya que atentaba contra el espíritu de los acuerdos de San Andrés (Leyva y Burguete, 2007).

Para fines de esta tesis, lo interesante de reflexionar sobre el proceso de remunicipalización chiapaneca gira en torno a que permite comprender algunas de las razones por las cuales este proyecto gubernamental fracasó<sup>21</sup>. Es importante detenerse a revisar las experiencias de creación de nuevos municipios en México, porque una de las vías para la transformación del estado nacional hacia un estado plural congruente con el modelo educativo que propongo, es justamente la distribución del poder hacia las bases de la sociedad, como son las comunidades y los municipios. Y como hace ver el **estudio de Leyva y Burguete: no es lo mismo “la remunicipalización desde arriba” que la “remunicipalización desde abajo” que era la propiamente zapatista.**

De esto último se desprende que, entre las razones por las cuales la compleja remunicipalización chiapaneca no prosperó como una vía para el auténtico empoderamiento de las comunidades indígenas, se encuentra el hecho de que se trató de un proceso vertical, dirigido desde el estado hacia los pueblos indígenas. Con ello, se debilitó a las instituciones de gobierno

---

<sup>21</sup> De los 33 nuevos municipios propuestos por el gobierno estatal, solamente siete se consolidaron: Montecristo de Guerrero, San Andrés Duraznal, Maravilla Tenejapa, Benemérito de las Américas, Márques de Comillas, Aldama y Santiago El Pinar. En este proceso jugaron un papel fundamental las relaciones personalizadas de poder, entre ellas, el compadrazgo, el amiguismo, entre otras. Sin el uso político de este tipo de relaciones ninguno de los siete municipios se hubiera constituido (Leyva y Burguete, 2007).

indígenas previamente existentes, al mismo tiempo que éstas fueron subordinadas a las instituciones nacientes (Burguete y Torres, 2007). El poder se entregó a lo indígenas, pero no a todos ellos, sino a las elites de prácticas caciquiles y grupos colaboracionistas que respondían al estado, sin producir cuestionamientos de fondo a la naturaleza de la relación entre el estado nacional y los pueblos indígenas. Al no modificarse de fondo esta relación, como señalan Burguete y Torres (2007), la gente indígena en Chiapas no pudo acceder al poder a través de sus propias prácticas y saberes, y mediante sus instituciones de gobierno local, culturalmente adecuadas a sus realidades concretas:

**“...Los nuevos municipios de Chiapas arribaron al siglo XXI con un fuerte déficit democrático; déficit que... es una característica de todos los municipios de la entidad y del país, y pareciera ser uno de los principales déficits del sistema político mexicano...” (Leyva y Burguete, 2007, p. 328).**

La remunicipalización de Chiapas se realizó parcialmente en la entidad, sin que el estado mexicano y la institución municipal se hubieran transformado previamente. La diversidad cultural implica también una multiplicidad de posibilidades de fortalecer el gobierno local que son adecuadas a la especificidad cultural de las realidades indígenas, y que no pueden ser **simplemente “importadas e impuestas” verticalmente desde el estado.**

Una cosa es que en la constitución política de nuestro país se enuncie el derecho a existir a las diversas culturas indígenas, pero otra diferente es reconocer jurídica o prácticamente a las formas institucionales de esa existencia, lo cual sigue pendiente.

**De acuerdo con Guillén (2007), la noción de “municipio” que se quiso construir en Chiapas era una categoría jurídica ajena a las relaciones sociales indígenas de la región, estaba por decirlo de algún modo, “fuera de contexto”.** Las formas de gobierno indígena y sus prácticas sociales fueron subordinadas a la categoría de municipio proveniente de un estado nacional homogeneizador de la diversidad, que no pudo reconocer formas institucionales y de gobierno distintas a su visión.

Las experiencias de remunicipalización en esta entidad dejaron ver cómo, contradictoriamente, la práctica política mexicana trató de imponer

formas institucionales del estado por encima de las formas originarias de las culturas indígenas, para resolver un conflicto de exigencia de condiciones dignas para el desarrollo y florecimiento autónomo de las comunidades indígenas.

La opción congruente con la pluriculturalidad, la autonomía y el derecho al autogobierno de los pueblos indígenas, hubiese consistido en abrir la **posibilidad de otras formas de gobierno local, adicionales al "municipio"** como lo entiende el estado nacional (Guillén, 2007). Tal vez hubiese bastado con **reconocer el "municipio indígena"**, -con ese adjetivo aclara Guillén (2007)-, como un recurso que delimitara una territorialidad a partir de principios culturales y étnicos *pertinentes para cada contexto*.

El análisis del caso de la remunicipalización de Chiapas deja claro lo imprescindible que resulta, en toda relación intercultural, la comprensión y el respeto de aquel horizonte cultural distinto del propio.

Esto quiere decir, que no basta con reconocer constitucionalmente la existencia de la diversidad cultural en México, sino que es necesario, junto con ello, *incorporar esa diversidad en las instituciones de gobierno, en las formas de organización y representación política y también, por supuesto, en las formas de educación y en el reconocimiento pleno de los múltiples modos legítimos de generar conocimientos*. De otro modo la conformación de un estado plural y democrático difícilmente trascendería a lo social, renovando y reconstituyendo las instituciones y culturas.

Es por esto que *no solamente con acciones dentro del ámbito político se puede acercar la sociedad al ideal democrático; se requieren también acciones que transformen paulatinamente la educación de los pueblos*.

A mi parecer el modelo dialógico intercultural de educación científica contribuye a responder, desde el ámbito educativo, a las demandas multiculturalistas, puesto que implica una descentralización no solamente educativa, sino también política que podría redundar en la transformación del estado nacional mexicano en la dirección que Villoro proyecta.

En este sentido, la educación científica como diálogo intercultural es una condición para incentivar el ejercicio pleno de la autonomía de los pueblos y la



formación de una ciudadanía intercultural. Promueve el florecimiento y la discusión en el aula de los saberes y prácticas tradicionales, al mismo tiempo que entreteje el proceder científico entre las diferentes comunidades culturales, sin que éstas tengan por ello, que perder su identidad. ***La legitimidad, relevancia y pertinencia de lo científico/indígena se define en situaciones reales configuradas por intereses, necesidades, fines y valores que permiten el reconocimiento de los beneficios que mutuamente traen la práctica de la ciencia y la riqueza contenida en la tradición.*** La ciencia, entonces, dejará de verse como un agente intruso y desconfigurador de identidades, porque una identidad no se destruye con la transformación paulatina en las prácticas sociales, pero sí con la negación al derecho de todas las culturas de proyectar sus propios fines y valores.

Con la discusión hasta aquí realizada, no pretendo agotar la amplia discusión en torno a las nociones de ciudadanía, democracia y estado. Sólo he querido señalar su estrecha interrelación con la educación en general, y muy especialmente con la profunda transformación política que traería consigo la implementación del modelo educativo que he propuesto. La redefinición de la educación científica implica redefinir a la ciudadanía y al estado, y viceversa. De esta manera, las implicaciones sociales y políticas de una educación científica promotora de la interculturalidad reflejan parte de lo que se podría lograr con un primer esfuerzo por convertir a la educación misma en un instrumento concreto de lucha para transformar a los pueblos en sujetos de su propia historia.

Ningún ciudadano se puede quedar al margen de la ciencia, en una isla cultural, pero tampoco puede aceptar ciegamente la autoridad de la ciencia sin base en razones que adquieren sentido dentro de su contexto cultural específico. Se requiere de un diálogo intercultural sin subordinaciones, de una reeducación para el aprendizaje mutuo que produzca sinergias provechosas y que potencie la generación de nuevos conocimientos. El desarrollo pleno y respetuoso de las distintas culturas y sus saberes (tradicionales, científicos), y su difusión a través de la educación científica, son una plataforma para la reconstitución de los pueblos que en México han luchado por su autonomía y

autogestión. Lo anterior en vías del establecimiento de un país auténticamente democrático e intercultural, en donde se garantice el derecho y las condiciones necesarias para el desarrollo autónomo de las diversas culturas, sin importar sus modos de vida y las variadas formas de conocimiento que les dan sentido e identidad.

---

## **Recapitulación**

---

A lo largo del presente capítulo se argumentó en torno a cómo una revolución educativa implicaría también una revolución sociopolítica.

La educación científica ha estado asociada de manera casi natural con conceptos como el de ciudadanía y democracia. Sin embargo, el enunciado **“educación científica para la ciudadanía y la democracia” resulta vago y vacío** si no se especifica a qué noción de ciudadanía y de democracia se asocia la actividad educativa de la ciencia de la que se habla.

Así, el modelo dialógico intercultural de educación científica es compatible explícitamente con una noción de ciudadanía compleja, y afín a una democracia auténticamente participativa (e incluso de matiz republicano), conceptos sobre los cuales es fundamental seguir profundizando.

Como expuse a lo largo del capítulo, para que la educación de las ciencias fomente una democracia auténtica, debe ser ella misma democrática. Esto es, debe ser un reflejo en pequeña escala de la organización plural del Estado, y dicha pluralidad debe verse reflejada en los programas educativos.

Si se quiere fomentar la autonomía y la libertad de elección de los individuos que participan de una experiencia educativa cívica e intercultural, entonces se debe respetar y conocer el horizonte cultural que dota de identidad y de sentido a la vida del alumnado, pues éste constituye la matriz para ejercer su autonomía.

Los programas educativos sobre la ciencia deben estar diseñados, no para fomentar la enseñanza-aprendizaje como el reemplazo de una concepción del mundo por otra **aparentemente “superior”, sino para facilitar la**

capacitación de los alumnos en la activación contextual de los conocimientos que, para una situación dada, resultan ser los más racionales para orientar las acciones y las prácticas.

La educación científica como diálogo intercultural es, pues, una alternativa local que procura contribuir a la construcción de un estado mexicano, que en sus prácticas sociales y políticas, sea realmente plural y democrático.



## REFLEXIONES FINALES

Es un hecho que la educación científica en México enfrenta múltiples problemas. Los resultados que indicaron el bajo desempeño de los estudiantes mexicanos en las pruebas PISA 2006 para el ámbito de las ciencias naturales<sup>1</sup> son apenas un reflejo de las diversas dificultades que demandan atención en nuestro país para fortalecer la enseñanza de las ciencias (Díaz, Flores y Martínez, 2007).

Ya desde hace algunos años, la Secretaría de Educación Pública en México se ha estado esforzando por superar las deficiencias en los procesos de planeación de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, y desde 2001, por ejemplo, ha encaminado una reforma integral de la educación secundaria dirigida hacia cambios en la organización curricular y en los enfoques conceptuales de los métodos de enseñanza de disciplinas como la física, la química o la biología. Adicionalmente, mediante iniciativas promovidas por diferentes organismos nacionales, y con el afán de mejorar la formación científica de la población estudiantil, en nuestro país también se han desarrollado proyectos alternos que han instrumentado algunas instituciones privadas, fundaciones, universidades y otros organismos preocupados por el fortalecimiento de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

Tales organismos, en coordinación con la SEP, han creado distintos modelos para impulsar el desarrollo de las ciencias naturales<sup>2</sup>, algunos de los cuales se han concentrado en los estudiantes de educación básica, algunos otros en los docentes, otros más en estudiantes y docentes; todos

---

<sup>1</sup> En las que el desempeño promedio para México (que alcanzó un puntaje global de 410 para el área de las ciencias) estuvo por debajo del promedio de los países de la OCDE (con una media de 500 puntos), ubicándose nuestro país en el lugar 49 de la escala. En dicha prueba Finlandia fue el país con mejor desempeño (lugar número 1 con un puntaje promedio de 563). Los resultados en detalle pueden consultarse en: Díaz, Flores y Martínez, 2007.

<sup>2</sup> Entre estas iniciativas destacan los programas: Enseñanza de las ciencias con tecnologías (ECIT-/SEP-ILCE), Los jóvenes hacia la investigación y Educación no formal (DGDC-UNAM); La ciencia en tu escuela (AMC); Sistemas de enseñanza vivencial e inquisitiva de la ciencia (SEVIC/FUMEC).

compartiendo el interés por promover la educación de la ciencia en México (Díaz, Flores y Martínez, 2007).

A pesar del gran apoyo y del avance que representa la operación de dichos proyectos, es necesario tener presente que la problemática de la educación científica en nuestro país es multidimensional y abarca desde lo concerniente a los programas educativos, los materiales didácticos y los recursos para el aprendizaje, hasta las estrategias didácticas, los programas de capacitación docente, el sistema de evaluación, la infraestructura y el presupuesto destinado para la educación, así como factores vinculados al estudiante mismo como pueden ser sus intereses, su motivación, los recursos y materiales disponibles en casa, por mencionar algunos de los muchos elementos implicados.

Como señalan a este respecto Díaz, Flores y Martínez (2007), los cambios que se requieren para perfeccionar la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y lograr mejores resultados dentro y fuera del aula atañen a todos los componentes del quehacer escolar, a los profesores, alumnos, autoridades, instrumentos, objetivos, instalaciones, infraestructura, en torno a los cuales se deben implementar mejoras que apunten a promover diversas estrategias, entre ellas, aquellas que fomenten el desarrollo de habilidades y saberes que sean relevantes para la vida de los estudiantes.

Es en este nivel donde cobra gran relevancia la propuesta que he desarrollado a lo largo del presente trabajo, puesto que, de manera complementaria y paralela a los esfuerzos en enseñanza de la ciencia realizados por la SEP y otros organismos nacionales, es necesario considerar también, como un eje transversal a toda la problemática educativa, la reflexión derivada de la multiculturalidad constitutiva de México.

Así, la propuesta de un modelo dialógico intercultural de educación científica busca servir como **guía para la constitución de un sistema de enseñanza-aprendizaje de la ciencia sensible al pluralismo cultural**. El énfasis que, a lo largo del cuerpo de la tesis, he puesto sobre la importancia de tener presente los contextos multiculturales dentro de los cuales tiene lugar, de hecho, la práctica educativa de la ciencia, pretende enriquecer a la serie de

esfuerzos que operan actualmente en nuestro país, como son los programas señalados anteriormente, que buscan apoyar y mejorar la formación científica en distintos niveles educativos.

Difícilmente se podría garantizar un mayor éxito a una reforma de la educación en ciencias en nuestro país, si ésta no toma en consideración las implicaciones derivadas de la pluralidad cultural que nos caracteriza, y que se ve expresada en la diversidad geográfica, los recursos naturales, la densidad y composición de las poblaciones regionales y el desigual grado de desarrollo socioeconómico dentro del territorio nacional.

