



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Taller de Astronomía como curso de verano**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**F Í S I C A  
P R E S E N T A:**

**Elizabeth Shepard Barrera**



**DIRECTOR DE TESIS:  
Dra. Julieta Norma Fierro Gossman  
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.

# TALLER DE ASTRONOMIA COMO CURSO DE VERANO

## ÍNDICE

### INTRODUCCIÓN

#### **I. PROBLEMAS EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA**

LA FALTA DE ARTICULACIÓN EN EL SISTEMA EDUCATIVO

LA FALTA DE PREPARACIÓN DE LOS DOCENTES EN MATERIA DE CIENCIA  
Y COMO ENSEÑARLA

La formación inicial de los estudiantes en educación básica

La alta demanda de maestros debido al rápido aumento de la población.

Por la formación de los docentes que se les lleva a creer que no hay otra manera de educar  
y aprender que a través de la palabra y por ello se rehúsan al cambio

LA ARIDÉZ DE LOS PLANES DE ESTUDIO

LA FALTA DE CONDICIONES DE TRABAJO Y MATERIALES EN LA ESCUELA

LOS CURSOS DE ACTUALIZACIÓN NO CORRESPONDEN A LA NECESIDADES DE LOS  
DOCENTES

#### **II. TALLERES DE CIENCIA: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y CONCEPTUALES**

LA EDUCACIÓN FORMAL, NO FORMAL E INFORMAL

METODOLOGÍAS DE APRENDIZAJE

TEORÍA DEL APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO

TEORÍA DE DESARROLLO COGNITIVO DE PIAGET

TEORÍA DE LEV VYGOTSKY

APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO Y ORGANIZADORES ANTICIPADOS DE AUSUBEL

#### **III. TALLER DE ASTRONOMÍA**

UN VISTAZO AL UNIVERSO

Sistemas Solares, Galaxias y Otros Objetos

Galaxias y sus diferentes formas

La Gran Explosión

ONDAS Y CAMPOS ELECTRICOS Y MAGNETICOS

Onda Electromagnética

ESPECTRO ELECTROMAGNÉ

Prisma y Espectro de Luz Visible

LÍNEAS DE EMISIÓN Y ABSORCIÓN

Espectroscopio

ELEMENTOS

Átomos y Niveles de Energía

COMPUESTOS QUÍMICOS e ISOTOPOS

Compuestos Químicos

DECAIMIENTO RADIOACTIVO

Vida Media y Radioactividad

Determinación de la Edad por Radioactividad

Edad Utilizando el Carbono

Decaimiento Radioactivo

FUSIÓN NUCLEAR

Formación de Elementos más Pesados

Reacciones Termonucleares

LÍNEA DE TIEMPO DEL UNIVERSO

#### **IV. DISEÑO, APLICACIÓN Y RESULTADOS DEL TALLER DE ASTRONOMÍA**

DISEÑO DEL TALLER DE ASTRONOMÍA

APLICACIÓN DEL TALLER DE ASTRONOMÍA  
RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE EL TALLER DE ASTRONOMÍA

**ANEXOS**

EVALUACIONES SOBRE EL TALLER DE ASTRONOMÍA

Evaluación sobre actitudes

Evaluación sobre la teoría

Evaluación sobre planetas y galaxias

Evaluación sobre ondas

Evaluación sobre campos eléctricos y magnéticos

Evaluación sobre prismas y espectro de luz visible

Evaluación sobre átomos, compuestos químicos, isótopos y radioactividad

EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS PARA APLICAR AL TERMINAR EL CURSO DE VERANO

PREGUNTAS A DESARROLLAR

**CONCLUSIONES**

**FUENTES DE CONSULTA**

# INTRODUCCIÓN

Se sabe que la educación en sí misma es la piedra angular de todo lo demás. Que sin ella, es imposible que una cultura sobreviva y mucho menos que crezca y mejore. También sabemos de la importancia que tiene la ciencia y la tecnología para el desarrollo social y económico de los países. Nuestra creciente sociedad tecnológica necesitara de ciudadanos con instrucción mucho más avanzada en ciencia y tecnología de lo que nosotros recibimos cuando estábamos en la escuela. Aún los niños que no desean convertirse en físicos, químicos, ingenieros o técnicos en computación necesitarán algún conocimiento de ciencia y tecnología solo para conducirse en la vida diaria. Además, todos debemos ser científicamente educados para poder tomar decisiones informadas sobre salud, seguridad entre otras. Comprender esto nos hace reflexionar sobre el papel tan importante que juega la educación. Lamentablemente la calidad de educación en México es deficiente y en la escuela los planes de estudios son áridos, matan la curiosidad y entusiasmo de los estudiantes provocando miedo, ansiedad y la percepción de que el conocimiento científico es complejo y difícil.

Así que buscar formas alternativas para acercar a las personas a la ciencia y aprovechar los lugares enfocados a la divulgación de la misma (como son los Museos de Ciencia) para despertar el interés es algo en que se debe pensar continuamente. Para esto, se tiene primero que romper con el mito de que la ciencia es aburrida y difícil y buscar nuevas e ingeniosas maneras de divulgación que estimulen el gusto por el aprendizaje, despierten la curiosidad y que estén al alcance de todos.

Los Museos de Ciencia son muy buenos lugares para acercar a toda persona a la ciencia y al conocimiento científico, ya que tienen como objetivo esencial, la divulgación científica; mostrando la ciencia como algo divertido y no como una disciplina rígida. Es importante para los Museos de Ciencia despertar el interés de la población e incentivar a que regresen a sus instalaciones. Para lograr esto, los Museos de Ciencia ofrecen a los visitantes, exhibiciones permanentes, exhibiciones temporales, visitas guiadas, conferencias, demostraciones, obras de teatro y talleres de ciencia entre otros.

Los talleres de ciencia son herramientas educativas valiosas que buscan divulgar un concepto científico por medio de actividades lúdicas. Facilitando el aprendizaje a través del juego, utilizando estrategias y técnicas flexibles, abiertas y dinámicas, estimulando la creatividad, la imaginación y la memorización..... “los pueblos, lo mismo que los niños, necesitan de tiempo en tiempo algo así como correr mucho, reirse mucho y dar gritos y saltos....” (José Martí definiendo lo lúdico en artículo titulado ‘Un juego nuevo y otros viejos’).

Los talleres pretenden tender un puente entre la teoría y la práctica y estan diseñados de manera seria y con una metodología tomando en cuenta a las personas a las que van dirigidas. Ofrecen además, la posibilidad de llevarse cosas elaboradas por los participantes a casa (cosa que les encanta).

La riqueza de los talleres no estriba tanto en las manualidades sino de lo que se platica, discute y enseña sobre ciencia, es la dinámica que estimula a los participantes a preguntar y opinar sobre la actividad realizada. Al motivar a los participantes a preguntar, hacer predicciones, ofrecer explicaciones y explorar en un ambiente seguro, se les está aportando la clase de apoyo que necesitan para convertirse en estudiantes de ciencia y pensadores científicos.