Dicha heterogeneidad también se refleja en los resultados desagregados de las evaluaciones PISA 2006, en los cuales se registraron notables diferencias en el desempeño de los estudiantes por entidades federativas al interior del país. Así, entidades como Querétaro, Distrito Federal, Aguascalientes, Morelos o Nuevo León, calificaron con un puntaje mayor al promedio nacional, mientras que estados como Guerrero, Tabasco, Oaxaca, Tlaxcala o Puebla, calificaron por debajo de la media nacional. De acuerdo con el análisis realizado por Díaz, Flores y Martínez (2007), los estados con menor puntaje fueron aquellos en donde se reportó también un menor índice de estatus socioeconómico y cultural; no sorprende que una característica compartida por las entidades federativas que peor calificaron sea la alta presencia de población indígena dentro de los mismos.

Con lo anterior, más que apuntar a establecer una correlación directa entre el desempeño en materia científica dentro de las evaluaciones PISA y el nivel de desarrollo socioeconómico y cultural, puesto que son muchas más las variables que intervienen en este aspecto, quiero hacer hincapié en señalar la importancia que tiene aproximarse al estudio reflexivo sobre la educación científica desde la perspectiva pluralista que considera a la diversidad cultural.

Abordar el contexto de educación en ciencias desde la filosofía de la ciencia, particularmente desde la teoría pluralista de la ciencia, ofrece una caracterización de la actividad científica misma que permite que la diversidad cultural se convierta en un factor necesario para el desarrollo del proceso científico. La aceptación de que existen diferentes formas legítimas de conocer

el mundo, en lugar de representar un obstáculo para el quehacer de la ciencia, desde esta perspectiva, figura como una potencial fuente de progreso y de crítica. Lo anterior sienta las bases para que el planteamiento del diálogo entre culturas distintas, entendido como la vía más adecuada para la recreación de identidades y prácticas, se proponga como plataforma para diseñar una educación en ciencias que, al mismo tiempo que sea sensible al contexto cultural, propicie la incorporación de los saberes científicos y tecnológicos a las diferentes comunidades dentro del territorio nacional.

Frente un escenario en donde la diversidad cultural se ha traducido en un juego de asimetrías y desigualdades sociales, la posibilidad de aproximar la ciencia y la tecnología a los pueblos más desfavorecidos, y sin detrimento de los horizontes culturales que han dado sentido a sus prácticas cotidianas a través de las generaciones, es una oportunidad para reparar algunas de las **deficiencias de la llamada "educación indígena" que ya muchos autores** han denunciado, entre ellos Pérez (2003), Ramírez (2006), Bello (2007) y Stavenhagen (2008).

De acuerdo con el reporte que este último autor hace para la UNESCO, a pesar de que han sido muchos los esfuerzos y los recursos que se han dedicado durante los últimos cincuenta años para superar las condiciones de exclusión que caracterizan a la mayoría de los pueblos indígenas en México, éstos continúan entre los niveles más bajos de educación y de desarrollo económico y social. Del total de la población indígena en nuestro país, sólo 0.05% son estudiantes, y casi todos viven en condiciones de marginación y pobreza.

Aunado a la falta de reconocimiento de los derechos, tanto individuales como colectivos, de las comunidades indígenas, se suma la ausencia de mecanismos de protección que garanticen su cumplimiento, así como toda una serie de disparidades que enfrentan los miembros de estas comunidades en cuanto al acceso y la calidad de sus sistemas de educación, los cuales se han mostrado, con frecuencia, inadecuados para sus culturas y tradiciones.

Como señala el citado informe de Stavenhagen (2008) para la UNESCO, el grado de analfabetismo, de bajos niveles educativos y de baja asistencia a



centros escolares, sobre todo a nivel medio y superior, tiende a ser más elevado entre comunidades indígenas que en el resto de la población. Así, el principal obstáculo que ha impedido la mejora de la educación dentro de estas comunidades ha sido, en primer lugar, la predominancia de modelos de asimilación y la ignorancia o el menosprecio de las culturas tradicionales en los sistemas educativos nacionales, ya ni se diga en particular dentro de aquellas asignaturas relativas a la ciencia y a la tecnología.

En este sentido, hay que reconocer que la educación formal que ha impartido históricamente el estado, ha sido un arma de dos filos para los pueblos indígenas en nuestro país, pues por una parte, ha significado la posibilidad de que miembros de estas comunidades adquieran conocimientos y capacidades que les permitan transformar sus condiciones de vida y aprender a relacionarse con otras culturas; pero, por otra parte, esta misma educación formal, sobre todo cuando sus programas y métodos provienen de otras culturas ajenas a las indígenas, ha sido también un mecanismo para la transformación impositiva y autoritaria de estos pueblos (Stavenhagen, 2008, p. 98).

En efecto, como apunta el trabajo de Bello (2007), durante un largo periodo histórico, la meta fundamental de la educación para indígenas proporcionada por el estado mexicano fue la de asimilar a estos pueblos a la **cultura dominante ("occidental" o "nacional")**, con la **consecuente desaparición** o, en el mejor casos, marginación de las culturas indígenas en el sistema educativo de nuestro país.

En gran medida, esta visión sigue prevaleciendo en el sistema educativo mexicano, aún cuando existen programas y legislaciones que plantean objetivos distintos.

La mayoría de los programas de educación desarrollados para atender a las poblaciones indígenas mexicanas han buscado, a lo largo de la historia, responder a los principales problemas que aquejan a la educación indígena. Como parte de esta problemática se puede señalar<sup>3</sup>:

---

<sup>3</sup> Ver Zapata, C. (2008). "Educación indígena: el desafío de hoy y siempre". *Revista AZ de educación y Cultura*, "La educación de los pueblos indios: Asignatura Pendiente", Enero-2008: 48-49; también puede consultarse Stavenhagen, R. (2008). *Los pueblos indígenas y sus derechos*, UNESCO, México. p. 101-102.

- a) Bajos presupuestos públicos destinados a la educación indígena, los cuales son generalmente inferiores a los reservados para educar a otros sectores de la población. Lo anterior repercute en la menor remuneración y escasos estímulos recibidos por los profesores de educación indígena, cuyo nivel de preparación, por las mismas razones, se encuentra por debajo de la media.
- b) Baja oferta de servicios educativos para indígenas, muy por debajo de los mínimos recomendados en comparación con otros sectores de la población, o bien la atención que reciben es insuficiente para sus necesidades y aspiraciones. Lo anterior repercute en los altos índices de analfabetismo y deserción escolar entre estas comunidades.
- c) La educación en las comunidades indígenas ha estado orientada para su integración y asimilación a la cultura dominante, promoviendo la ruptura de su identidad étnica y las actitudes de discriminación, lo que aumenta los índices de marginación y pobreza. Las diversas lenguas de los pueblos no se enseñan adecuadamente en las escuelas, ni se generan las condiciones legislativas, administrativas y pedagógicas para su uso y desarrollo. La tasa de discriminación contra indígenas en las escuelas aumenta, sobre todo, cuando conviven con población no indígena, y especialmente en centros urbanos donde inmigrantes indígenas tienen condiciones de vida precarias. Por no dominar el español, la lengua oficial de instrucción, a los alumnos indígenas se les relega en las clases y sus resultados escolares tienden a ser bajos. A lo anterior se suma que, en muchos casos, los profesores asignados a las comunidades indígenas desconocen la realidad de la población, su lengua y cultura, lo que en la práctica sólo reproduce las relaciones de dominación y subordinación.
- d) Alta dispersión y aislamiento geográfico de numerosas pequeñas comunidades indígenas rurales o nómadas, lo que dificulta la oferta de servicios educativos. Por las mismas razones, también es frecuente que las escuelas bajo estas condiciones, cuando las hay, se encuentren en condiciones físicas muy por debajo de la norma, que en ellas sea común el ausentismo entre los maestros, que por su lejanía no lleguen con regularidad los materiales didácticos necesarios y que resulte especialmente complicado contar con medios audiovisuales y otras tecnologías modernas (por ejemplo, cuando no hay corriente eléctrica instalada).
- e) La atención educativa de los niños migrantes se ha realizado sólo a través de programas compensatorios, lo cual ha impedido resolver el problema educativo de fondo.

Si bien a lo largo de este trabajo el objetivo principal no ha sido el de ofrecer un estudio detallado y exhaustivo que dé cuenta del estado de la educación indígena en México, la consideración de algunas de sus características, sobre todo de aquellas que se han mostrado históricamente más persistentes, sirve como un marco general que permite ubicar las dimensiones del reto que implica la reconfiguración de la educación en general, y de la enseñanza de las ciencias en particular, frente al hecho de la diversidad cultural. Lo anterior debido a que todo replanteamiento de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias en contextos multiculturales debe también atender simultáneamente, y resolver en la medida de lo posible, a la serie de deficiencias señaladas para la educación indígena.

La configuración de una educación científica intercultural no es, pues, una tarea sencilla. Se trata de un esfuerzo multiactoral que conduce a una completa revisión de cómo la pluralidad de culturas se debería reflejar en los planes de estudio, en los **contenidos, métodos educativos...**, y se trata también de una profunda reflexión sobre cómo la enseñanza-aprendizaje de las ciencias debe moldearse para cumplir su servicio ante la sociedad; no ante una sociedad abstracta, sino ante comunidades humanas concretas, diferenciadas, localizadas, con necesidades y problemas específicos, y por supuesto, con saberes y prácticas que con frecuencia son radicalmente distintos a las llevados a cabo por la ciencia y la tecnología.

Por ello es que situar la educación científica como una práctica en un entorno sociocultural determinado es un ejercicio que trae consigo, en primera instancia, importantes implicaciones epistemológicas derivadas de ligar el conocimiento a un contexto particular, pero también consecuencias políticas vinculadas a la posibilidad de construir espacios educativos públicos orientados a contribuir directamente a la formación de una nueva cultura cívica, promotora de la convivencia intercultural, democrática, creativa y autónoma.

Por lo anterior, y para cerrar la propuesta teórica que en conjunto he desarrollado a lo largo de este trabajo de tesis, a continuación presento de forma sintética, la agenda de problemas que, en muy diversos ángulos y

niveles, plantea la posible implementación de un modelo dialógico intercultural de educación científica.

### **1) Retos en el plano de lo político:**

#### **✓ *Participación democrática en el diseño de políticas y programas de educación científica.***

Para lograr que la educación científica pueda contribuir al desarrollo de los grupos humanos más desfavorecidos, como son los pueblos indígenas, se requiere reformar los sistemas educativos en general, y reorientarlos hacia el pleno respeto de los derechos culturales y lingüísticos de todos los pueblos. Estos últimos deberían poder participar en las etapas de planeación, diseño, implementación y evaluación de las reformas educativas que se propongan, pues la educación científica en contextos multiculturales raramente responde a las necesidades de las propias comunidades indígenas que participan en las acciones educativas.

Los programas y métodos de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias no deberían ser establecidos unilateralmente por las autoridades centrales, quienes no necesariamente consideran la problemática indígena como una prioridad en sus agendas; las políticas, contenidos y metodologías deberían ser legitimados y aceptados por los mismos miembros de las comunidades implicadas. Desde el diseño de los programas y políticas de educación, la participación de comunidades tradicionales debe involucrar a los padres de familia, a los representantes legítimos de las comunidades indígenas, así como a los maestros, administradores de los establecimientos escolares y autoridades del sistema educativo más amplio, pues las comunidades culturales no constituyen el objeto de la educación científica, sino que conforman su sujeto (Pérez, 2003).

La participación efectiva, y el consecuente empoderamiento de las comunidades culturales, son principios básicos que revisten especial importancia para aquellos grupos que han sido sistemáticamente excluidos y marginados de los procesos de toma de decisiones sobre los asuntos que les afectan. Por tanto, el desarrollo de los pueblos indígenas, mediante la

educación en ciencia y tecnología, tiene que ir necesariamente, acompañado del fortalecimiento de sus capacidades para ejercer los derechos de los que son sujetos, pues solamente así se estará contribuyendo a la conformación de los procesos de autonomía y autogestión por los que tanto han luchado dichos pueblos (Bello, 2007).

### ✓ **Construcción de autonomías comunitarias.**

El reconocimiento del pluralismo cultural supone admitir la existencia de comunidades indígenas como unidades sociales diferentes que constituyen cada una, un horizonte cultural legítimo, capaz de definir su propio proyecto de desarrollo.

Como se ha discutido en el presente trabajo, la construcción de autonomías comunitarias implica transformaciones en las relaciones de poder entre los pueblos indígenas y el estado, lo que incluye la creación de espacios de participación, gobernanza y autogestión de las propias comunidades locales. La formación de dichos espacios no es algo que solamente tenga que ver con los pueblos indígenas, puesto que tiene que involucrar a la sociedad entera.

En este sentido, el modelo dialógico intercultural de educación científica puede considerarse un espacio promotor de la autonomía, la participación y la autogestión que sólo pueden derivar del involucramiento de las propias comunidades indígenas en la definición de sus necesidades y prioridades.

La UNESCO ha enfatizado la necesidad de construir currículos lingüísticamente y culturalmente pertinentes, en los que la historia, los saberes, las técnicas, los valores, las lenguas, la espiritualidad de las distintas comunidades culturales sean reconocidos, respetados y promovidos, pues, lamentablemente en la mayoría de los países, las culturas indígenas han sido reflejadas en documentos y materiales educativos de forma inapropiada e incluso despectiva, contribuyendo a la discriminación y al prejuicio (Stavenhagen, 2008).

Para contextualizar la enseñanza-aprendizaje de las ciencias en la propia cultura local es precisa la adopción de políticas educativas que, al mismo tiempo que sean acordes con los derechos y las necesidades comunitarias,

promuevan la apertura de la comunidad hacia la sociedad nacional, en aras por consolidar una educación auténticamente intercultural.

En este proceso guarda especial importancia el derecho de los pueblos a la autonomía o el autogobierno en las cuestiones relacionadas con sus asuntos internos y locales, principio que coloca a las comunidades locales como los actores principales de su propio desarrollo, tanto en relación con la definición de las prioridades y estrategias del desarrollo como en la gestión del mismo. En la medida en que se respeten y se proporcionen las condiciones para ejercer estos derechos, será posible un desarrollo endógeno y sostenido de estos pueblos, apoyado en los avances científico-tecnológicos.

Lo anterior, plantea la necesidad del fortalecimiento de los gobiernos locales para que sean capaces de propiciar prácticas educativas que partan de la autonomía de los agentes implicados, que permitan la libre expresión y afirmación de las distintas voluntades, que articulen intereses complejos, que respeten tiempos y perspectivas diversas, pero que a la vez logren armonizar tales disidencias, encontrando los puntos de unidad que permitan avanzar hacia las metas colectivamente propuestas (Thwaites, 2004). Esto conlleva, indudablemente, a una profunda reorganización del estado en la forma de un estado plural como el delineado por Villoro, y dentro del cual ninguna de sus culturas o pueblos debe ser hegemónica, en tanto que todos tienen derecho a ejercer y realizar su autonomía

### **✓ *Reorganización del estado democrático.***

Una reforma educativa profunda, que considere como uno de sus ejes transversales a la diversidad cultural, implica también una reforma política que vaya en la misma dirección.

Para su transformación, los sistemas educativos tienen, entre sus retos, que generar condiciones para la gobernanza en espacios donde la diversidad sea la constante y donde las demandas ya no se queden solamente en señalar la urgencia del acceso universal a la educación en general, y a la educación científica en particular, porque frente a la multiculturalidad se requieren, además, respuestas diferenciadas.

En un estado plural, el derecho a la igualdad de oportunidad educativa se debe entender como el derecho a recibir una educación que tome en cuenta los problemas específicos de cada comunidad. El desarrollo científico-tecnológico no tiene porqué estar reñido con la heterogeneidad de culturas, sino que puede ser nutrido por éstas, si son consideradas cada una como vetas de creatividad y progreso.

La creación del espacio dialógico de educación científica intercultural que aquí se ha propuesto, es una forma de lograr que la ciencia y la tecnología contribuyan al desarrollo de comunidades marginadas y desfavorecidas; este desarrollo, como propone Stavengahen (2008), debe entenderse como:

1. **endógeno**: porque surge de los propios pueblos y comunidades culturales para hacer frente a necesidades de la colectividad;

2. **participativo**: porque no es impuesto desde afuera, sino que es resultado de la participación de todos los involucrados;

3. **socialmente responsable**: porque responde a las necesidades identificadas comunitariamente, promoviendo el empoderamiento de los grupos marginados;

4. **equitativo**: en tanto que beneficia a todos los miembros, sin discriminación, y contribuye a reducir desigualdades e injusticias sociales;

5. **culturalmente apropiado**: en la medida en que permite el florecimiento humano y cultural de las personas involucradas y de sus comunidades, adecuando los avances de la ciencia y la tecnología a sus perspectivas de desarrollo;

6. **autogestionado**: en el sentido de que los recursos (económicos, técnicos, institucionales, políticos) son manejados por los propios interesados a través de formas propias y probadas de organización y participación;

7. **democrático**: al contar con el apoyo de un estado plural democrático comprometido con el bienestar de su población, respetuoso de la multiculturalidad, y con voluntad política para proteger y promover los derechos comunes de todos sus ciudadanos, y aquellos específicos de los pueblos indígenas.

8. **exigible**: porque los actores responsables del desarrollo comunitario deben ser capaces de rendir cuentas claras ante la comunidad y la sociedad en su conjunto.

Las líneas de reflexión que sostienen la idea de una educación en ciencias como diálogo entre culturas, buscan servir como catalizadores de este tipo de desarrollo comunitario sobre el cual pudiera sostenerse el ideal de un estado plural. En este sentido, el modelo educativo propuesto no solamente invita a la discusión teórica en torno a cómo debería ser la educación científica en un contexto multicultural, sino que también se pretende como punto de partida para la creación de instrumentos institucionales que impulsen cambios más profundos que afecten a todo el sistema de educación nacional.

## **2) Retos en materia pedagógica:**

### ***✓ Formación de profesores de ciencias para la interculturalidad.***

Sin duda, la implementación y el éxito de un modelo de educación científica promotor del diálogo intercultural depende, en gran medida (aunque no únicamente) de una sólida formación magisterial que prepare a los docentes para que éstos sean capaces de elaborar estrategias pedagógicas pertinentes, así como herramientas adecuadas para la intervención y comprensión de referentes culturales diversos.

De acuerdo con autores como Bello (2007), una buena parte de la población en México asiste a escuelas con personal no especializado, y que carece de los instrumentos necesarios para poder reconocer la multiculturalidad como una ventaja pedagógica, lo que merma las posibilidades de establecer auténticas relaciones interculturales desde el contexto de la educación. Por tal motivo es determinante que los profesores que laboran tanto en escuelas de educación indígena, como no-indígena, conozcan las prácticas que rigen la vida comunitaria del contexto en el que laboran: sus creencias, tradiciones, sus formas de trabajo, de organización social, familiar, sus usos lingüísticos y las formas de interacción entre los miembros de la



comunidad. También es necesario que los profesores de ciencias conozcan, con la ayuda de estudiantes, cómo se han transformado las diversas culturas tradicionales ante el contacto con otras realidades y prácticas como son las científicas y tecnológicas.

Esta formación magisterial para atender la diversidad cultural es necesaria aún para los docentes que laboran en localidades donde en apariencia las poblaciones son culturalmente homogéneas, pues por un lado, se debe tener presente que la población indígena ha migrado a zonas urbanas y que la mayoría de las aulas en todo el territorio nacional presenta una composición multicultural, y por el otro, que en un modelo dialógico intercultural es imprescindible que los alumnos se enriquezcan del conocimiento y la valoración de otras formas de ver e interactuar con el mundo.

Adicionalmente, la formación docente adecuada para un modelo de educación científica como el propuesto debe, además, de preparar al profesor en la enseñanza de competencias relacionadas a lo que se ha referido como **“proceder científico”**. Así, a las cinco fases operativas del modelo propuesto, y que agrupadas articulan las llamadas espirales de enseñanza-aprendizaje de la ciencia [a) exploración de la pluralidad, b) diálogo, c) evaluación racional, d) toma de decisiones, e) acciones], se asocian capacidades y actitudes relacionadas con las posibilidades de explorar la pluralidad, de comprender el propio horizonte, de elaborar juicios prudentiales, de proceder contrainductivamente, así como de evaluar alternativas y tomar decisiones para actuar en consecuencia. Los profesores deberían, por tanto, estar preparados en función de tales objetivos, y fortalecer entre los alumnos las habilidades para el diálogo, el planteamiento de argumentos, el trabajo colaborativo, etc., propiciando siempre la reflexión para el autoconocimiento y la valoración de la diversidad cultural.

**✓ Creación de materiales educativos y recursos pedagógicos de apoyo y de evaluación para la interculturalidad.**

Para lograr constituir una educación científica promotora del diálogo intercultural, es fundamental la creación de materiales didácticos adecuados para la educación intercultural, con metodologías pedagógicas pertinentes que preparen al profesor en la generación de actividades acordes al contexto social del alumno.

Gran parte del éxito en la implementación de un modelo teórico como el propuesto depende de la creación de libros de texto, material auxiliar didáctico, elementos audiovisuales, entre otros, que además de estar redactados en las propias lenguas indígenas, presenten contenidos científico-tecnológicos apropiados para cada contexto cultural.

La creación de materiales desde la perspectiva intercultural no se propone solamente para los pueblos indígenas, sino para que toda la población nacional se aproxime al estudio de la ciencia y la tecnología, reconociendo simultáneamente la pluralidad cognitiva más extensa en la que se insertan.

La preparación de dichos materiales, indudablemente es una tarea de equipos multi-y transdisciplinarios comprometidos con hacer de la interculturalidad un eje rector de la educación en ciencia y de la educación en general. Así, en la elaboración de estos materiales deberían participar, además de las distintas comunidades culturales, grupos de científicos, tecnólogos, y por supuesto, filósofos de la ciencia especializados en la reflexión crítica de la actividad tecnocientífica desde las perspectivas antropológica, histórica, sociológica, ética, política. La idea es que la multiplicidad de culturas y valores quede reflejada en los materiales de apoyo, lo que significa que los contenidos científicos en su presentación no se muestran cerrados al mundo exterior. Por el contrario, ante los desafíos de la sociedad nacional y la economía global, la ciencia y la tecnología deberían mostrarse abiertas a la posibilidad de interactuar con otras formas de conocimiento, como son los conocimientos tradicionales, multiplicando así las posibilidades de desarrollo personal, social y cultural de quienes participan en el proceso educativo.

Es preciso también adecuar los sistemas de evaluación de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia (tal como las mismas pruebas del PISA) para incluir instrumentos diferenciados culturalmente o crear nuevas formas de evaluación sensibles a la diversidad cultural.

✓ ***Construcción de vínculos entre la ciencia y la tecnología con la vida concreta de los estudiantes.***

La ciencia y la tecnología son fuentes potenciales de empoderamiento de las comunidades culturales, en la medida en que benefician las condiciones de vida de sus miembros.

El grado de vinculación del contexto educativo de la ciencia con las prácticas sociales que dan sentido a la identidad y vida colectiva de los educandos depende, por un lado, de la construcción de una educación con pertinencia y por otro, de la incorporación de un enfoque de la enseñanza-aprendizaje que considere las características socioculturales del entorno que rodea al estudiante.

Si bien el concepto de pertinencia de la educación hace referencia a la concordancia entre las funciones de la educación y las expectativas de la sociedad, se trata de un proceso de doble vía que va del contexto escolar a la sociedad y viceversa. Esto quiere decir que en la vinculación de la educación con la sociedad, la participación de ambas partes es imprescindible; es por ello que, para sintonizar los intereses sociales con los propósitos educativos es preciso retomar los problemas y necesidades locales como punto de partida para la enseñanza-aprendizaje y como fuente para la producción de nuevos conocimientos. Por consiguiente, es igualmente importante crear espacios de diálogo que funcionen como puentes entre las escuelas y las distintas comunidades culturales, con la finalidad de que el contexto escolar se reinserte en la dinámica del mundo real.

Como se ha señalado en párrafos anteriores, la constitución de una educación científica pertinente es resultado, en primera instancia, del involucramiento de las comunidades culturales en la planificación de sus propios sistemas educativos y en el diseño de políticas que por su origen sean

horizontales. Un programa educativo será más o menos pertinente en la medida en que se encuentre fundamentado en la realidad cultural, social y económica de la comunidad en que opera, de su región y en general, del país.

Pero la atención diferenciada en enseñanza de la ciencia según los contextos locales, municipales o estatales, no solamente depende de la participación democrática referida, sino que también puede propiciarse mediante la consideración de los enfoques socioculturales del aprendizaje, que se basan en la idea de la cognición situada.

Desde esta perspectiva la noción de enseñanza-aprendizaje de la ciencia en contextos multiculturales no implica tanto el desarrollo de una escala para medir qué tan científicas se vuelven las distintas comunidades culturales, luego de un proceso educativo, sino más bien hasta qué punto los educandos son capaces de reconocer los límites, alcances y diferencias de cada aproximación al mundo, y cómo aplican estas alternativas a los contextos reales adecuados (Feyerabend, 1975), es decir, qué tanto el aprendizaje de los saberes y las competencias asociadas al proceder de la ciencia resultan útiles para el aprovechamiento de los recursos cognitivos derivados conjuntamente, tanto de los avances científico-tecnológicos como de la propia tradición, la cual -no hay que olvidar-, ha sido y es fuente potencial de innovaciones socioeducativas.

En este sentido, la adecuación cultural de los enfoques educativos permitiría que una determinada comunidad se desarrolle a partir de sus propias potencialidades y aprovechando tanto sus formas endógenas de conocimiento como aquellas derivadas de otras tradiciones culturales. Lo anterior, debido a que bajo este esquema los estudiantes tendrían la oportunidad de desarrollar soluciones creativas a los problemas que se les presentan, lo que se traduce tanto en una contribución clara de la educación al desarrollo social, como en un espacio para la formación de sujetos autónomos, con conciencia de su papel ciudadano y del papel de la ciencia en su cultura y en otras culturas.

Asimismo, desde el punto de vista de la cognición situada, el modelo teórico propuesto en este trabajo podrá adquirir formas concretas variables, pues en algunas regiones del país será mucho más factible que la ciencia y la

tecnología se incorporen más fácilmente a algunas de las prácticas sociales de ciertos grupos, pero habrá contextos en donde la ciencia no permeará de forma tan inmediata, se percibirá ajena a las aspiraciones culturales, y en estos casos habrá que adoptar estrategias de enseñanza-aprendizaje congruentes con las necesidades propias del entorno.

Esta adecuación de la práctica educativa en un contexto cultural más amplio, es la que finalmente le da sentido y significado a los propósitos de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia; no se enseña para reproducir estructuras de poder y desigualdad, ni para sustituir o remplazar un entramado de saberes tradicionales en nombre de la ciencia, sino que se educa para lograr que la ciencia adquiera sentido y legitimidad desde la colectividad misma, de la que depende la vida cotidiana y la identidad del estudiante.

### **3) Retos en el plano de lo epistemológico:**

#### ***✓ Aproximaciones pluralistas al conocimiento y a la racionalidad.***

Un modelo educativo para la ciencia que se caracterice por incentivar el diálogo entre culturas necesariamente requiere de un enfoque pluralista en torno al conocimiento científico-tecnológico.

Desde esta concepción sobre el conocimiento es que se puede reconocer que no existe un conjunto único de estándares de evaluación racional, sino que los distintos saberes pueden y deben ser evaluados de acuerdo con diferentes tipos de criterios (epistemológicos, en principio, aunque también estas evaluaciones estarán orientadas por valores técnicos, económicos, estéticos, políticos, éticos). Como recalca Villoro (1982), el conocimiento válido no puede reducirse al saber científico, ni tampoco a un acontecimiento puramente intelectual o a una actividad teórica, desligada de sus relaciones con la práctica. Lo que, de hecho, motiva a conocer es el asegurarnos éxito y dotar de sentido a nuestra acción en el mundo. Es fundamental, por tanto, el estudio del conocimiento desde cómo éste opera en la práctica, "...en hombres concretos, reales, determinados por motivos personales, condicionados por circunstancias sociales..." (Villoro, 1982, p. 24).

Desde esta posición filosófica, si la legitimidad de las distintas formas de conocimiento depende de una pluralidad de orientaciones evaluativas, entonces se debería desarrollar una teoría del conocimiento que no busque, en primer lugar, establecer una jerarquía de conocimientos (en donde se puedan reconocer formas primitivas de conocimiento de otras más avanzadas o superiormente fundadas), sino que busque dar cuenta de la diversidad de procesos de producción, distribución y aprovechamiento de los conocimientos, sean tradicionales, científicos, tecnológicos, tecnocientíficos, para junto con ello, poder elucidar los criterios que otorgan legitimidad y valor a los mismos, en función de sus relaciones con la práctica. En este sentido, si es posible mostrar que el conocimiento es antes que nada conocimiento local, y que se genera siempre a partir de diferentes necesidades y entornos concretos, en consecuencia será posible la revaloración de algunas formas del saber que durante años han sido subestimadas y tratadas de forma despectiva.

En la medida en que se hagan visibles los aportes valiosos que, en términos de resolución de problemas locales, han proporcionado ciertas formas tradicionales de conocimiento, éstas podrían ser consideradas y reintegradas al proceso de desarrollo científico-tecnológico mismo; proceso del que han formado parte a lo largo de la historia de la ciencia y la tecnología, como lo han hecho notar los estudios históricos multiculturales, pero del que se les ha negado casi todo crédito.