La astronomía con su gran poder de fascinación puede usarse como herramienta clave para atraer a toda persona al mundo científico. Es una ciencia antigua que siempre ha fascinado a los seres humanos y se beneficia de múltiples ventajas: Primero, es una actividad multidisciplinaria: la astronomía puede ayudar a aumentar el conocimiento en física, historia, biología, química, en nuevas tecnologías y aun en filosofía. Segundo, es por sí misma muy atractiva: aparte de la profunda fascinación que siempre ha ejercido desde los tiempos antiguos, la astronomía siempre presenta fotografías hermosas, nuevos descubrimientos, grandes cambios tecnológicos (como la construcción de un telescopio de 100m) y aventuras humanas (como aterrizar en la luna o viajar a Marte). Finalmente despierta fácilmente la curiosidad científica ya que está ligada a preguntas como: ¿qué tan grande es el universo? ¿Estamos solos? ¿Cuál es el destino del mundo? ¿Hay vida en Marte? Potencialmente a todos les interesa y por ello se deben enfocar nuestros esfuerzos a divulgar proyectos de astronomía.

El propósito principal de este trabajo es ofrecer un taller de Astronomía donde los conceptos formales de la ciencia se enlacen con actividades prácticas y atractivas que sean de fácil comprensión para el público contribuyendo a que los niños y jóvenes tengan una instrucción de calidad dentro del concepto de educación no formal e interactiva y con la cual se llegue a estimular la creatividad, curiosidad y motivación de los jóvenes para que se entusiasmen lo suficiente por la ciencia para que decidan seguir aprendiendo. Ya que la ciencia no solamente es una colección de ideas y hechos, sino también y lo más importante, es una manera de abordar y resolver problemas, es una manera de pensar.

Esta tesis, está estructurada en cuatro capítulos.

En el Capítulo I, “Problemas en la enseñanza de la Física”, se habla sobre el origen de estos problemas, como son: la falta de articulación del sistema educativo, la falta de preparación de los docentes en materia de ciencia y como enseñarla, la aridez de los planes y programas de estudio, la falta de condiciones y materiales en las escuelas y que los cursos de actualización no siempre responden a las necesidades de los docentes.

En el Capítulo II, “Fundamentos teóricos y conceptuales para talleres de ciencia”, se aborda brevemente las teorías que han tenido éxito en la educación y en las que se basan los Museos Interactivos de Ciencia y Tecnología en especial el Museo de Ciencias Universum.

En el Capítulo III: “Descripción del Taller”, se trata de generar una línea de tiempo comenzando por el origen del Universo suponiendo la validez del Modelo Estándar de la Gran Explosión.

Uno de los temas más fascinantes de la física es la medición del tiempo. La línea del tiempo que se propone en este taller incluye esta medición:

1. La expansión del universo da una medida de tiempo transcurrido desde la gran explosión.
2. La evolución química del universo da otra medida temporal así como de las condiciones físicas que imperaban hace 14 500 millones de años.
3. La edad de las estrellas, calculadas por medio de la tasa de reacciones termonucleares tiene que ser consistente con las otras determinaciones.
4. La edad del sistema solar se estima por medio del decaimiento radioactivo de los elementos descubiertos en los meteoritos.

5. Las observaciones astronómicas nos remiten al pasado. La observación de la evolución de los objetos respecto de su distancia debe ser consistente con el Modelo Estándar.

Todas estas determinaciones físicas ayudarán a construir el modelo de la evolución cósmica y la línea de tiempo correspondiente. Los niños y jóvenes aprenderán sobre espectroscopia, reacciones termonucleares y decaimiento radiactivo de los elementos, así como de la evolución química de las galaxias.

En el Capítulo IV: Aplicación y resultados del taller, se platica de cómo se implementó, cómo fue su aceptación y con base a una serie de preguntas aplicadas antes y después del taller se evaluarán los resultados obtenidos.

El anexo contiene todas las evaluaciones para aplicar antes, durante y después de las actividades y al final del curso de verano.

Por último las conclusiones y la bibliografía.

# CAPÍTULO I

## I. PROBLEMAS EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

La ciencia es activa, combina el uso de la observación, intuición, teoría, hipótesis, experimentación y análisis para describir el mundo que nos rodea.

En física más que en cualquier otra materia, es necesario desarrollar la habilidad para pensar, analizar problemas, razonar lógicamente, y discriminar entre lo importante y lo irrelevante; consecuentemente, el esfuerzo para memorizar física es prácticamente inefectivo. Para la mayoría de los estudiantes involucra muchos conceptos nuevos. La Física es la ciencia que trata de describir cómo funciona la naturaleza usando el lenguaje de las matemáticas. Es considerada frecuentemente como la más básica de las ciencias naturales y toca temas tales como la mecánica (fuerza, energía y movimiento), sonido, calor, efecto Doppler, luz, electricidad, y la estructura atómica. Es una materia fascinante y uno podría presumir que muy útil para ser estudiada.

Conforme evoluciona la física, así también, debiera evolucionar la enseñanza de la misma. La educación en física y en áreas de la ciencia tanto para los estudiantes como para los maestros se debe convertir en algo esencial, particularmente en los niveles secundarios y preparatorios.

Sin embargo la enseñanza de la física en el nivel básico no siempre tiene los estándares deseables y esperados. El problema tiene varios orígenes:

1. La falta de articulación en el sistema educativo.
2. La falta de preparación de los docentes en materia de ciencia y de como enseñarla.
3. La aridez de los planes de estudio.
4. La falta de condiciones y materiales en las escuelas.
5. Que los cursos de actualización no siempre responden a las necesidades de los docentes.

### 1.1 LA FALTA DE ARTICULACIÓN EN EL SISTEMA EDUCATIVO

La falta de articulación de los componentes en el sistema educativo y la falta de continuidad en las políticas educativas, son factores que deben tomarse en cuenta ya que afectan de manera importante la calidad de la educación. Los maestros, los diseñadores de programas, los que escriben los libros de texto, los formadores de maestros, los ejecutivos y personal administrativo, los inspectores y los supervisores y las autoridades de gobierno viven en mundos muy diferentes y cada uno persigue objetivos que no necesariamente son los mismos, y la interacción entre ellos generalmente es burda y a distancia. Todos estos aspectos se ven reflejados en los documentos, en los programas de estudio y materiales de apoyo desarrollados en la reforma para la enseñanza de las ciencias (León, 1993). Algunos de estos son el resultado del trabajo llevado a cabo por diferentes grupos que no han tenido contacto



entre sí y que como se dijo, no comparten los mismos objetivos y que no toman en consideración que quienes van a implementar las reformas de la enseñanza de las ciencias son los maestros.

En general, los planes y programas de estudio inicialmente son diseñados por especialistas, y en una etapa posterior son presentados a los maestros comenzando así un proceso de discusión, cuyo objetivo es a menudo solo legitimar los planes, presentándolos como un proyecto de colaboración colectiva. Sin embargo, esto no significa que los maestros acepten las propuestas como suyas; solo asegura que serán implementadas basadas en su propio conocimiento y experiencia, esto es, los maestros reestructuran los planes de estudio de acuerdo a sus pre-concepciones y su sistema de referencia (op.cit., Toledo, 1987). En México, rara vez las necesidades institucionales y los proyectos políticos proveen de un espacio y dan el tiempo necesario para construir propuestas colectivas en donde todos los componentes del sistema educativo se junten y participen.

A pesar de que se reconoce que hay que unificar criterios, todavía es necesaria una reorganización, que permita la reconciliación de intereses, el establecimiento de metas comunes, y la sustitución de decisiones unilaterales por medio de la reflexión y el esfuerzo colectivo. Y pese a que se cuenta con un sistema amplio y complejo, existe una notoria falta de calidad en los planes de estudio.