### **✓ Creación de dinámicas para la innovación dentro del contexto escolar.**

Cuando la educación científica se conceptualiza como un espacio de diálogo en estrecha vinculación con la comunidad cultural en la que tiene lugar, ésta puede convertirse en un espacio potencial para la innovación, en los múltiples sentidos en que éste concepto quedó referido a lo largo del presente trabajo.

La plena incorporación de dinámicas orientadas a la generación de innovaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia y la tecnología, requiere profundizar en la comprensión de los procesos de innovación, no solamente relativos al saber científico-tecnológico, sino también

concernientes a otros ámbitos del conocimiento. Esta comprensión debe poder abarcar el esclarecimiento de las complejas relaciones entre los componentes tácitos y explícitos del saber, y entre el saber qué y el saber cómo dentro de la dinámica de la innovación.

Por otra parte, cabe señalar que, en tanto que muchas de las innovaciones actuales, de gran valor social y comercial, han dependido de la articulación de saberes tradicionales y científico-tecnológicos, es preciso evidenciar (a través de pluralizar los contenidos académicos, por ejemplo) el importante papel que desempeñan los conocimientos tradicionales en los procesos de innovación científico-tecnológica, y cómo la falta de valoración de los mismos se traduce en pérdidas económicas para nuestro país.

Puesto que toda cultura es inherentemente limitada, y por muy rica que sea no puede encarnar todo aquello que pueda ser valioso en la vida humana, el diálogo intercultural es mutuamente beneficioso tanto para las distintas comunidades culturales, como para las diversas tradiciones modernas de investigación científico-tecnológica. Si cada cultura toma a las demás como fuente de nuevas ideas, se incrementan las posibilidades de innovar y recrear prácticas e identidades, dinamizando la interrelación entre diversos horizontes culturales.

Lo anterior, sin dejar de lado que la valoración de la pluralidad cognitiva característica de contextos multiculturales además puede propiciar, a largo plazo, reestructuraciones de las relaciones de poder y desigualdad que hoy aquejan a los distintos grupos sociales y étnicos del país, orientándolas hacia una mayor justicia social, simetría y equidad.

De esta manera, la educación científica podría claramente incidir en el desarrollo de un proyecto de nación en el que se respete a la diversidad cultural, se impulse una mayor participación democrática en el aprovechamiento del conocimiento, y se contribuya a reducir las brechas y las desigualdades tan profundamente marcadas en nuestro país.

Resolver estos y otros retos implícitos en la configuración de una educación científica para la interculturalidad es, sin duda, una tarea que exige enfoques transdisciplinarios, multiactorales, pluridimensionales. En dicha labor es de sobrada importancia el papel de la filosofía de la ciencia.

Como alguna vez señaló Luis Villoro, gran parte del quehacer filosófico además de motivarse por **razones teóricas, ha obedecido "...a la indignación por la injusticia y la humillación que sufren tantos hombres..."** (Villoro, L., citado en Aguilar, 1993, p. 205).

Así, en la constitución de un mundo plural, más humano y racional, la filosofía de la ciencia destaca no solamente por aquello que puede aportar teóricamente, sino también por el potencial que la reflexión filosófica tiene para transformar todo *statu quo*.



# APÉNDICE

A continuación se propone un ejercicio centrado en la configuración de una experiencia intercultural de enseñanza-aprendizaje de la ciencia, siguiendo los lineamientos conceptuales y metodológicos del modelo dialógico intercultural de educación científica.

Para ello, en un primer momento se enumeran los elementos que se entrecruzan para formar una experiencia de enseñanza-aprendizaje intercultural de la ciencia. Luego se propondrán recomendaciones tendientes a facilitar y promover los resultados esperados de una experiencia educativa intercultural de la ciencia. En un tercer momento, se describen los principales resultados que caracterizan a una experiencia de educación científica caracterizada por tres cualidades distintivas: ser *dialógica, cívica e intercultural* (en adelante, DCI).

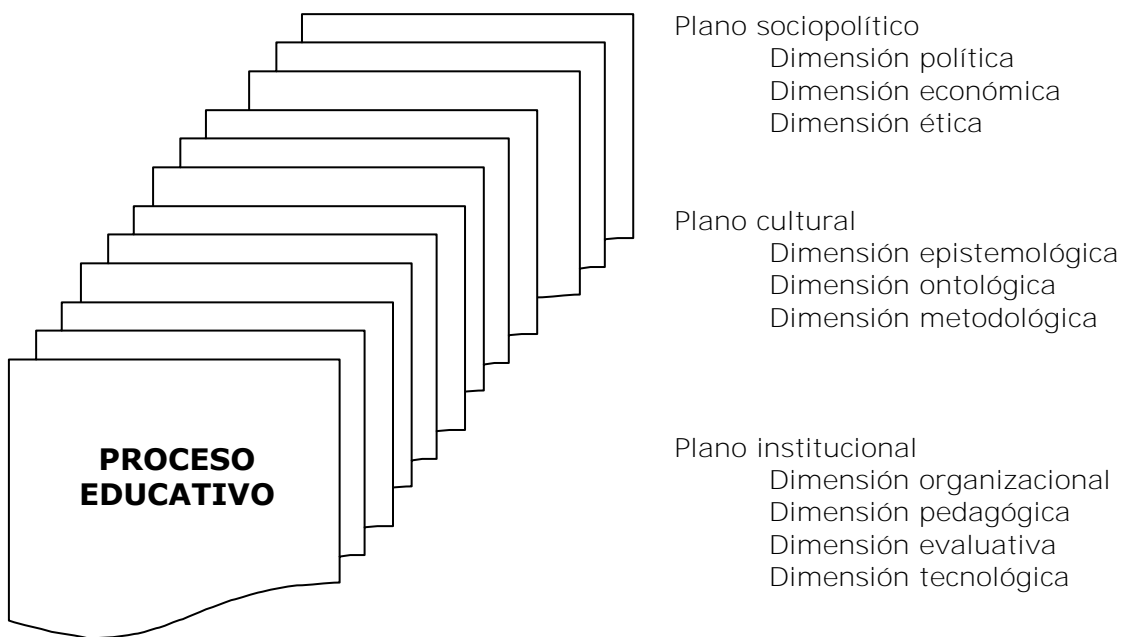
## *1. Elementos articuladores de una experiencia de enseñanza-aprendizaje de la ciencia DCI.*

El proceso educativo es visto como resultado de la superposición espacio-temporal de una multiplicidad de planos y dimensiones<sup>1</sup>, de los cuales se ilustran en el Esquema 1 los que para este ejercicio se consideran más relevantes.

Una experiencia de enseñanza-aprendizaje, en un momento y lugar particular se presenta como un punto que resulta del entrecruzamiento de planos y dimensiones, lo que le imprime un carácter específico.

---

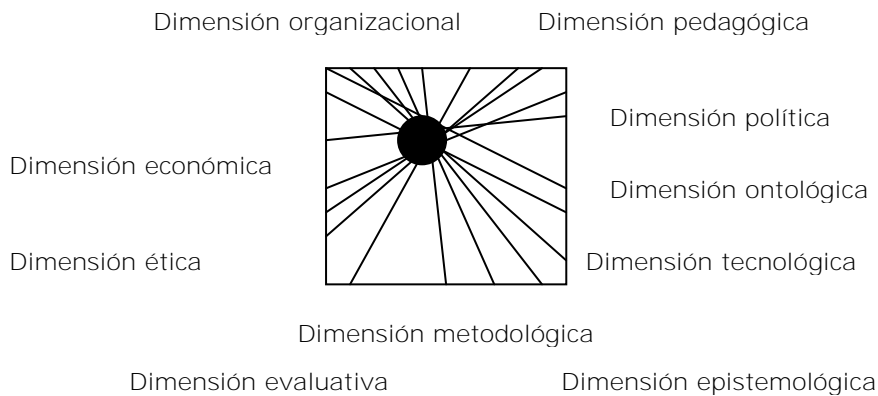
<sup>1</sup> Para un análisis detallado de las variables que entran en juego pueden consultarse en: Herrera, A., y A. Didriksson, (2006). *Manual de planeación prospectiva estratégica*. CESU-UNAM. México. pp. 163-168.



**Esquema 1.** Planos y dimensiones del proceso educativo.

Siguiendo este razonamiento, es prácticamente imposible que tengan lugar dos experiencias educativas idénticas, pues aún cuando algunos de los planos y dimensiones podrán coincidir en algún punto de cruce, no coincidirán todos (así, por ejemplo, se puede hablar de dos experiencias educativas que coinciden por tener lugar en el mismo plano sociopolítico, sin embargo, eso no garantiza que coincidirán en sus dimensiones y, en caso de que eso ocurra, puede que éstas sean disímiles en los planos y las dimensiones culturales o institucionales en las que se desarrollan).

Así se tiene que cada punto específico de entrecruzamiento define un único poliedro con las variables que demarcan los límites que caracterizan a cada experiencia educativa (Esquema 2).



**Esquema 2.** Una experiencia educativa como punto de entrecruzamiento de variables en los planos sociopolítico, cultural e institucional.

El plano sociopolítico describe el contexto de las condiciones, normas y valores de convivencia política, ética y económica en las que, **de hecho**, tiene lugar una experiencia educativa.

El plano cultural se refiere al contexto de compromisos y supuestos epistemológicos, ontológicos, metafísicos, metodológicos y empíricos que caracteriza a la comunidad cultural en las que, **de hecho**, tiene lugar una experiencia de enseñanza-aprendizaje.

Mientras que el plano institucional comprende las dimensiones organizacional, pedagógica, evaluativa y tecnológica, entre otras, que en su articulación definen a una experiencia educativa.

Para fines de este ejercicio de modelización de una experiencia educativa de la ciencia DCI, los planos sociopolítico y cultural –con sus dimensiones y variables- se asumen como condiciones de hecho, es decir, como **condiciones empíricas** iniciales.

Si bien las condiciones iniciales pueden variar para cada caso, una vez determinadas, juegan el papel del contexto inicial a partir del cual tiene lugar una experiencia educativa de la ciencia DCI.

Para este caso, la definición del contexto requerirá de la exploración de las características sociopolíticas y culturales propias de la experiencia (por ejemplo, cuáles son las condiciones económicas de la comunidad cultural en que tiene lugar una experiencia, cuáles son sus necesidades prioritarias,...

cuáles son sus “lógicas de pensamiento”<sup>2</sup>, es decir, sus principales creencias metafísicas, su acervo de conocimientos tradicionales, sus principales formas de apropiación del saber, las ideas previas más recurrentes entre los alumnos, etc...).

Mientras tanto, el plano institucional se considerará como el contexto de intervención, puesto que se asume que es factible y relevante incidir sobre sus dimensiones y variables para articular una experiencia educativa de la ciencia DCI.

A continuación se presentan esquemáticamente los elementos articuladores de la experiencia educativa DCI:

- A. Un conjunto de **condiciones empíricas** en los planos cultural y sociopolítico que configuran el contexto inicial que habrá de ser determinado para medir y asegurar el éxito de una experiencia DCI:

Plano sociopolítico

Dimensión sociopolítica	Formas de convivencia política de los miembros de la localidad; relación de la localidad con el estado-nación; problemas y necesidades que para la localidad demandan mayor atención; políticas de gestión de la diversidad cultural; marcos normativos que rigen los procesos educativos; grado de participación cívica de la población en los asuntos públicos.	<b>Ámbitos de incidencia</b> de una experiencia educativa de la ciencia DCI
Dimensión económica	Grado de bienestar de la comunidad; principales actividades productivas de la localidad; mercado de trabajo; áreas para el crecimiento económico que a la comunidad le interesa desarrollar.	
Dimensión ética	Normas y valores morales que definen las interacciones sociales.	

---

<sup>2</sup> Para profundizar en el análisis de la noción de lógicas de pensamiento se pueden consultar los textos: Pérez-Ransanz, A.R. (1999). *Kuhn y el cambio científico*. FCE México. 274 p.; Morin, E. (1992). *El método IV: Las ideas. Su hábitat, su vida, sus costumbres, su organización*. Cátedra. Madrid.

## Plano cultural

Dimensión epistemológica	Acervo de conocimientos tácitos y explícitos de la tradición cultural del alumnado; ideas previas con las que llegan, de hecho, los estudiantes y profesores; pluralidad de formas de apropiación de los conocimientos.	<b>Lógicas de pensamiento</b> (las tradiciones u horizontes culturales iniciales del alumnado)
Dimensión ontológica	Conjunto de entidades y procesos que se dan por existentes dentro de la comunidad cultural foco; creencias metafísicas de la comunidad.	
Dimensión metodológica	Métodos, procesos y técnicas socialmente aceptables dentro del horizonte cultural en cuestión; prácticas sociales que definen la identidad colectiva.	

- B. Un conjunto de **condiciones normativas** en el plano institucional que configuran el contexto de intervención a partir del cual se articula una experiencia educativa de la ciencia DCI.

## Plano institucional

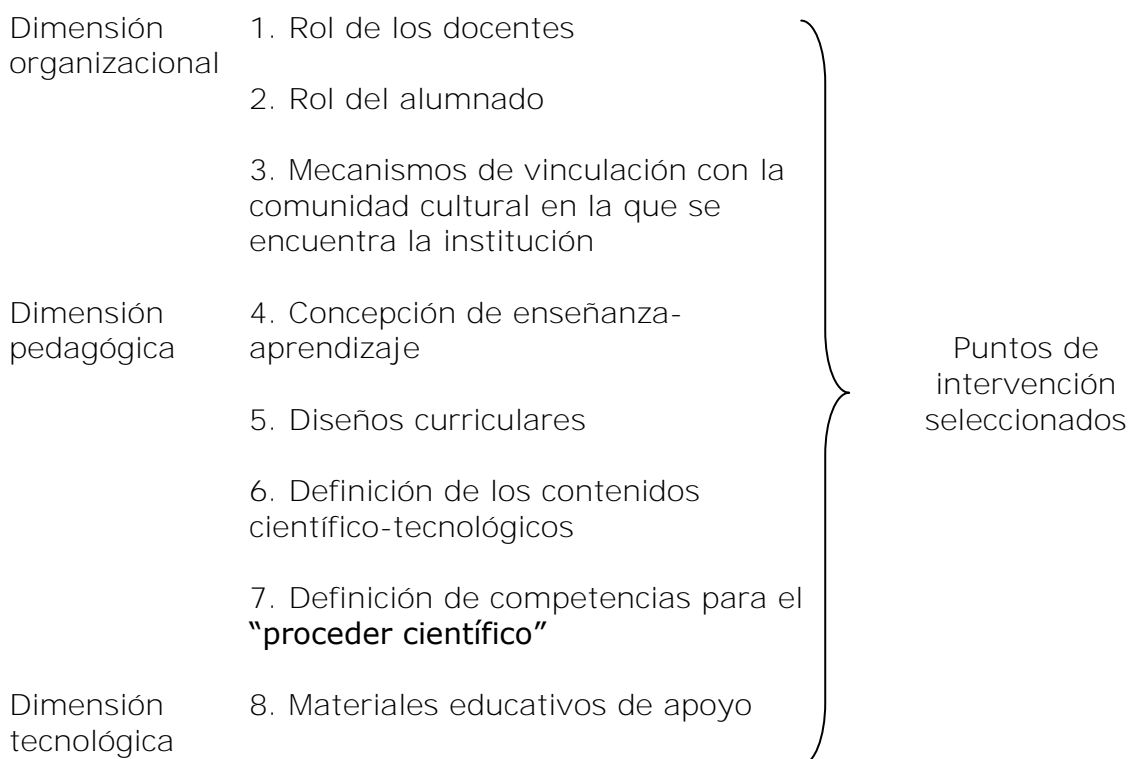
Dimensión organizacional	Visión, misión y filosofía de la institución; rol de las autoridades educativas, de los docentes, de los padres de familia, del alumnado; mecanismos de vinculación con la comunidad cultural en la que se encuentra la institución; infraestructura institucional.	<b>Puntos de intervención factibles</b>
Dimensión pedagógica	Concepción de enseñanza-aprendizaje; diseños curriculares; definición de los contenidos científico-tecnológicos; definición de competencias para el "proceder científico".	
Dimensión evaluativa	Formas de evaluación de la calidad educativa; modelos de evaluación del aprendizaje.	
Dimensión tecnológica	Incorporación de las tecnologías de la información en el aula; materiales educativos de apoyo.	

## 2. Recomendaciones para lograr una experiencia de enseñanza-aprendizaje de la ciencia DCI.

El contexto de intervención, en este caso el plano institucional, comprende las variables sobre las que es factible y relevante intervenir para mejorar el proceso de educación mediante experiencias educativas concretas.

Las intervenciones, a su vez, se refieren al conjunto de decisiones, estrategias y procesos, que con grados variables de intencionalidad y sistematización tienen el objetivo de transformar, preservar o fortalecer actitudes, ideas, contenidos, modos y prácticas pedagógicas, para introducir nuevos proyectos y programas, materiales curriculares, estrategias de enseñanza-aprendizaje, y/o formas de analizar y gestionar las dinámicas en el aula (Carbonell, 2006).

Para el caso particular de este ejercicio, se han elegido las variables enumeradas a continuación:

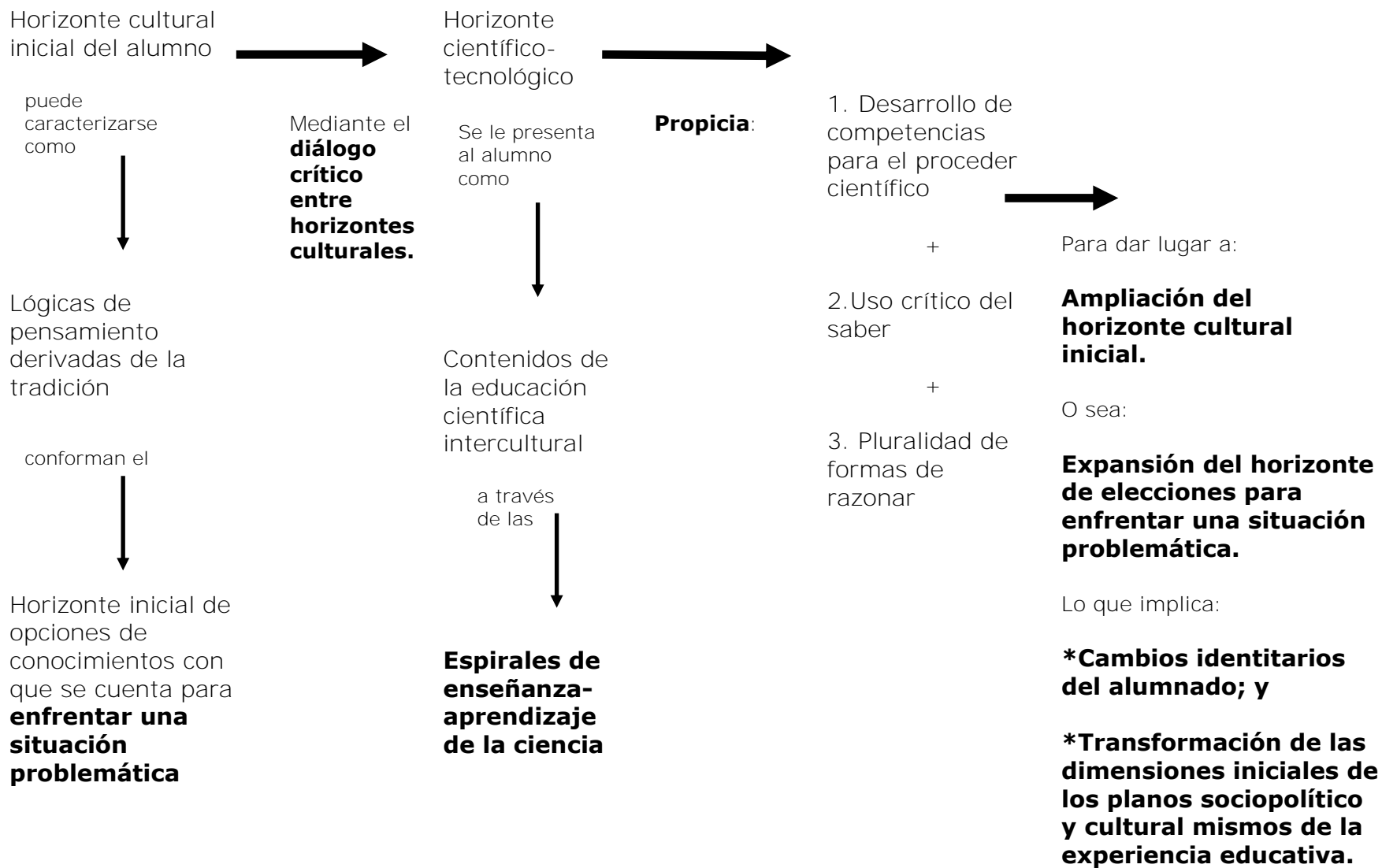


Si bien las variables que se decidan seleccionar, así como la forma y el tipo de intervenciones a realizar en cada experiencia educativa DCI pueden ser muy diversas (cada una dando lugar a una experiencia DCI distinta), la orientación de las intervenciones debería considerar el proceso-guía ilustrado en el Esquema 3, para que las experiencias que se articulen sean de tipo DCI.

Como se ilustra en el Esquema 3, las experiencias educativas de la ciencia DCI se distinguen porque buscan promover, a través del diálogo, que los alumnos amplíen sus horizontes culturales iniciales, mediante la aproximación a la ciencia y a la tecnología, pero con pleno respeto a la tradición de su comunidad cultural. Con la ampliación del horizonte cultural inicial, simultáneamente se extienden las posibilidades de elección de los alumnos para resolver una situación-problemática en su entorno, es decir, se potencian sus oportunidades para llevar a cabo las acciones necesarias para enfrentar, mediante la educación científica, tareas que se consideran relevantes dentro de su comunidad cultural.

Así, a través de la configuración de experiencias educativas de la ciencia DCI se espera promover:

- A. Una comprensión crítica de la ciencia;
- B. Una transformación de las identidades:
  - a. individuales
  - b. colectivas
  - c. de la ciencia
  - d. del saber tradicional
- C. Una transformación de las prácticas sociales.



**Esquema 3.** Proceso-guía de educación científica intercultural.



A continuación se sugieren recomendaciones para configurar una experiencia educativa DCI, a partir de los puntos de intervención seleccionados para este caso particular:

<b>Punto de intervención</b>	<b>Recomendaciones</b>
1. Rol de los docentes	<p>El trabajo del profesor debería distinguirse porque:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>a) <b>Define junto con los alumnos un conjunto de problemas y tareas de interés comunitario:</b> para aproximar el horizonte cultural de los estudiantes con el científico-tecnológico es útil encontrar puntos de interés común sobre alguna temática relativa con la sobrevivencia de la comunidad (vida, muerte, sexualidad).</li><li>b) <b>Caracteriza y promueve la pluralidad de abordajes culturales para los problemas definidos:</b> utiliza como anclaje los problemas de interés común para explicitar las lógicas de pensamiento derivadas de las tradiciones culturales de los alumnos y para aproximar al estudiantado a las lógicas de pensamiento propuestas por la ciencia y la tecnología. (Véanse las fases de las espirales de enseñanza-aprendizaje de la ciencia en el Capítulo 3).</li><li>c) <b>Reconoce que, en función del contexto cultural en que se encuentre, las tareas y situaciones problemáticas pueden obtener resolución dentro de, al menos, cuatro escenarios posibles:</b> 1. Problemas y tareas que requieren de solamente una base científica y tecnológica para su resolución; 2. Problemas y tareas que se pueden resolver mediante los saberes tradicionales y en donde el abordaje científico-tecnológico se encuentra fuera de contexto y sin sentido; 3. Problemas y tareas que requieren la construcción de una síntesis de saberes (que sume la ciencia y la tecnología con los conocimientos tradicionales); 4. Problemas y tareas que permiten la coexistencia barroca de ambas formas de saber.</li><li>d) <b>Brinda oportunidades para que los grupos dialoguen</b> sobre las tareas de aprendizaje, explicitando los juicios basados en sus propios criterios, y promoviendo la voluntad del dejarse transformar a través del diálogo.</li><li>e) <b>Fomenta la comprensión crítica de la ciencia y de los saberes tradicionales</b> mostrando que cada aproximación tiene alcances y límites.</li><li>f) <b>Proporciona al estudiantado suficiente tiempo y espacio</b> para que puedan hacer juicios analíticos y prudenciales, también apoya a la síntesis de las diferentes opciones desarrolladas como solución a los problemas planteados.</li><li>g) <b>Hace de la diversidad cultural un valor,</b> esto es, gestiona la coexistencia de contenidos culturales heterogéneos y los aprovecha para potenciar el trabajo colectivo del alumnado.</li><li>h) <b>Reflexiona sobre el valor de la diversidad cultural,</b> reconociendo que lo diverso no es valioso por ser meramente diverso, sino por su contribución a la construcción de lo que es valioso en un contexto que posibilita la crítica intercultural.</li><li>i) <b>Muestra las relaciones existentes</b> entre los fenómenos, hechos, conceptos y principios asociados a la problemática en cuestión <b>con los valores e intereses</b> que acompañan a las distintas lógicas de pensamiento, como vías para la resolución de tareas concretas.</li><li>j) <b>Facilita el aprendizaje cooperativo,</b> promoviendo el trabajo en</li></ol>

## Punto de intervención

## Recomendaciones

- equipo y las interacciones del alumnado con su comunidad cultural.
- k) **Proporciona apoyos audiovisuales**, y enseña a interpretar la información visual, así como la información transmitida por otros canales que sean usuales dentro de las tradiciones culturales del alumnado.
  - l) **Anima a los estudiantes a que se vean a sí mismos como personas que continuamente aprenden** y piensan mediante el diálogo con otros, quienes pueden sostener posturas diferentes de la propia.
  - m) **Proporciona oportunidades para que los alumnos mediten sobre su propio pensamiento**, incorporen nuevos saberes, y los movilicen para resolver situaciones problemáticas, creando nuevas categorías.
  - n) **Proporciona oportunidades para explicitar las repercusiones** de la experiencia de enseñanza-aprendizaje sobre las variables sociales, económicas y políticas de la comunidad cultural.

## 2. Rol del alumnado

El trabajo del alumnado debería distinguirse porque:

- a) **Contribuyen a caracterizar y sistematizar los horizontes** que conforman las tradiciones culturales que los dota de identidad, compartiendo con otros sus experiencias sociales cotidianas
- b) **Participan en la definición de los problemas y necesidades** de su comunidad cultural.
- c) **Contribuyen a la exploración de la pluralidad de formas para abordar una tarea o situación problemática** dentro de su propia comunidad; reconocen que es posible acercarse a problemas comunes desde diferentes puntos de vista.
- d) **Ante una situación problemática planteada:** 1. Establecen relaciones (asociaciones, comparaciones, analogías), 2. inician procesos de razonamiento (inducciones, deducciones); 3. hacen contextualizaciones y ajustes a la situación dada.
- e) **Tienen voluntad para el aprendizaje mediante el diálogo**, están dispuestos a no tener la razón y a escuchar otros puntos de vista, incluidos aquellos derivados de la ciencia y la tecnología.
- f) **Se comportan críticamente** con respecto a su propio pensamiento y con relación al conocimiento presentado en la experiencia educativa.
- g) **Exploran los límites y los alcances de los conocimientos** de su tradición cultural, así como de la ciencia y la tecnología, evaluando las ventajas y desventajas de las diversas aproximaciones, decidiendo cuál es el saber pertinente, con qué matices, con qué excepciones.
- h) **Desarrollan nuevos conocimientos** cuando no basta con el acervo de conocimientos con que cuentan para resolver una tarea concreta, contribuyendo así a proponer soluciones innovadoras a los problemas de su comunidad.
- i) **Reflexionan sobre cómo la experiencia educativa de la ciencia** incide sobre su propia identidad y sobre su cultura.
- j) **Participan en actividades de grupo** con otros alumnos y con su comunidad cultural, desarrollando habilidades para las interacciones sociales.
- k) **Colaboran entre sí**, y reconocen la importancia de la participación y las ventajas de la toma de decisiones en grupo.

## Punto de intervención

## Recomendaciones

3. Mecanismos de vinculación con la comunidad cultural en la que se encuentra la institución educativa

Deberían aprovechar que:

- a) El **contexto cultural**, es decir, el territorio o la comunidad, **se convierte en un libro abierto** lleno de símbolos, costumbres, memoria, prácticas, conocimientos<sup>3</sup>.
- b) **Las tradiciones culturales de la comunidad se incorporan a la experiencia educativa**, mediante el trabajo de exploración comunitaria que hacen los docentes y los alumnos tanto **para definir problemas y tareas** de interés común (que disparen espirales de enseñanza-aprendizaje de la ciencia), como para **proponer soluciones** a los mismos basadas en el acervo de conocimientos tradicionales y/o en los avances de la ciencia y la tecnología.
- c) **De cada experiencia educativa, tanto los alumnos como los docentes, llevan un registro de problemas y resultados obtenidos** mediante el proceso educativo, de manera que la información sistematizada se puede incorporar como materiales de apoyo para nuevas experiencias educativas.
- d) **Los resultados de cada experiencia educativa deben repercutir en la transformación de las condiciones sociopolíticas y culturales** con que inicia una experiencia educativa, y de esa repercusión debe poderse dar cuenta mediante el análisis del impacto a nivel individual y colectivo (que puede dar lugar a otra experiencia educativa DCI orientada a identificar el uso real de las innovaciones socioeducativas derivadas de la educación científica intercultural, ver Capítulo 4).