También se postula que si se desea obtener ciencia de alta calidad en las escuelas se debe incluir consistencia a lo largo de los elementos de los programas de ciencia y a lo largo de primaria a preparatoria, calidad en los programas de estudios, coordinación con matemáticas; recursos de calidad, igualdad de oportunidades para tener éxito y la colaboración dentro de la comunidad escolar para apoyar un programa de calidad.

Para adquirir consistencia y articular los planes de estudio se deben construir nuevas ideas y habilidades sobre lecciones ya vistas anteriormente, de lección en lección y de unidad en unidad y de año con año, evitando la repetición excesiva. Ya que, conforme los estudiantes construyen y desarrollan nuevas ideas y habilidades, los conceptos y procesos que ellos aprenden se van enriqueciendo y se vuelven cada vez más complejos.

Sin embargo los defectos pedagógicos en el sistema escolar aparecen una y otra vez en todos los ciclos, grados y áreas de conocimiento impartido en las escuelas. En cada reforma educativa se vuelve a cometer el mismo error de diseñar los planes de estudio desde una visión disciplinaria, presentando demasiados hechos desconectados en muy poco tiempo (Whitehead, 1929).

No se necesita pedir que las escuelas enseñen más y más contenido, sino que enseñen menos para enseñarlo mejor. Al concentrarse en unos cuantos temas, los profesores pueden presentar las ideas paulatinamente, en una diversidad de contextos, reforzándolas y ampliándolas a medida que maduran los alumnos. Estos terminarían adquiriendo perspectivas más ricas y una comprensión más profunda de lo que cabría esperar de una presentación superficial de más temas de los que pueden asimilar. Por consiguiente, el problema para los diseñadores del plan de estudios no es que agregar, sino que eliminar y cómo articular (op.cit., William J. Bennet, *The Chronicle of Higher Education*, 24 Oct. 1984, report "Concern for the lack of coherence and vitality in school programs").

Esta falta de articulación se manifiesta en todos los niveles educativos. Por ejemplo, en la primaria la pura asignación de horarios diferenciados para las distintas asignaturas implica una concepción fragmentada del conocimiento, ya que cada asignatura se atiende separadamente en sus horas correspondientes. Se separan las materias instrumentales (español y matemáticas) de las

sustantivas (todas las demás), que en el caso de educación básica es una total aberración pedagógica. Se jerarquizan las materias otorgándoles mayor carga de horario a las instrumentales y menor a las sustantivas; lo que genera una visión implícita que reduce la importancia del conocimiento de lo real frente al conocimiento de los lenguajes. El defecto se reafirma cuando observamos que en ninguna de las lecciones se hace referencia a los temas tratados en las demás asignaturas. Si las matemáticas se conceptualizan como una herramienta de conocimiento, se usarían para abordar los temas sustantivos de las otras materias (op.cit. Chagoyán, Correo del Maestro, Oct. 2004, p. 39).

Al analizar el programa oficial de Ciencias Naturales, Chagoyán hace mención de las actividades que ahí se ofrecen y concluye que “no hay secuencia ni vinculación; son actividades aisladas, apartadas de todo contexto real, y en la mayoría de los casos cada una se agota en sí misma. El que tengan relación con los grandes temas del programa no elimina que sean actividades aisladas por cuanto que no se realiza ningún seguimiento práctico, ni se da continuidad a ninguna” (ibíd. Chagoyán, op.cit, p. 39).

Lo mismo sucede en la educación secundaria, donde se trabaja por áreas de estudio o por asignaturas, mismas que son atendidas por distintos maestros. “Curricularmente, tanto el diseño de áreas como de asignaturas materializados en el plan de estudios, en programas de grado y materia, y en los objetivos terminales evidencian una desarticulación intencionada del conocimiento, en la perspectiva de fragmentar, distorsionar o ideologizar el estudio y el análisis de la realidad” (op.cit., Bachelard, Althusser).

Esto hace que el conocimiento se perciba por el docente y el estudiante de una manera ideologizada, a entender por esta como las partes de un todo, que no adquieren sentido en su totalidad, sino como elementos ajenos unos a otros. Ya que el maestro al hablar de su materia, presiona al alumno a que entienda la importancia que tiene esta sobre todas las demás, como si dicha materia pudiese existir a pesar de la inexistencia de las otras; de esta forma el manejo de los contenidos se limita a la transmisión irreflexiva e incuestionable de datos aislados de otras áreas del conocimiento. Por su parte los alumnos tienen que adaptarse no para aprender o para saber más sino para cumplir con las normas y requerimientos de la institución (op.cit., Raúl Rojas Soriano, p. 56).

A nivel licenciatura se observa también una falta de articulación, ya que un rasgo que ha caracterizado la formación a nivel licenciatura es la manera no interrelacionada en que se enseñan y aprenden los contenidos, y esto no quiere decir cuestiones pragmáticas sino prácticas. Ya Rojas Soriano lo mencionó al hablar sobre formación en investigación, cuando afirma que “esta enseñanza se contempla por lo general de una manera aislada, a pesar que curricularmente se establecen vínculos entre asignaturas sobre metodología y el resto de las materias” (Ángel Díaz Barriga en Notas para una discusión, en Pacheco y Díaz, op.cit. p. 48 y 49).

Las actividades están desconectadas entre sí, no tienen ninguna continuidad. Esto último muestra también que las directrices oficiales conciben a la naturaleza como algo estático, puesto que ignoran por completo la existencia de proceso” (ibíd. Chagoyán, op.cit, p. 41). Otro aspecto es que muchas veces los cursos son enseñados como si fueran dirigidos a especialistas en lugar de una educación general para los estudiantes. Esto contribuye a un currículum fragmentado de compartimientos en lugar de un currículum coherente e integrado. Cuando las materias se presentan como disciplinas empaquetadas aisladas, los estudiantes no pueden ver las conexiones con otros grandes trabajos, ideas y mentes.

La educación es un proceso complejo que no puede ser explicado a la luz de una sola ciencia y menos por una corriente al interior de una de ellas, los educadores deben comprender y actuar en consecuencia, se requieren soluciones que contengan propuestas interprofesionales.

## **1.2 LA FALTA DE PREPARACIÓN DE LOS DOCENTES EN MATERIA DE CIENCIA Y COMO ENSEÑARLA**

Dominar los conceptos básicos de una disciplina e identificar las dificultades para su enseñanza y su aprendizaje son requisitos que deben satisfacer los futuros docentes para poder enseñar su asignatura. Lo anterior implica, en primer lugar, una preparación disciplinaria que rebase el tratamiento de los libros de texto, de tal manera que el futuro docente tenga claridad sobre conceptos, sin pretender con ello que deba profundizar como lo tiene que hacer por ejemplo un profesionalista de física. El profesor de física de la escuela secundaria es un docente de educación básica que enseña esta asignatura a adolescentes y que tiene claro los propósitos de la educación básica en nuestro país y trabaja en consecuencia, no un físico profesional dedicado a la investigación y a la generación de conocimiento científico. Por esta razón debe conocer las dificultades que implica el estudio de una asignatura que explica fenómenos con modelos teóricos; esto es inherente a la ciencia, ya que entender como ocurren los cambios e interacciones requieren de interpretar lo que pasa en el mundo por medio de conceptualizaciones que no pertenecen al ámbito sensorial, como son, por ejemplo, la fuerza o la energía. Para lograr que los alumnos de la escuela secundaria desarrollen este nivel de abstracción, el profesor tiene que aprender a desarrollar diferentes estrategias didácticas que involucren el trabajo experimental y el reconocimiento de las ideas de los alumnos, lo que implica estudiar el desarrollo cognitivo de los adolescentes y constatar que lo enseñado realmente se esté aprendiendo.