4. Concepción de enseñanza-aprendizaje

Debería basarse en los principios de los **enfoques socioculturales de la educación o cognición situada** (ver Capítulo 4) considerando que:

- a) En cada comunidad cultural hay lógicas de pensamiento (tradicionales) que permiten la resolución de situaciones problemáticas específicas, y que pueden verse enriquecidas o no por los saberes derivados de la ciencia y la tecnología, mediante procesos de diálogo intercultural.
- b) Para cada problema de interés de una comunidad cultural hay una pluralidad de formas de abordaje (escenarios de interacción de los conocimientos científicos con los tradicionales, -véase recomendación 1.c)- que resultan más o menos racionales (eficientes y/o eficaces) en función de un juego de valores, intereses, necesidades y fines sostenidos por los miembros de esa comunidad.
- c) Cada grupo de alumnos decide sobre las opciones que resultan más racionales en función de los valores, fines, intereses y necesidades de su comunidad cultural.
- d) El aprendizaje debería ser evaluado como un saber integrador que no se reduce al hallazgo de una respuesta correcta, sino a la resolución de una tarea o situación problema relevante.
- e) El desarrollo de competencias para el proceder científico, mediante las espirales de enseñanza-aprendizaje de la ciencia (ver Capítulo 3) requiere un equilibrio entre adquirir conocimientos, practicar procedimientos, resolver problemas, realizar tareas, diseñar y

---

<sup>3</sup> La ciudad educadora o educativa como máxima vertebración entre la escuela y el territorio, implica que la institución escolar se convierte en una red de servicios y apoyos sociales y culturales (Carbonell, 2006).

## Punto de intervención

## Recomendaciones

gestionar proyectos que pongan en juego la integración de los aprendizajes.

- f) La enseñanza-aprendizaje debería dar cuenta de cómo un alumno no sólo posee saberes, sino que es capaz de movilizarlos (asociarlos, integrarlos) y utilizarlos en el momento oportuno y de la forma adecuada para enfrentar una situación o para resolver un problema.

### 5. Diseños curriculares

Para desarrollar un currículo intercultural de la ciencia se deberían considerar las siguientes máximas<sup>4</sup>:

- a) Un **currículo intercultural de la ciencia se basa más en aspectos cualitativos que cuantitativos**, esto es, no es aquel que incorpora más contenidos de orden cultural para terminar siendo etnocentrista o folklorista, sino aquel que disminuye la orientación etnocentrista o monocultural de los contenidos.
- b) Para no terminar siendo monocultural, un currículo intercultural de la ciencia **requiere la participación del conjunto de agentes de la comunidad educativa**, de científicos-tecnólogos y miembros de las comunidades culturales, entre otros.
- c) Interculturalizar el currículo no se reduce a enriquecer las actividades escolares con las tradiciones antiguas de los distintos pueblos, sino que **ayuda a comprender el dinamismo cultural** existente hoy en día dentro de las mismas ciencias, aproximando al alumnado a temas significativos de la realidad actual.
- d) Un currículo intercultural de la ciencia puede estructurarse en función de los siguientes **tres estadios** acordes con las espirales de enseñanza-aprendizaje de las ciencias (ver Capítulo 3):
  1. Estadio de **conocimiento y descubrimiento**, en el que se promueve la curiosidad y la apertura a los contenidos sobre diversidad cultural. Se realizan actividades que permiten la exploración y la investigación sobre las múltiples formas para responder a los problemas planteados por el entorno socio-ambiental.
  2. Estadio de **reconocimiento y vínculo**, que enfatiza en la posibilidad de diálogo entre tradiciones culturales diferentes, resaltando los aspectos de enriquecimiento o inconmensurabilidad entre lógicas de pensamiento.
  3. Estadio de **compromiso y acción**, que anima a los docentes y al alumnado a implicarse en la construcción de una sociedad intercultural, realizando actividades para lograr la mejora de las problemáticas sociales prioritarias.
- e) Un currículo intercultural de la ciencia promueve actividades que **implican la participación y la acción social del alumnado** – mediante campañas, exposiciones, juegos, marchas, talleres- para compartir el trabajo realizado en la escuela con el resto de las personas de la localidad, fomentando la formación cívica y la disolución de las fronteras entre escuela-comunidad.

---

<sup>4</sup> Una referencia clave para este punto puede consultarse en: Essomba, M.A. (2008). *10 ideas clave para la gestión de la diversidad cultural en la escuela*. Ed. Grao. Barcelona. 167 p.

## Punto de intervención

## Recomendaciones

6. Definición de los contenidos científico-tecnológicos

En la definición de qué avances y procedimientos de la ciencia y la tecnología han de hacerse llegar al alumnado, no se debería olvidar que:

- a) Los contenidos científico-tecnológicos programados **varían en función de los problemas, intereses, necesidades, valores y fines** de cada comunidad cultural.
- b) Los contenidos científico-tecnológicos se presentan y organizan **en función no de las disciplinas, sino de su relevancia y pertinencia** con los problemas, intereses, necesidades, valores y fines de cada comunidad cultural; es decir, su definición es **transdisciplinaria** y se inscribe dentro del contexto cultural de cada experiencia (ver Capítulo 4).
- c) Los contenidos científico-tecnológicos **no se presentan para competir con otras formas de conocimientos**, ni para imponerse por autoridad, porque no siempre resultan categorías opuestas o excluyentes con otros saberes; la relación de estos contenidos son multiformes y dan lugar al menos a cuatro escenarios posibles (Véase la recomendación 1.c).

7. Definición de competencias para el "proceder científico"

Para **lograr el desarrollo de competencias para el proceder científico mediante las espirales de enseñanza-aprendizaje de la ciencia**, se debería considerar que<sup>5</sup>:

- a) Las competencias aluden al conjunto de conocimientos, procedimientos y actitudes combinados, coordinados e integrados, en el sentido de **lo que el individuo ha de "saber hacer" como parte del "proceder científico"**; integran la comprensión de conceptos, principios y teorías científicas pertinentes, así como los procesos cognitivos (resoluciones de problemas, creatividad, metacognición), junto con los procedimientos y los valores que fundamentan las acciones.
- b) Las competencias para el "proceder científico" se basan en distintos saberes, pero no se reducen a ellos (ver Capítulo 4).
- c) Las competencias sólo son **definibles en la acción**, en cómo el alumnado moviliza los recursos teóricos y prácticos con los que cuenta.
- d) Las competencias **se construyen progresivamente** en el proceso formativo (crecen en riqueza, diversidad y complejidad en función de las respuestas que se construyen ante cada nueva situación).
- e) Las competencias **se inscriben en un contexto cultural determinado**, que resulta clave para su definición, aún cuando mediante la confrontación con nuevas tareas concretas, las competencias inicialmente definidas se vayan complejizando para ser aplicadas para afrontar situaciones contingentes.
- f) La definición de competencias para el proceder científico no es un ejercicio simple, ya que **su propuesta es el resultado de un trabajo previo de investigación** que debería buscar dar respuesta, al menos, a las siguientes cuatro preguntas: 1. ¿Qué debe ser capaz de hacer el estudiante luego de esta experiencia educativa de la ciencia DCI?; 2. ¿Para qué lo hace?; 3. ¿Cómo, con qué elementos, en qué nivel de desempeño?; 4. ¿Qué resultados obtiene?

---

<sup>5</sup> Una referencia clave para este punto puede consultarse en: Catalano, A.M., Avolio, S., y M. Sladogna. (2004). *Diseño curricular basado en normas de competencia laboral: conceptos y orientaciones metodológicas*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN). Buenos Aires. 224 p.

## Punto de intervención

## Recomendaciones

- g) Las competencias en el proceder científico deberían permitirle a un alumno que, ante una nueva situación, pueda establecer relaciones, inferencias, ajustes, contextualizaciones y razonamientos que le sirvan de **base para seleccionar y adaptar el conocimiento disponible**, de modo tal que oriente la acción adecuadamente.

### 8. Materiales educativos de apoyo

Los materiales impresos y audiovisuales deberían:

- a) **Estar diferenciados** según los intereses, necesidades, valores y fines de cada comunidad cultural.
- b) Dar cuenta de **situaciones problemáticas o tareas reales** o socialmente relevantes, que tienen o han tenido lugar dentro de distintas comunidades culturales del país.
- c) Servir como guía para presentar contenidos científicos-tecnológicos, pero al mismo tiempo **dar cabida para otras formas de abordaje** a situaciones problemáticas (multiplicidad de lógicas de pensamiento).
- d) Dentro del contenido tratado en estos materiales **no se debería marginar a ninguna forma de conocimiento en abstracto**, sino tratar de dar cuenta de la función de los saberes inscritos dentro de las prácticas sociales que dan identidad y sentido a la vida de los estudiantes, y con los cuales su comunidad hace frente a situaciones problemáticas.
- e) **Explicitar y permitir la pluralidad de formas de razonar**, para que el alumnado reconozca cómo aquello que se acepta o justifica como aproximación o solución racional (y/o eficiente, eficaz) a un desafío planteado por el entorno, lo es por diferentes razones según cada cultura.
- f) **Ser transdisciplinarios**, pues el desarrollo del conocimiento en el contexto de aplicación requiere de una aproximación que trasciende las fronteras de las disciplinas científico-tecnológicas tradicionales (ver Capítulo 4).
- g) **Ser plurilingües**, para así ampliar el acceso y uso de las lenguas locales.

### *3. Resultados esperados de una experiencia de enseñanza-aprendizaje de la ciencia DCI.*

Una experiencia educativa DCI, orientada bajo el modelo dialógico intercultural de educación científica, se distingue porque: capacita a los alumnos en el uso crítico de la pluralidad de lógicas de pensamiento; contribuye a transformar sus lógicas de pensamiento iniciales; e incide en los ámbitos social y político.

## Plano sociopolítico

### Incidencia sociopolítica de una experiencia educativa de la ciencia DCI

Se fomenta la comprensión crítica de de la ciencia y de su papel transformador en los modos de pensar, de actuar y de vivir, sin violentar los horizontes culturales del alumnado.

Se recupera la problemática comunitaria en el aula y se promueve la participación de todos los miembros para la construcción de soluciones basadas en la utilización de los saberes enseñados-aprendidos y en la generación de nuevos conocimientos que permiten alcanzar lo que cada grupo cultural considera valioso.

La participación no queda circunscrita al ámbito educativo, sino que se expande hacia la transformación del entorno social y natural.

Los agentes desarrollan su capacidad de autonomía y se empoderan tanto en el ámbito cívico (participando y tomando decisiones que atañen a asuntos de interés comunitario), como en el ámbito científico-tecnológico (expandiendo su horizonte de elecciones para resolver y enfrentar situaciones problemáticas en su entorno).

El fomento a la participación pública de todos los agentes en los procesos de conocimiento y de decisión sobre los usos de esos conocimientos, contribuye significativamente a que educar en ciencias sea una de las vías genuinas para la construcción de una ciudadanía intercultural, pues es decidiendo dentro de un entorno plural como se aprende a decidir.

La educación deja de ser un modelo de homogeneización o de colonización indígena, para volverse una tarea humana y realmente plural, diversa, democrática y respetuosa de la diversidad cultural.

Se disuelven las jerarquías abstractas y discriminatorias entre personas y tipos de conocimientos, que ubican a algunos por encima de otros (profesor-alumno, indígena-no-indígena, ciencia-saber tradicional).

Se explicita el papel contextual de las tradiciones culturales y los conjuntos de valores a que responden las diversas formas de conocimientos y prácticas.

## Plano cultural

Transformación  
de las lógicas  
iniciales de  
pensamiento y/o  
uso crítico de las  
mismas

Los conocimientos tradicionales adquieren una legitimidad, que generalmente se les niega *a priori*.

Los agentes (docentes y alumnos) fortalecen sus actitudes de apertura, flexibilidad, voluntad al cambio y a la relativización de sus propias creencias, prácticas y comportamientos.

**Los agentes desarrollan competencias para el “proceder científico”, que les permiten evaluar el conocimiento (tradicional/científico) y resignificarlo individual y colectivamente a partir del diálogo crítico.**

Los agentes desarrollan la capacidad de activar contextualmente los conocimientos (científicos, tradicionales, tácitos, explícitos), que de entre los múltiples posibles, resultan los más racionales (eficaces, eficientes) para hacer frente a una situación problemática dada; y comprenden que las razones que un grupo social considera válidas para hacer una cierta elección, pueden no ser las mismas para otro grupo.

Los agentes se identifican con una cultura propia, pero reconocen la existencia de otras culturales a las cuales respetan y de cuales, reconocen que es posible incorporar elementos para enriquecer su horizonte cultural de opciones.

Los agentes aprenden a escuchar y valorar la pluralidad de perspectivas sobre el mundo y a juzgarlas, mediando entre ellas y tomando conciencia de sus propias valoraciones sobre la ciencia y la tecnología.

Se refuerza tanto la enseñanza-aprendizaje mutua de la ciencia y del **saber tradicional, ubicándolos en su “justo” lugar dentro de un contexto determinado**, que exponga que la ciencia también se enriquece del diálogo intercultural.

Al saberse activos en el proceso de co-producción de los conocimientos, podrían darse cuenta de que como agentes sociales todos pueden generar, transferir y aplicar conocimientos válidos y legítimos a través de la socialización, crítica y evaluación, y haciendo uso de los parámetros comunitarios que determinan sus formas de relación, organización y sistematización; de esta manera la educación científica se convierte más en una práctica social que escolar.

En suma, con la generación de experiencias educativas DCI se busca articular lo que Carbonell (2006, p. 119) caracteriza como: “... una escuela culturalmente más sabia, pedagógicamente más atractiva, institucionalmente más democrática y **socialmente más igualitaria...**”.