El profesor deberá además, aprender a mostrar la unidad y el carácter dinámico de las ciencias, por lo que en los temas donde existan relaciones de la física con otras ciencias habrá de hacerlas explícitas y mostrar la conveniencia de manejar el estudio de los fenómenos de manera integral. Es conveniente relacionar la física, por medio de temas como la energía, la tecnología o la salud, con todas las asignaturas, así como con el contexto social, político y económico en el que viven y estudian los alumnos de la escuela secundaria.

“Un dominio satisfactorio de la materia a enseñar es una condición necesaria para una enseñanza eficaz, de la misma manera que lo es un dominio satisfactorio de diversas estrategias pedagógicas, que permitan satisfacer las necesidades de una población escolar cada vez más diversificada. Si el objetivo es aprender a aprender, buena parte de la discusión tradicional cambia de sentido, y el dominio que el docente debe tener de su disciplina se refiere a la capacidad de transmitir no solo las informaciones sino los procesos cognitivos que exige cada disciplina.” (op.cit., Czarny, Gabriela. Las escuelas normales frente al cambio. SEP. CD-16, 2003. p.28.)

Es aquí donde el papel del docente como guía y modelo del proceso de aprendizaje adquiere su máxima importancia y donde es posible articular la formación pedagógica con la formación científica. Esta formación es la condición necesaria para que el propio docente tenga las capacidades que le permitan aprender a lo largo de toda la vida y sea capaz de transmitir esa capacidad a los alumnos.

Este enfoque implica un esfuerzo mayor tanto en el proceso de enseñanza por parte de los profesores como de aprendizaje por parte de los alumnos y abre una serie de problemas para la formación de los profesores, sus modalidades de trabajo pedagógico, sus criterios de evaluación y los materiales didácticos. Problemas que en la actualidad no se han resuelto y que mantienen la inercia que hace que nuestros profesores sigan siendo formados en modelos normativos, basados en métodos

tradicionalistas, haciendo caso omiso a los descubrimientos de los últimos 20 años de investigación didáctica, pedagogía y psicología del aprendizaje. Por ello, los factores que más inciden en la formación de los profesores en ciencia y como enseñarla son múltiples, entre ellos se pueden mencionar:

- a) **La formación inicial de los estudiantes en los servicios de educación básica.**
- b) **La alta demanda de maestros debido al rápido aumento de la población escolar.**
- c) **Porque a los maestros les cuesta cambiar la forma de enseñar.**

### **1.2.1 LA FORMACIÓN INICIAL DE LOS ESTUDIANTES EN EDUCACIÓN BÁSICA**

La **educación normal** forma parte de la educación superior y es posterior a la educación media superior. Como licenciatura tiene una duración de cuatro años. El propósito de este servicio consiste en la formación inicial de maestros de educación básica.

El Programa Nacional de Educación (2001-2006) establece que los maestros son el factor más importante para el desarrollo de una educación de buena calidad, razón por la cual se procurará una preparación sólida mediante la adquisición de conocimientos científicos y pedagógicos; se fomentará un conocimiento pleno de los principios filosóficos y sociales del artículo 3º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, un desarrollo de habilidades y hábitos para planear y organizar la labor docente en congruencia con el enfoque pedagógico de los planes y programas vigentes, así como un conocimiento de la metodología de la investigación educativa; se establecerán mecanismos de evaluación estandarizados para mejorar la calidad de la formación de docentes y se fomentará la vocación magisterial (Marcela Santillán Nieto, Octubre 2003, p. 9).

Sin embargo, según Díaz Barriga, en los planes de estudio de formación de profesores se considera innecesaria la formación pedagógica, se le da más importancia a la didáctica, que a la pedagogía misma (Díaz, Barriga Ángel, 2003). Haciendo que la formación de los profesores siga siendo una ciencia incierta... "los normalistas no saben lo suficiente sobre la manera de enseñar, y menos constituirse en agentes de cambio" (op.cit. Czarny, Gabriela, Las escuelas normales frente al cambio (SEP. CD-16, 2003. p 28)). Por ejemplo, se ha detectado que el 50% de los maestros que imparten clases en la licenciatura en Educación Primaria, se les dificulta el manejo del dominio de los contenidos de la asignatura y su enseñanza (ibíd., Czarny, Gabriela).

Si bien la medida de elevar la formación inicial del docente del nivel secundario al nivel superior favoreció la profesionalización de los maestros, la experiencia ha mostrado que no es de ninguna manera suficiente (J.M. Esteve).

El mero aumento de años de estudio para la formación docente no provocó un aumento de la calidad de su formación profesional. Encuestas realizadas en países desarrollados indican que un porcentaje importante de los nuevos profesores y maestros consideran que no están bien preparados para la enseñanza. Algunos profesores efectúan sus acciones sólo porque lo "tienen que hacer" (Antinori, Dora Cetal. La enseñanza y el aprendizaje. op.cit. por Antología de la UPN. Pedagogía México, 1984. p. 28). Tampoco están satisfechos con la formación otorgada por las universidades o los institutos superiores de formación docente, y consideran, en cambio, más favorablemente la formación proporcionada por personas que provienen de los propios establecimientos escolares.

Varios diagnósticos indican que el problema es la enorme separación que existe entre la formación recibida y las exigencias de un desempeño eficaz e innovador.

Los programas de formación docente inicial suelen estar muy alejados de los problemas reales que un educador debe resolver en su trabajo. Las modalidades pedagógicas utilizadas en la formación inicial de los docentes tampoco suelen aplicar los principios que se supone que el docente debe utilizar en su trabajo; se otorga más importancia a las modalidades puramente académicas de formación que a la observación y a las prácticas innovadoras; se otorga prioridad a la formación individual y no al trabajo en equipo, a los aspectos puramente cognitivos y no a los aspectos afectivos. Algunas investigaciones sobre la “práctica de la enseñanza” en la formación inicial, ponen de manifiesto que esta experiencia curricular permite, el aprendizaje de los aspectos más rutinarios y tradicionales vigentes en las escuelas y no de las modalidades profesionalmente más innovadoras (op.cit. Ángel Pérez Gómez, “Practical training and the professional socialization of future teachers in Andalusia”, en Prospects, vol. XXVI, n°3, septiembre 1996).

### **1.2.2 LA ALTA DEMANDA DE MAESTROS DEBIDO AL RÁPIDO AUMENTO DE LA POBLACIÓN ESCOLAR**

Los docentes constituyen hoy en día en casi todos los países, uno de los sectores más importantes del empleo público. Y el rápido aumento de la población escolar mundial ha tenido como consecuencia la contratación masiva de docentes. Esta contratación ha tenido que hacerse a menudo con recursos financieros limitados y no siempre ha sido posible encontrar candidatos calificados. “Ninguna institución que deba reclutar semejante cantidad de personas puede darse el lujo de contratar sólo a los que son muy buenos, ni tiene capacidad real para entrenarlos y supervisarlos de manera óptima. La expansión de la cobertura educativa suele acarrear una disminución en la calidad de los servicios” (Joaquín-Samayo Columnista de LA PRENSA GRÁFICA abril 17, 2008).

Según un estudio realizado en materia de educación expuesto por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), señala de acuerdo a su representante en nuestro país, Blanca Heredia Rubio, que a pesar de que la inversión en este sector ha crecido en los últimos años, los resultados en la educación han sido bajos debido a la falta de calidad en los programas educativos y maestros que los impartan (Milenio 17 septiembre 2007).

En el último año de la Administración de Vicente Fox la SEP reprobó más del 46% de los maestros. En el periódico El Universal (México, D.F. 02 de abril 2008), Los maestros también reprobaban y cobran, se lee: “En México no solo los estudiantes reprobaban, también los maestros. La Secretaría de Educación Pública (SEP) reprobó en los exámenes nacionales para profesores, a 124 mil 549 maestros (más del 46%) en el último año de la administración de Vicente Fox.”

El 80% de los maestros que aprobaron lo hizo con una calificación suficiente, es decir al equivalente a 7, mientras el grupo de maestros que obtuvieron 10 se redujo a seis de cada cien en educación básica.

En el año 2006 del millón 195 mil 453 docentes registrados en la educación básica solo 268 mil 849 presentaron los exámenes al final de los cursos de actualización, los cuales son voluntarios. Más de 144 mil maestros aprobaron y el resto (124 mil 549) reprobaron, de los aprobados más de 116 mil maestros obtuvieron calificaciones entre suficiente bajo y suficiente medio, que al traducirlos a número significa 7.

La nota continua diciendo... ” Al respecto el presidente de la Comisión de Ciencia y Tecnología del Senado de la Republica, Francisco Javier Castellón Fonseca, señala que: “la forma en que se ha constituido el sistema educativo permite a muchos de estos maestros que reprueban o que tienen bajo desempeño seguir ascendiendo en la Carrera Magisterial, debido a que se trata de un programa de estímulo salarial y no uno que mide su desempeño y resultados en el aula”.

Otro problema es que hay una gran cantidad de maestros que trabajan fuera del área de su especialidad. En la revisión a los programas de capacitación y formación relacionados con la Carrera Magisterial, 46 de cada cien maestros frente a grupo en las escuelas de preescolar, primaria y secundaria, tienen títulos de licenciatura que no son afines a su función docente (El Universal, abril 2008). Lo que lleva a que muchos maestros no comprendan cabalmente lo que se necesita para ser un maestro eficaz, especialmente en escuelas que plantean serios desafíos.

Posiblemente, algunos, no todos de esos maestros, son una eminencia en su materia pero sin duda, carecen de la misma formación y actualización filosófica, pedagógica y psicológica. Obviamente, como dadores de la cátedra muchas veces no saben nada de técnicas de enseñanza, entonces recurren a dictar apuntes o a ejemplificar un problema sin que los estudiantes logren captar el significado real del tema. Por eso se dice que cualquiera puede ser docente, aun los aspirantes a serlo pueden aprobar todos los cursos educativos y pruebas de acreditación necesarias; sin embargo, no todo el mundo puede ser un educador y menos un educador de calidad.

La expansión cuantitativa está también asociada a la pérdida de prestigio, que afecta particularmente al ejercicio de la profesión en la enseñanza básica. Diversos estudios muestran, por ejemplo, que los docentes de mayor edad que trabajan en la escuela primaria, valorizan su trabajo mucho más que los docentes jóvenes. La explicación de este fenómeno radica, entre otros factores, en que los docentes más antiguos fueron formados en el marco de una sociedad en la cual el acceso a la escuela primaria era muy importante y constituía, para muchos alumnos, la única oportunidad educativa de su vida. Ahora, en cambio, el docente de escuela primaria sabe que su actividad es parte de un proceso de larga duración a la cual, tanto el docente como los alumnos, otorgan un valor relativo (op.cit., Juan Carlos Tedesco, 1993).

En muchos lugares para ser maestro de escuela primaria por ejemplo, sólo es necesario haber cursado algunos años de escuela básica, mientras que en otros se exige un título de educación superior. Muy pocas profesiones tienen este nivel tan amplio de variación en las calificaciones formales que se exigen para su desempeño (Ibíd., Juan Carlos Tedesco, 1993).

Por otro lado, existe la creencia de que la carrera de profesor es fácil, y que la profesión de enseñar también es fácil, por esta razón, cualquier profesional desempleado o inclusive, cualquier persona sin profesión busca la manera de pertenecer al magisterio de educación primaria, para después escalar a otro nivel educativo, porque como no lo hacen vocacionalmente, se sienten inferiores en este nivel; así la profesión magisterial se convierte en una forma fácil de obtener un salario, porque sólo basta ingresar y una vez logrado este objetivo, se sienten seguros de que nadie se los puede quitar.

Estos ejemplos nos indican que es preciso prestar atención al hecho que la docencia es una profesión ejercida por un número muy significativo y diverso de personas, y es posible entonces que el incremento en el número de maestros haya sido inducido por características específicas de la profesión, tales como la flexibilidad de los horarios, la menor extensión de la jornada laboral durante el día y a lo largo del año o la estabilidad laboral (Ehrenberg, Roland G & Brewer, J. Dominic 1994, vol. 13, p. 1-17).

Lo cual no garantiza que las personas dedicadas a la pedagogía sean las más adecuadas para su desempeño.

### **1.2.3 POR LA FORMACIÓN DE LOS DOCENTES QUE SE LES LLEVA A CREER QUE NO HAY OTRA MANERA DE EDUCAR Y APRENDER QUE A TRAVÉS DE LA PALABRA Y POR ELLO SE REÚSAN AL CAMBIO**

La mayoría de los maestros que enseñan ciencia en su mayoría no ha tenido la oportunidad de involucrarse en estudiar con comprensión la materia que enseñan. Hoy en día deben tener mayor competencia en su área y deben ser altamente creativos y efectivos en su enseñanza. Sin embargo, cabe hacer mención, que uno de los inconvenientes encontrados respecto a la metodología de enseñanza por parte del maestro, está referido precisamente al desconocimiento y por tal a la falta de dominio. Este tipo de actitudes han orillado a que poco a poco las formas de trabajar se conviertan en rutinarias, monótonas y aburridas, y lo peor del caso con una dirección tradicionalista, llamada así porque el profesor se convierte en repetidor de la información presentada tanto en los materiales impresos como en el programa de estudios.

Además, de que tienen la creencia de que si los niños repiten verbalmente cierto discurso (frase, teorías, oraciones, etc.) esto es una prueba de que ya han adquirido el conocimiento correspondiente. No logran entender que esta repetición verbal no implica que se haya comprendido lo que se dice. Las repite porque se lo exigen, pero todos esos discursos son olvidados una vez han pasado los exámenes, para después volver a ser memorizados el siguiente curso escolar y de nuevo olvidados y así sucesivamente sin llegar nunca a la comprensión.

“Las prácticas consistentes en hacer repetir discursos a los aprendices sin preocuparse por la comprensión se le llama adoctrinamiento y a su resultado mental se le denomina ‘creencia’, y no conocimiento. Porque este último es resultado de una construcción gradual cuyo proceso se prolonga por muchos años y nada tiene que ver con repetir verbalmente las conclusiones a las que han llegado las ciencias, que además, son siempre provisionales” (ibíd., Chagoyán, op.cit, p. 36).