# BIBLIOGRAFÍA

- AAAS (1989). *Project 2061: Science for All Americans*. American Association for the Advancement of Science. Disponible en: <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm>
- Acevedo, J. A., Vázquez, A., Martín, M., Oliva, J., Acevedo, P., Paixao, M., y Manasserio, M.A. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2): 121-140.
- Acevedo, J.A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (1): 3-16.
- Aguilar, M. (2005). *Diálogo y alteridad. Trazos de la hermenéutica de Gadamer*. FFyL-UNAM. México. 138 p.
- Aikenhead, G.S. (1997). *Exploring ideologies: STS and HPS*. Paper presented to the Symposium "HPS, STS and the goals of school science" at the History and Philosophy of Science and Science Teaching Conference, Calgary, Canada.
- Aikenhead, G.S. (2003). STS Education: A Rose by Any Other Name. En: R. Cross (Ed.), *A Vision for Science Education: Responding to the work of Peter J. Fensham*. New York: Routledge. pp. 59-75.
- Alonso, E. (2003). *Biología, un enfoque integrador*. McGraw-Hill, México. 156 p.
- Altieri, M. (2005). *Aspectos socioculturales de la diversidad del maíz nativo*. Documento de trabajo para el Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, dentro de la Iniciativa: Maíz y biodiversidad: efectos del maíz transgénico en México. México. 11 p.
- Argueta, A. (1997). *Epistemología e historia de las etnociencias: la construcción de las etnociencias de la naturaleza y el desarrollo de los saberes bioecológicos de los pueblos indígenas*. Tesis de Maestría.

Facultad de Ciencias. UNAM.

- Bala, A. (2006). *The Dialogue of Civilizations in the Birth of Modern Science*. Palgrave Macmillan. USA. 244 p.
- Barrera-Bassols, N. y Toledo, V.M. (2005). Ethnoecology of the Yucatec Maya: symbolism, knowledge and management of natural resources. *Journal of Latin American Geography 4*: 9-40.
- Bello, J. (2007). *Educación y pueblos excluidos*. Senado de la República LX Legislatura/UNAM/Porrúa. México. 324 p.
- Beneitone, P., Esquetini, C., González, J., Maletá, M., Siufi, G., y Wagenaar, R. (2007). *Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina: Informe Final -Proyecto Tuning- América Latina 2004-2007*. Universidad de Deusto. España. 432 p.
- Beuchot, M. (1999). Larry Laudan y los límites del relativismo. En: Velasco, A. (coord). *Progreso, pluralismo y racionalidad en la ciencia*. UNAM-IIF. México. p.p. 215-223.
- Bobbio, N. (2005). *El futuro de la democracia*. FCE. México. 214 p.
- Boege, E. (2000). La naturaleza del conocimiento tradicional. En: *Protegiendo lo nuestro. Manual para la gestión ambiental comunitaria, uso y conservación de la biodiversidad de los campesinos indígenas de América Latina*. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Fondo para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas de América Latina y el Caribe. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 168 p.
- Bonfil, G. (1987). La teoría del control cultural en el estudio de los procesos étnicos. *Revista Papeles de la Casa Chata, 2 (3)*: 23- 43.
- Buenfil, R.N. (2004). Horizonte posmoderno y configuración social. En: De Alba, A. *Posmodernidad y Educación*. CESU-UNAM-Porrúa. México. 317 p.
- Burguete, A., y Torres, J. (2007). Remunicipalización en Santiago El Pinar: un *empoderamiento* acotado. En: Leyva, X., y Burguete, A. (2007). *La remunicipalización de Chiapas: lo político y la política en tiempos de contrainsurgencia*. Porrúa/Ciesas/Cámara de Diputados LX Legislatura.

- México. p.p. 135-179.
- Callon, M. (2001). Cuatro modelos de dinámica de la ciencia. En: Ibarra, A. y López Cerezo, J.A. (eds.). *Desafíos y tensiones actuales en Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Biblioteca Nueva OEI. España. P.p. 27-69.
- Carbonell, J. (2006). *La aventura de innovar: el cambio en la escuela*. Morata. España. 127 p.
- Carnoy, M. y Castells, M. (2001). Globalization, the knowledge society, and the Network State: Poulantzas at the millennium. *Global Networks 1*, (1): 1-18.
- Carrillo, C. (2006). *Pluriverso: un ensayo sobre el conocimiento indígena contemporáneo*. UNAM. México. 132 p.
- Challenger, A. (1998). *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; UNAM; Agrupación Sierra Madre, S. C. México. p.p. 25-71, 519-615.
- Contreras, U. (2003). Conflicto social y enfermedad en los Altos de Chiapas (estudio de caso). *Estudios Sociológicos*, XXI (62): 399-420.
- Cortina, A. (2009). La pobreza como falta de libertad. En: Cortina, A. y Pereira, G. (eds.). *Pobreza y Libertad: erradicar la pobreza desde el enfoque de Amartya Sen*. Tecnos. España. p.p. 15-30.
- Dascal, M. (1992a). Introducción. En: Dascal, M. (comp). *Relativismo cultural y filosofía: perspectivas norteamericana y latinoamericana*. UNAM-IIF. México. p.p. 5-14.
- Dascal, M. (1992b). La ecología del espacio cultural. En: Dascal, M. (comp). *Relativismo cultural y filosofía: perspectivas norteamericana y latinoamericana*. UNAM-IIF. México. p.p. 381-404.
- Dascal, M. (1993). Diversidad cultural y práctica educacional. En: Olivé, L. (comp). *Ética y diversidad cultural*. FCE-UNAM. México. p.p. 229-252.
- Dascal, M. (1997). Observaciones sobre la dinámica de las controversias. En: *Racionalidad y cambio científico*. Paidós-UNAM. México. p.p. 99-121.

- De Alba, A. (2004). Posmodernidad y educación: Implicaciones epistémicas y conceptuales en los discursos educativos. En: De Alba, A. ***Posmodernidad y Educación***. CESU-UNAM-Porrúa. México. p.p. 129-175.
- DeBoer, G.B. (2000). Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. ***Journal of Research in Science Teaching***, 37(6): 582-601.
- Delgado, F. y Escóbar, C. (2006). ***Diálogo intercultural e intercientífico para el fortalecimiento de las ciencias de los pueblos indígenas originarios***. COMPAS. Bolivia. 298 p.
- Delich, F. (1998). Educación, modernidad y democracia: problemas y perspectivas. En: Filmus, D. (comp.). ***Las transformaciones educativas en Iberoamérica. Tres desafíos: democracia, desarrollo e integración***. Ed. Troquel-OEI. Argentina. p.p. 39-57.
- Delors, J. (coord.). (1989). ***La educación encierra un tesoro***. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional de la Educación para el siglo XXI. Ediciones UNESCO.
- Deneulin, S. (2009). Valores, elecciones y los límites del liberalismo en el enfoque de las capacidades. En: Cortina, A. y Pereira, G. (eds.). ***Pobreza y Libertad: erradicar la pobreza desde el enfoque de Amartya Sen***. Tecnos. España. p.p. 77-93.
- Denyer, M., Furnémont, J., Poulain, R. y Vanloubbeeck, G. (2007). ***Las competencias en la educación: un balance***. FCE. México. 201 p.
- Di Castro, E. (2002). ***La razón desencantada: un acercamiento a la teoría de la elección racional***. IIF-UNAM. México. 162 p.
- Díaz, R., Gabriel, R., Molina, O., Marcos, S. y Masera, O. (2003). ***La estufa patsari: Una alternativa para conservar los bosques y disminuir las enfermedades respiratorias***. GIRA-CIECO, UNAM. 13 p.
- Díaz, R., Berrueta V. y Masera, O. (2004). ***De la "Lorena" a la "Patsari": proceso de mejoramiento e innovación de tecnología rural***. Documento presentado en el Congreso Mundial de Energía Renovable. México. 5 p.

- Díaz-Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5 (2): 1-13.  
Disponible en: <http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arceo.html>
- Díaz-Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida*. McGrawHill. México. 171 p.
- Díaz, M.A., Flores, G., Martínez, F. (2007). *PISA 2006 en México*. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. México. 343 p.
- Diccionario de la Lengua Española*. (2004). Vigésima Segunda Edición, Real Academia Española. Madrid.
- Echeverría, J. (2003). *La revolución tecnocientífica*. FCE. España. 282 p.
- Enríquez, P., Mariaca R., Retana O., y Naranjo, E. (2006). Uso medicinal de la fauna silvestre en los Altos de Chiapas, México. *Interciencia*, 31 (7): 491-499.
- Eroza, E. (1996). Tres procedimientos diagnósticos de la medicina tradicional indígena. *Alteridades*, 6 (12): 19-26.
- Escobar, D.A. (2003). El cambio tecnológico de las semillas de maíz durante el siglo XX: La tendencia de la biodiversidad. *Debates ambientales*, 26: 79-90.
- Esteva, J., y Reyes, J. (2003). Educación popular ambiental: hacia una pedagogía de la apropiación del ambiente. En: Leff, E. (coord.). *La complejidad ambiental*. Siglo XXI eds., PNUMA, UNAM. México. p.p. 216-252.
- Feyerabend, P. (1975). Cómo defender a la sociedad contra la ciencia. En: Hacking, I. (1985). *Revoluciones científicas*. FCE. México. p.p. 294-314.
- Filmus, D. (comp.). (1998). *Las transformaciones educativas en Iberoamérica. Tres desafíos: democracia, desarrollo e integración*. Ed. Troquel-OEI. Argentina. 472 p.
- Fornet, R. (1997). Aprender a filosofar desde el contexto del diálogo de las culturas. *Revista de Filosofía*, 90: 365-382.
- Fornet, R. (1998). Supuestos filosóficos del diálogo intercultural. *Polylog*, 1: 45-86.

- Fourez, G. (1997). Scientific and technological literacy as a social practice. *Social Studies of Science*, 27: 903-936.
- Freire, P. (1966). *Pedagogía de la autonomía: saberes necesarios para la práctica educativa*. Siglo XXI eds. México. 139 p.
- Freire, P. (1969). *La educación como práctica de la libertad*. Siglo XXI eds. México. 151 p.
- Freire, P. (1973). *¿Extensión o comunicación? La concientización en el medio rural*. Siglo XIX eds. México. 109 p.
- Fronzizi, R. (1958). *¿Qué son los valores?* FCE. México. 236 p.
- Funtowicz, S., y Marchi, B. (2003). Ciencia posnormal, complejidad reflexiva y sustentabilidad. En: Leff, E. (coord.). *La complejidad ambiental*. Siglo XXI eds., PNUMA, UNAM. México. p.p. 54-84.
- Furió, C., Vilches, A., Guisasola, J., y Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria: ¿alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (3): 365-376.
- Gadamer, H.J. (2002). *Verdad y Método II*. Sígueme. Salamanca. 429 p.
- Ghiso, A. (1996). *Cinco claves ético-pedagógicas de Freire: anotaciones para la lectura de nuestras prácticas educativas*. Disponible en: <http://www.fuhem.es/portal/areas/paz/educa/articulos/articulo1.doc>
- Ghiso, A. (1998). *De la práctica singular al diálogo con lo plural: Aproximaciones a otros tránsitos y sentidos de la sistematización en épocas de globalización*. Disponible en: <http://www.grupochorlavi.org/webchorlavi/concurso2004/docs/ghiso.pdf>
- Ghiso, A. (2000). *Potenciando la diversidad: Diálogo de saberes, una práctica hermenéutica colectiva*. Disponible en: [http://bibliotecadigital.conevyt.org.mx/colecciones/documentos/potenciando\\_diversidad.pdf](http://bibliotecadigital.conevyt.org.mx/colecciones/documentos/potenciando_diversidad.pdf)
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., y M. Trow. (1997). *La nueva producción del conocimiento: la dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas*. Ediciones Pomares-Corredor. España. 235 p.

- Gil, D. (1998). El papel de la educación ante las transformaciones científico-tecnológicas. En: Filmus, D. (comp.). *Las transformaciones educativas en Iberoamérica. Tres desafíos: democracia, desarrollo e integración*. Ed. Troquel-OEI. Argentina. p.p. 141-172.
- Gil, D. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI: obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la Escuela*, 43: 27-37.
- Gil, D. y Vilches A. (2004). La contribución de la ciencia a la cultura ciudadana. *Cultura y Educación*, 16 (3): 259-272.
- Gil, D. y Vilches A. (2005). Inmersión en la cultura científica para la toma de decisiones ¿necesidad o mito? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (3): 302-329.
- GIRA, (2003). *El uso de biomasa como fuente de energía en los hogares, efectos en el ambiente y la salud, y posibles soluciones*. Informe final del Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA), A.C. Michoacán, México. 16 p.
- Gómez, J.L. (1997). La cultura 'indígena' como realidad intercultural. *Cuadernos Americanos. Nueva Época*, 94: 65-103.
- Gómez, M. (2003). Saber indígena y medio ambiente: experiencias de aprendizaje comunitario. En: Leff, E. (coord.). *La complejidad ambiental*. Siglo XXI eds., PNUMA, UNAM. México. p.p. 253-291.
- Gómez, M. (2004). *Tzeltales: Pueblos indígenas del México contemporáneo*. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas/Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. México. 50 p.
- Gopalakrishnan, S. y Santoro, M. (2004). Distinguishing between knowledge transfer and technology transfer activities: the role of key organizational factors. *Transactions on Engineering Management*, 51 (1): 57-69.
- Guillén, T. (2007). La remunicipalización y el retorno del paradigma integracionista. En: Leyva, X., y Burguete, A. (2007). *La remunicipalización de Chiapas: lo político y la política en tiempos de contrainsurgencia*. Porrúa/Ciesas/Cámara de Diputados LX Legislatura. México. p.p. 345-368.
- Hacking, I. (1983). *Representar e Intervenir*. Paidós-UNAM. 321 p.