En lugar de generar un proceso interactivo y participativo entre maestro y alumno, promoviendo el desarrollo de habilidades de argumentación y análisis crítico por parte del alumno, la práctica en el aula se reduce a una interacción predominantemente unidireccional donde el profesor transmite los conocimientos a través de la expresión oral, el método inductivo, deductivo y memorístico, lo cual hace que los alumnos muestren poco interés por aprender y solo se concretan a estudiar para aprobar la asignatura, sin favorecer las habilidades de auto aprendizaje. Los alumnos no logran desarrollar un interés por la materia ni tampoco logran potenciar la capacidad de expresarse, enfrentar problemas y resolverlos y mucho menos impulsar el interés por la investigación científica por medio de círculos de lectura, debates, análisis de textos, elaboración de portafolios y la consulta en bibliotecas públicas o el internet (Díaz Barriga 2005).

### **1.3 LA ARIDEZ DE LOS PLANES DE ESTUDIO**

El sistema educativo a nivel básico ha hecho de la asignatura de la física una materia fría y muy abstracta, en la que en la mayoría de los casos se enseña únicamente el aprendizaje de métodos algebraicos para despejar fórmulas o sustituir valores. Los maestros limitan el potencial pedagógico de las experiencias prácticas de esta ciencia y los alumnos, por otro lado, no llegan a comprender el

verdadero fenómeno físico que se encuentra detrás de los formularios y procedimientos de los temas y problemas expuestos.

Pero no sólo en física pasa esto, sino también en las matemáticas. Dentro de las causas del fracaso en el aprendizaje escolar de las matemáticas hay un factor del que casi nunca se habla, y es que las matemáticas formales no despiertan el interés de la mayoría de los niños. Todo lo que se aprende de matemáticas en la secundaria (álgebra, trigonometría, etc.) no se asimila, o su aprendizaje suele ser estrictamente mecánico y despojado de significado, por lo que se olvida con rapidez, de manera que ni siquiera sirve como base firme para construcciones más elevadas. Así los programas tradicionales de matemáticas no sólo logran que una proporción enorme de la población estudiantil fracase, sino además, “logran producir una especie de alergia hacia esta área del conocimiento, de la cual los niños y jóvenes huyen como de la peste” (ibíd., Chagoyán, Rojas).

En diferentes estudios y bajo diferentes pretextos se ha dicho del deficiente aprendizaje y empleo, por parte de los estudiantes mexicanos, del razonamiento lógico-matemático. Cítese como ejemplo el trabajo publicado por Gilberto Guevara Nieblas y colaboradores en la revista nexos, “México, Un país de reprobados?” donde se muestra que en primaria el promedio de matemáticas en un examen es de 4.39 y en secundaria de 3.47. Si se considera que una herramienta fundamental para los científicos son las matemáticas y el razonamiento lógico, de ahí que se pueda explicar por qué los alumnos de las universidades en su mayoría estudian carreras que no tienen que ver con matemáticas (Sobre la enseñanza de las pre operaciones lógico-matemáticas, Juan Campechano Covarrubias).

Paradójicamente, se pretende formar en los estudiantes actitudes y habilidades favorables para la investigación científica sin acudir a la observación ni a la comprobación empírica, sino al adoctrinamiento. Este ha sido el punto de vista dominante hasta hoy en la educación escolar en general. Un ejemplo de ello lo encontramos en los casos que se habla de la enseñanza o el aprendizaje de las ciencias. Los estudiantes deben aprender los conceptos y teorías más actuales de las constituidas (ibíd., Chagoyán, op.cit, p. 34), entonces se encamina hacia el diseño de planes y programas de estudio con enfoques por disciplinas, sumamente abstractos, enciclopédicos, áridos donde se incluyen los temas que interesan a los especialistas y que están alejados de los intereses y niveles de conceptualización de los educandos. Lo que se pretende en este caso es que los educandos repitan verbalmente las conclusiones a las que han llegado las distintas ciencias, independientemente de que ellos comprendan o no lo que dicen. Y es necesario enfatizar que para los niños y jóvenes de los ciclos de educación básica (e incluso para muchos maestros) los discursos finales de las ciencias son palabras huecas.

El pretender que los estudiantes aprendan de entrada las teorías de la vanguardia científica es condenarlos a memorizar discursos sin significado para ellos (ibíd., Chagoyán, op.cit, p. 36).

Al igual que los programas de estudio, los libros de texto presentan hechos y fórmulas con poca atención en ayudar a los alumnos en aprender las condiciones bajo las cuales son más útiles. Muchos de los exámenes solo miden el conocimiento de hechos y nunca preguntan si los alumnos saben cuándo, dónde y porque usar ese conocimiento (Whitehead, 1929). Los exámenes refuerzan memorización en lugar de entendimiento. El diseño de los planes de estudio falla en enfatizar la importancia del conocimiento ‘condicionado’.



Aprender es una condición inherente al ser humano y el aprendizaje significativo un acto placentero, lo que debe llevar a un replanteamiento de las prácticas educativas (Alma Carrasco Altamirano, Agosto 1992).

#### **1.4 LA FALTA DE CONDICIONES DE TRABAJO Y MATERIALES EN LA ESCUELA**

La falta de recursos materiales aparece, en distintos trabajos de investigación, como uno de los factores que fomentan el desánimo de los profesores. Profesores que se enfrentan con ilusión a la renovación pedagógica de su trabajo en las aulas, se encuentran frecuentemente, limitados por la falta de material didáctico necesario y de los recursos para adquirirlos de una forma fluida. La lentitud burocrática en cualquier propuesta de gasto, hace que todavía existan profesores que deban adelantar de su bolsillo el dinero para material escolar imprescindible. Muchos de estos profesores se quejan explícitamente de la contradicción que supone el que, por una parte, la sociedad y las instancias rectoras del sistema educativo exijan y promocionen una renovación metodológica, y que, al mismo tiempo, no se dote a los profesores de los medios para llevarla a cabo (Abraham, A. 1986, El enseñante es también una persona. Barceló, Gedisa).

Así pues, la masificación de la enseñanza en los últimos veinte años, y el aumento de las responsabilidades que se exige a los profesores, no han venido acompañados de una mejora efectiva de los recursos materiales y de las condiciones de trabajo en que se ejerce la docencia. En el momento actual, la enseñanza de calidad, allí donde se da, es más el fruto del voluntarismo de los profesores que la animan, que la consecuencia natural de unas condiciones de trabajo adecuadas a las dificultades reales y a las múltiples tareas a las que se supone que el profesor debe atender, la sobrecarga académica es un factor común en la vida de los maestros, muchos tienen alrededor de 50 a 60 alumnos y reciben un salario muy bajo. Las condiciones de trabajo se han deteriorado notablemente, y con ellos el estatus social de la profesión docente (Toledo y Zúñiga, 1987).

Aunque algunos centros educativos se caracterizan por no disponer de un número adecuado de recursos materiales didácticos y medios diversos, cuando existen resulta tan difícil y costoso al profesorado trasladar y organizar en su aula alguna experiencia alrededor de estos medios que renuncia a su utilización. La dificultad del uso de medios alternativos y variados en los centros no solo existe por problemas vinculados con la infraestructura organizativa de los mismos sino que existen factores culturales que inevitablemente ejercen su influencia sobre las formas de implementar y de compartir los espacios y los medios disponibles (Escudero, 1992).

En un momento dado se podría prescindir de la tecnología teniendo maestros capacitados con una buena pedagogía de enseñanza y un buen plan de estudios. Pero, la falta de recursos, en otras ocasiones, no se refiere al material didáctico, sino a problemas mucho más graves de espacio y conservación de los edificios, penuria de mobiliario, falta de locales adecuados, etc. El deterioro físico de las escuelas es una de las principales causas del rezago educativo de los mexicanos, porque muchos de los planteles “no tienen las condiciones mínimas para una enseñanza integral y moderna”. De acuerdo con el diagnóstico del proyecto educativo del gobierno de Calderón, nueve de cada diez planteles públicos requieren de alguna reparación y dos de cada diez tienen daños estructurales serios”. (op.cit., El deterioro de escuelas, causa del rezago educativo, Elena Michel, El Economista, 17 dic. 07, p. 64, sección A).