- Henriksen, E. K. y Froyland, M. (2000). The Contribution of Museums to Scientific Literacy: Views from Audience and Museum Professionals. *Public Understanding of Science*, 9: 393-415.
- Hernández, G. (2006). Enseñanza situada: crear contextos de aprendizaje de alto nivel de situatividad. *Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle*, 7 (25): 109-114.
- Hernández, M. (2007). Sobre los sentidos de "multiculturalismo" e "interculturalismo". *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable Ra Ximhai*, 3 (2): 429-442.
- Hill, J. (2000). *The tacit mode: Michael Polanyi's Postmodern Philosophy*. State University New York Press. USA. 192 p.
- Huang, X. (2005). The Trading Zone Communication of Scientific Knowledge— an examination of Jesuit science in China (1582–1773). *Science in Contexts*, 18 (3): 393-427.
- Hurd, P. (1998). Scientific Literacy: new minds for a changing world. *Science Education*, 82: 407-416.
- Ibarra, A. y Mormann, T. (1998). Datos, fenómenos y constructos teóricos - Un enfoque representacional. *Theoria*, 13 (31): 61-87.
- Ibarra, A. y Mormann, T. (2000). Una teoría combinatoria de las representaciones científicas. *Crítica: Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 32 (95): 3-46.
- Ibarra, A. (2003). El universo de la ciencia y la tecnología. En: Ibarra, A. y Olivé, L (eds.). *Cuestiones éticas de la ciencia y la tecnología en el siglo XXI*. Biblioteca Nueva OEI. España. p.p. 25- 112.
- Ibarra, A. y Mormann, T. (2005). Interactive Representations. *Representaciones*, 1: 1-20.
- Ibarra, A. y Mormann, T. (2006). Scientific Theories as Intervening Representations. *Theoria*, 21 (55): 21-38.
- ICSU-UNESCO. (2002). *Science, traditional knowledge and sustainable development*. ICSU Series on Science for Sustainable Development N° 4. 24 p.
- Kozma, R. (2008). Tecnologías de la información y la comunicación, reforma



- educativa y crecimiento económico: un marco conceptual. *Revista de Educación y Cultura AZ*, 10: 86-89.
- Kuhn, T. (1982). *La tensión esencial: estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia*. FCE. México. p.p. 248-262.
- Kuhn, T. (2000). *La estructura de las revoluciones científicas*. FCE. México. 351 p.
- Kymlicka, W. (1995). *Multicultural citizenship: a liberal theory of minority rights*. Oxford University Press. USA. 300 p.
- Latour, B. y Woolgar, S. (1986). *La vida en el laboratorio: la construcción de los hechos científicos*. Alianza Universidad. España. 326 p.
- Laugtsch, R. (2000). Scientific literacy: a conceptual overview. *Science Education*, 84 (1): 71-94.
- Lederman, N. Abd-el-Khalick, F. Bell, R. y Schwartz, R. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (6): 551-581.
- Leff, E. (2003). Pensar la complejidad ambiental. En: Leff, E. (coord.). *La complejidad ambiental*. Siglo XXI eds., PNUMA, UNAM. México. p.p. 7-53.
- Leff, E. (2006). *Aventuras de la epistemología ambiental*. Siglo XXI eds. México. 139 p.
- Leyva, X., y Burguete, A. (2007). *La remunicipalización de Chiapas: lo político y la política en tiempos de contrainsurgencia*. Porrúa/Ciesas/Cámara de Diputados LX Legislatura. México. 420 p.
- Linares, J. (2008). La bioética desde una perspectiva filosófica. En: González, J. (coord.). *Perspectivas de Bioética*. UNAM/CNDH/FCE, México. p.p. 150-177.
- López-Hernández J. y Teodoro-Méndez, J. (2006). La cosmovisión indígena tzotzil y tzeltal a través de la relación salud- enfermedad en el contexto de la medicina tradicional indígena. *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable Ra Ximhai*, 2 (1): 15-26.
- Luzzi, D. (2003). La "ambientalización" de la educación formal: un diálogo

- abierto en la complejidad del campo educativo. En: Leff, E. (coord.). *La complejidad ambiental*. Siglo XXI eds., PNUMA, UNAM. México. p.p. 158-192.
- Macedo, B, y Katzkowicz, R. (2005). *Alfabetización científica y tecnológica: aportes para la reflexión*. UNESCO-OREALC/Regional Bureau for Education in Latin American and the Caribbean. Papers. Disponible en: <http://www.unesco.cl/ing/atematica/educientyamb/doclig/index.act>
- Marco, B. (2000). Alfabetización científica y enseñanza de las ciencias: estado de la cuestión. En: F. Perales y P. Cañal (eds.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Alcoi: Marfil. p.p 33-46.
- Martín, M.J. (2004). El papel de las ciencias de la naturaleza en la educación a debate. *Revista Iberoamericana de Educación*, 33 (4): 1-14.
- Martínez, M. (1998). Consideraciones teóricas sobre la educación en valores.. En: Filmus, D. (comp). *Las transformaciones educativas en Iberoamérica. Tres desafíos: democracia, desarrollo e integración*. Ed. Troquel-OEI. Argentina. p.p. 59-81.
- Matthews, M. (1994). *Science teaching: the role of History and Philosophy of Science*. Routledge. USA. 287 p.
- Morey, P. y Vi Sokolskis, S. (1998). *Una aparente violación del principio de no contradicción: El caso de los Azande, nuevas perspectivas*. Paper presentado en el Twentieth World Congress of Philosophy, en Boston, Massachusetts Agosto 10-15, 1998.
- Nonaka, I., y Takeuchi, H. (1999). *La organización creadora del conocimiento. Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación*. Oxford University Press. México. 318 p.
- Nonaka, I., Toyama, R., y Konno, N. (2000). SECI, *Ba* and leadership: a unified model of dynamic knowledge creation. *Long Range Planning*, 33: 5-34.
- Nowotny, H. (2000). Re-thinking science: from reliable to socially robust knowledge. En: *Jahrbuch 2000 des Collegium Helveticum*. Hg. mit Martina Weiss. Zürich: vdf. 221-244.

- Nowotny H., Scott, P., y Gibbons, M. (2003). Mode 2 revisited: The new production of knowledge. *Minerva*, 41(3): 179-194.
- Obregón, M.C. (2003). *Tzotziles: Pueblos indígenas del México contemporáneo*. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas/Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. México. 42 p.
- OCDE. (2006). *PISA 2006: Marco de la evaluación, Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos/Santillana Educación S.L., España. 192 p. Disponible en: [www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org)
- OCDE. (2007a). *El programa PISA de la OCDE: Qué es y para qué sirve*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. Paris. 34 p. Disponible en: [www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org)
- OCDE. (2007b). *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1 – Analysis*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. Paris. 390 p. Disponible en: [www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org)
- OCDE. (2007c). *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 2 – Data*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. Paris. 390 p. Disponible en: [www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org)
- Okere, T., Njoku, C. y Devisch, R. (2005). All knowledge is first of all local knowledge: an introduction. *Africa Development*, XXX (3): 1-19.
- Olivé, L. (1992). Relativismo conceptual y filosofía en las Américas. En: Dascal, M. (comp.). *Relativismo cultural y filosofía: perspectivas norteamericana y latinoamericana*. UNAM-IIF. México. p.p. 83-107.
- Olivé, L. (1999a). *Multiculturalismo y pluralismo*. Paidós. México. 252 p.
- Olivé, L. (1999b). Una teoría pluralista de la ciencia. En: Velasco, A. (coord.). *Progreso, pluralismo y racionalidad en la ciencia*. UNAM-IIF. México. p.p. 225-246.
- Olivé, L. (2000). *El bien, el mal y la razón: facetas de la ciencia y de la tecnología*. Paidós. México. 212 p.
- Olivé, L. (2005). "La cultura científica y tecnológica en el tránsito a la sociedad del conocimiento". *Revista de Educación Superior*. XXXIV (4): 49-63.

- Olivé, L. (2007a). *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento: ética, política y epistemología*. FCE. México. 238 p.
- Olivé, L. (2007b). *El pluralismo: una alternativa para un proyecto humano con futuro*. Conferencia Magistral dentro del II Congreso Internacional de Filosofía, San Juan, Argentina. 25 p.
- Page, J. (2002). *Curandería tzotzil y procesos de formación, iniciación y de trabajo de sus practicantes*. Tesis de Doctorado. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM. México. 403 p.
- Parekh, B. (2000). *Repensando el multiculturalismo: diversidad cultural y teoría política*. Istmo. España. 521 p.
- Pérez, E. (2003). *La crisis de la educación indígena en el área tzotzil, Los Altos Chiapas*. UPN-Porrúa. México. 168 p.
- Pérez-Ransanz, A.R. (1999). *Kuhn y el cambio científico*. FCE México. 274 p.
- Polanyi, M (1962). *Personal Knowledge: towards a post-critical philosophy. The University of Chicago Press*. USA. 428 p.
- Polanyi, M. (1966). *The tacit dimension*. Anchor Books edition. USA. 108 p.
- Pruitt, B. y Thomas, P. (2007). *Democratic Dialogue- A handbook for Practitioners*. Canadian International Development Agency (CIDA), International Institute for Democracy and Electoral Assistance (IDEA), Organization of American States (OAS), United Nations Development Programme (UNDP). Suecia. 241 p.
- Putnam, H. (1994). *Las mil caras del realismo*. Paidós, Barcelona. 161 p.
- Quintanilla, M. Á. (2005). *Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología*. FCE. México. 295 p.
- Quist, D y Chapela, I.H. (2001). Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico. *Nature*, 414: 541-543.
- Ramírez, A. (2001). Problemas teóricos del conocimiento indígena. *Revista Yachaikuna*, 1: 1-12.
- Ramírez, E. (2006). *La educación indígena en México*. UNAM. México. 247 p.
- Ratcliffe, M., y Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues*. Open University Press. UK. 178 p.

- Rescher, N. (1995). *La lucha de los sistemas: un ensayo sobre los fundamentos e implicaciones de la diversidad filosófica*. IIF-UNAM. México. 387 p.
- Rubio, J., Rosales, J.M., y Toscano, M. (2000). *Ciudadanía, nacionalismo y derechos humanos*. Trotta. España. 231 p.
- Ruz, H. (2006). *Mayas: Pueblos indígenas del México contemporáneo, primera y segunda parte*. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas/Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. México. 163 p.
- Salcedo, A. (2000). *Hermenéutica analógica, pluralismo cultural y subjetividad*. Ed. Torres Asociados. México. 80 p.
- Salcedo, J. (2005). *Hermenéutica analógica, multiculturalismo e interculturalidad*. Ed. Torres Asociados. México. 112 p.
- Saviotti, P. (1998) On the dynamics of appropriability, of tacit and of codified knowledge. *Research Policy*, 26: 843-856.
- Schmelkes, S. (2004). La Educación intercultural: un campo en proceso de consolidación. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 9 (20): 9-13.
- Schmelkes, S. (2006). *Educación intercultural*. Documento de trabajo SEP. México. 7 p.
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2006). Cuaderno de fundamentación curricular en Ciencias. México. Disponible en: <http://www.reformasecundaria.sep.gob.mx/doc/FUNDAMENTACIONES/ciencias.pdf>
- Secretaría de Salud. (2003). *Fortalecimiento y desarrollo de la medicina tradicional mexicana y su relación intercultural con la medicina institucional*. Dirección General de Planeación y Desarrollo en Salud/Dirección General Adjunta de Implantación en Sistemas de Salud/Dirección de Medicina Tradicional y Desarrollo Intercultural. México. 21 p. Disponible en: [http://www.salud.gob.mx/s\\_archivos/03\\_fortalecimiento\\_desarrollo\\_de\\_la\\_mtm\\_intercultural.doc](http://www.salud.gob.mx/s_archivos/03_fortalecimiento_desarrollo_de_la_mtm_intercultural.doc)

- Solomon, J. (1999). Meta-scientific criticisms, curriculum innovation and the propagation of scientific culture. *Journal of Curriculum Studies*, 31 (1): 1-15.
- Stavenhagen, R. (2008). *Los pueblos indígenas y sus derechos*. UNESCO. México. 186 p.
- Swidler, L. (1983). The dialogue decalogue: Ground rules for interreligious dialogue. *Journal of Ecumenical Studies*, 20 (1): 1-4.
- Tenti, E. (1998). La escuela constructora de subjetividad. En: Filmus, D. (comp.). *Las transformaciones educativas en Iberoamérica. Tres desafíos: democracia, desarrollo e integración*. Ed. Troquel-OEI. Argentina. p.p. 107- 122.
- Thwaites, M. (2004). *La autonomía como búsqueda, el Estado como contradicción*. Prometeo Libros. Argentina. 116 p.
- Toledo, V., Barrera-Bassols, N., E. García y Alarcón, P. (2007). Manejo y uso de la biodiversidad entre los mayas yucatecos. *Biodiversitas 70*: 10-15.
- Torres, C. (2001). *Democracia, educación y multiculturalismo*. Siglo XXI. México. 363 p.
- UNESCO-ICSU. (1999). *Declaración de Budapest sobre la ciencia y el uso del saber científico. Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI: Un nuevo compromiso y Programa en pro de la Ciencia: Marco General de Acción*. Budapest, Hungría.
- UNESCO. (2007). *El programa de la UNESCO sobre los Sistemas de Conocimiento Locales e Indígenas*. Informativo 76, Julio / Septiembre 2007. Disponible en: <http://portal.unesco.org/science/es/files/6063/11955683171links-docip2007-es.pdf/links-docip2007-es.pdf>
- Vázquez, A., Acevedo, J.A., y Manassero, M.A. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos; hacia una educación científica humanista. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2): 1-30.
- Velasco, A. (1999). Pluralismo de tradiciones, racionalidad y hermenéutica. En: Velasco A. (coord.). *Progreso, pluralismo y racionalidad en la ciencia*. UNAM-IIF. México. p.p. 275-290.

- Velasco, A. (2000). *Tradiciones naturalistas y hermenéuticas en la filosofía de las ciencias sociales*. UNAM. México. 177 p.
- Velasco, A. (2006). *Republicanismo y Multiculturalismo*. Siglo XXI. México. 152 p.
- Velasco, A. (2008). *Ciudadanía y diversidad cultural en las sociedades basadas en el conocimiento*. Documento de trabajo para el Proyecto Sociedad del Conocimiento y Diversidad Cultural de la Coordinación de Humanidades de la UNAM.
- Villegas, M., S. Neugebauer y Venegas, K. (2008). *Indigenous knowledge and education*. Harvard Educational Review. USA. 351 p.
- Villoro, L. (1982). *Creer, saber, conocer*. Siglo XXI. México. 310 p.
- Villoro, L. (1985). *El concepto de ideología*. FCE. México. 179 p.
- Villoro, L. (1994). Sobre la identidad de los pueblos. En: Olivé, L. y Salmerón, F. (eds.). *La identidad personal y la colectiva*. Cuadernos. IIF-UNAM. México. p.p. 85-100.
- Villoro, L. (1997). *El poder y el valor: fundamentos de una ética política*. FCE. México. 400 p.
- Villoro, L. (1998). *Estado plural, pluralidad de culturas*. Paidós. UNAM. México. 184 p.
- Villoro, L. (2007). *Los retos de la sociedad por venir*. FCE. México. 226 p.
- Winch, P. (1987). *Comprender una sociedad primitiva*. Paidós. España. 167 p.
- Winch, P. (1991). Para comprender a una sociedad primitiva. *Alteridades, 1 (1)*: 82-101.
- Zapata, F. (2008). Ciencia, (Bio)Tecnología y Sociedad. En: González, J. (coord.). *Perspectivas de Bioética*. UNAM/CNDH/FCE, México, pp. 356-380.
- Zuluaga, G. (2006). *Reflexiones para un diálogo entre los sistemas tradicionales de salud y la medicina occidental*. Documento de trabajo del Grupo de Estudios en Sistemas Tradicionales de Salud de la Facultad de Medicina de la Universidad del Rosario, Colombia. 17 p.