El mayor número de inmuebles está destinado a la educación primaria con 97 mil 418 unidades; sin embargo muchos de estos centros educativos registran problemas serios en infraestructura como son deterioro o no fueron construidas de acuerdo con las zonas geográficas donde se ubican (Nueva ley obliga a dignificar escuelas, Leticia Robles de la Rosa, El Economista, 14 dic. 07 p. 21, sección A).

En un reporte dado a conocer por la SEP en octubre del 2007, se establece que:

- Dos de cada diez menores, acuden a centros escolares que no cuentan con agua corriente.
- Tres de cada diez escuelas no tienen luz eléctrica.
- Cuatro de cada diez reportan problemas de acceso a sus aulas
- Cinco de cada diez colegios no cuentan con espacios donde alojar sus áreas administrativas.
- Seis de cada diez niños asisten a clases en instalaciones que no tienen drenaje.
- Siete de cada diez va a una escuela que no posee instalaciones deportivas.
- Ocho de cada diez no están conectadas a una línea telefónica.
- Nueve de cada diez no tiene fax.
- Nueve de cada diez no tienen talleres ni laboratorios.

De aquí derivan algunas de las actitudes escépticas de los profesores ante las nuevas reformas. Muchos de ellos están acostumbrados a no disponer más que de gis, y a utilizar su tiempo libre para atender las más variadas actividades suplementarias.

Las escuelas privadas están un poco mejor. El Plan Nacional de Educación de este sexenio observa que aunque las escuelas particulares tienen mejores instalaciones físicas, ofrecen una formación académica sólida y tienen una mayor vinculación con el sector productivo, “carecen” de bases sólidas en cuanto a la investigación “lo cual restringe su capacidad de formar mejores profesionistas, así como impulsar el desarrollo regional y nacional” (op.cit., Proliferan escuelas privadas, pero de mala calidad, Elena Michel, El Economista, 27 dic. 07, pg. 23, sección A).

### **1.5 LOS CURSOS DE ACTUALIZACIÓN NO CORRESPONDEN A LAS NECESIDADES DE LOS DOCENTES**

La actualización, superación, capacitación y nivelación de los docentes también adolece de serios problemas. No ha podido superarse el modelo ineficiente de cursos cortos y aislados y de formación en cascada, que muestra claros signos de agotamiento. Se siguen aplicando medidas generales y homogéneas para la actualización y capacitación sin atender la diversidad de situaciones en las que trabajan los maestros en México.

La formación de los maestros de educación básica en servicio, es uno de los campos más complejos del sistema educativo nacional. Esta complejidad se debe no solo a las características propias de la función docente y a la multiplicidad de factores con los que se relaciona, sino también a la magnitud de la tarea, pues en la actualidad son más de 800,000 docentes los que atienden los niveles de preescolar, primaria y secundaria.

Es importante señalar además que la mitad de estos maestros fueron formados en las escuelas normales, usando planes de estudio implementados antes de la reforma. Otros son graduados de Universidad, pero no necesariamente en el campo en el que enseñan, donde su entrenamiento pedagógico es deficiente. Consecuentemente, un alto porcentaje de ambos grupos tienen que actualizarse y necesitan consolidar su conocimiento científico y las estrategias pedagógicas requeridas para desarrollar una enseñanza enfocada en el estudiante.

La actualización o capacitación del magisterio constituyen el mecanismo mediante el cual la autoridad educativa auspicia la preparación que los maestros necesitan para que se realicen los proyectos educativos nacionales. Lo anterior trae consigo que la actualización y capacitación del magisterio se conciben como acciones permanentes y de trascendental importancia para el desarrollo educativo del país. De aquí que los maestros están siempre en el primer plano del discurso de las reformas educativas. Sin embargo la realidad ha demostrado que tender el puente entre el discurso y los hechos no es algo sencillo (Rosas, Lesvia; Fortoul, Bertha y Mondragón, Miguel. Diplomado en docencia para maestros de educación básica en ejercicio; reporte de investigación. CEE, México, 1991).

Los cursos de actualización son creados con la intención de ofrecer una educación profesional continua para refinar el conocimiento y las habilidades que necesita el maestro para poder asistir a los alumnos a obtener excelencia académica. Sin embargo, aunque son impulsados por las necesidades de los estudiantes y las responsabilidades de los maestros no satisfacen ni cumplen con las necesidades de ninguno de ellos.

Esta situación se aprecia en la siguiente evaluación: "...entre 1970 y 1990 la actualización y superación del magisterio en servicio presenta los siguientes rasgos: confusión de funciones, competencia de instituciones por espacios de desarrollo institucional, modificaciones constantes y discontinuidad al interior de las instituciones, incremento desmesurado de un "credencialismo" mal entendido, como los certificados de mayor nivel, incluso de posgrado, que no amparan un conocimiento sólidamente adquirido y una complicación credencialista de las tareas de nivelación y actualización del magisterio." (SNTE, 1994). SINDICATO NACIONAL DE TRABAJADORES DE LA EDUCACION (autor). "Trabajo cotidiano; formación, actualización y superación profesional; carrera magisterial" (Documento de trabajo: 7. 2 para el Primer Congreso Nacional de Educación) México, 1994).

Hasta ahora la capacitación y la actualización de los maestros se ha diseñado considerando al maestro solamente como "el técnico que hace", encerrándolo en el aula; es necesario, en cambio, situarse en la perspectiva del "sujeto que actúa", situado en una escuela concreta, trabajando con niños que proceden de un contexto sociocultural también concreto y en un momento histórico determinado.

En todo lo dicho anteriormente se refleja, en última instancia, una falta de esfuerzo por conceptualizar de una manera diferente la función docente, diseñando los programas de actualización como talleres aislados que no son parte de un programa de desarrollo general que incluya a todo el personal de la escuela y sin contemplar la participación de los maestros en la planeación de las actividades.

Algunos cursos de actualización para la carrera magisterial sólo son interesantes para aquellos que quieren lograr puntajes de avance en la escalera profesional, ya que estos no toman en cuenta el factor de "desempeño profesional" debido a las dificultades técnicas y políticas que presenta.

En un breve diagnóstico que antecede al Programa para la Modernización Educativa, se sostiene que el esquema vigente de capacitación no ha tenido la capacidad para incorporar a todos los docentes, quedando fuera de él los que trabajan en las comunidades más alejadas, deficiencia que ha tratado de cubrirse mediante cursos de verano o de fines de semana, los cuales adolecen de la calidad necesaria para resolver de manera satisfactoria el problema. Se menciona también que los cursos que se imparten con fines de capacitación no se vinculan con la problemática a la que se enfrenta el maestro en su práctica diaria (PME, 1989).

Un esfuerzo significativo para mejorar la situación ha comenzado en años recientes. Entre las acciones emprendidas es el Proyecto de Educación Continua—Proyecto Nacional de Actualización Permanente (PRONAP)—que comenzó en 1995 y cuyo objetivo a nivel escuela es crear las condiciones para obtener los requerimientos para una educación continua a nivel nacional (Sánchez, 1997).

El reto de PRONAP es enorme si se considera lo atrasado que se encuentra el sistema de educación continua y la cantidad de maestros que necesitan actualizarse. Algunos cursos de actualización y educación continua se ofrecen dentro de PRONAP. Estos cursos tienen carácter de “remedio” y su objetivo es el entrenamiento independiente de los maestros utilizando el método de auto estudio. Con esto en mente, han sido preparados materiales de apoyo para matemáticas, física, química, biología y geografía, cuyos contenidos están basados en los requerimientos del nuevo plan de estudios. Sin embargo, actualmente sólo el 25% de los maestros de secundaria (número insignificante) están tomando parte en alguno de estos cursos (Sánchez, 1997). Algunos expertos pronostican que la probabilidad de que estos cursos sean exitosos es baja, ya que muchos maestros no han desarrollado la habilidad de estudiar independientemente y las condiciones bajo las cuales trabajan no los favorece.

Por otra parte, al hacer el análisis de los retos a la formación de maestros planteados en la nueva legislación educativa y de las acciones emprendidas recientemente en materia de actualización y capacitación, se puede apreciar que las soluciones puestas en práctica hasta ahora siguen repitiendo el mismo esquema de cursos y materias que son ofrecidos a los maestros para que cumplan con los nuevos programas, pero sin hacerlos partícipes ni del proceso de cambio, ni del diseño del proceso de capacitación. Este esquema, si bien ofrece elementos tanto pedagógicos como relacionados con el conocimiento que deben impartir, al operar desde fuera de las escuelas, refuerza el trabajo individualizado de los maestros, quienes aplican los conocimientos adquiridos según sus criterios y posibilidades, sin apoyo grupal e institucional. Por otra parte, no les permite ir a la vanguardia de los cambios educativos, sino solamente realizarlos (Kamens, D.H. y Benavot, A. 1991. “Elite Knowledge for the Masses: The Origins and Spread of Mathematics and Science Education in National Curricula” *American Journal of Education*, 99: p.137-180).

Para elevar la calidad de los cursos de actualización algunos especialistas consideran que si se centra la actualización de los docentes en la práctica y por la escuela esto les permitiría a los maestros una verdadera participación en su propia formación, con la consecuente capacidad de fortalecer su autoestima, y conducir a la identificación de un proyecto común, del cual cada maestro se sentiría responsable.

## CAPITULO II

### II. TALLERES DE CIENCIA: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y CONCEPTUALES

#### 2.1 LA EDUCACIÓN FORMAL, NO FORMAL E INFORMAL

¿Qué es educación? Existen muchísimas definiciones, pero, para muchos es adquirir conocimientos, habilidades y actitudes. Es desarrollar las facultades intelectuales y morales (Larousse). Pero mucho más importante sería definirla como “aprender a aprender”. Sin embargo el aprender conlleva a tomar decisiones; decisiones sobre el estilo de vida de cada uno.

Como el “enseñar” por sí mismo no constituye aprender (adquirir conocimiento de alguna cosa), ni tampoco el escuchar pasivamente, para que el aprendizaje sea significativo el estudiante debe decidir si desea incorporar o no el conocimiento, habilidad o actitud en su escala de valores y comportamientos (es decir, a su estilo de vida).

La mayor parte de la población asume que educación y escuela son términos intercambiables. Muchos educadores piensan que sólo se aprende en la escuela y lo que se aprende fuera de ella, es en cierta manera inferior, no está organizado y su valor es cuestionable. Por otro lado, para muchos otros educadores y filósofos el aprendizaje puede acontecer tanto fuera de las aulas de la escuela como dentro de ellas. Y también puede darse o no por medio de maestros y ser o no intencionado. Definen tres estilos de educación: educación formal, no formal e informal y consideran que el aprendizaje puede ser igualmente efectivo en cada uno de los distintos escenarios. A la educación formal, se le asocia más con la escuela y según Coombs (1973), se define como: “educación formal es el sistema educativo, jerárquicamente estructurado y cronológicamente graduado desde escuelas primarias hasta la Universidad e incluyendo estudios académicos generales, una variedad de programas especializados e instituciones para un entrenamiento profesional y técnico de tiempo completo” (Coombs, 1973, p.11).

La educación no formal se ha definido (Kleis, 1973, p.6) como cualquier empresa educativa intencionada y sistemática (lejos de las aulas de la escuela tradicional) en donde el contenido es adaptado a las necesidades únicas del estudiante (o la situación única) de manera que se pueda maximizar el aprendizaje y minimizar otros elementos que ocupan a los maestros en la educación formal tales como disciplina, reportes, calificaciones, etc. A diferencia de la educación formal, la educación no formal se centra más en el educando, ya que toma en cuenta que el estudiante puede salirse del programa en el momento en que no se sienta motivado. Por ello, los programas de educación no formal son más flexibles, no se estructuran tan rígidamente como en la escuela formal (que generalmente no cambian en el corto plazo) aunque sí siguen ciertos lineamientos. La educación no formal se enfoca básicamente en habilidades y conocimientos prácticos, mientras que la escuela se enfoca en información que no tiene aplicación inmediata. En general la educación no formal tiene un menor nivel de estructura y por lo tanto mayor flexibilidad que la escuela. Aún menos estructurado es la educación informal que básicamente se refiere a experiencias diarias que no son planeadas u organizadas (aprendizaje casual) (Kleis, 1973, p. 3-4).

A pesar de que la educación formal y la no formal son diferentes, de ninguna manera son opuestas. Ambas enfatizan un aprendizaje organizado e intencionado. Ambas involucran estructura, educadores profesionales, y propician la toma de decisiones por parte del estudiante. La responsabilidad para aprender es compartida por los educadores y los estudiantes. La diferencia es más una cuestión de “grado” en cada uno de estos tipos de educación.

Un aspecto que si es importante es que los maestros deben ser flexibles en su manera de enseñar en los tres tipos de educación. El maestro, educador o tallerista (en nuestro caso) debe utilizar estilos diferentes de liderazgo para distintas situaciones. Maestros que saben dirigir pueden ser más efectivos en un ambiente más formal, y maestros que son más democráticos y menos rígidos se necesitan en escenarios tanto no formales como informales. Algunos educadores parecen adaptarse a las situaciones, mientras que muchos, aunque muy buenos maestros en el salón de clases, son menos efectivos como educadores no formales, ya que tratan de usar técnicas de salón. Y al contrario también se da que maestros muy efectivos en salones no formales son inefectivos en el salón de clases. Sin embargo, tanto los educadores formales como no formales deben estar bien preparados, ser entusiastas, claros y utilizar una gran variedad de técnicas para enseñar e involucrar a los estudiantes en el aprendizaje. Pero, la demanda de maestros en escenarios no formales difiere de la de maestros de escuelas. El educador no formal debe ser más flexible, listo para cambiar y satisfacer las necesidades cambiantes y diversas (Kleis, J. 1973).

Tanto la educación formal como no formal podrían complementarse apropiadamente si se entendiera que ambas proporcionan importantes oportunidades de aprendizaje. Se debe ampliar la visión sobre educación, para apreciar y utilizar todo tipo de oportunidades de aprendizaje para su beneficio (Kleis, J. 1973).

A pesar de todo, los programas de educación “no formal” han ido proliferando rápidamente en las últimas décadas, alterando radicalmente los contornos del campo educacional. Aunque la escuela sigue siendo la institución educativa dominante, no es el único lugar donde los individuos pueden aprender. Hoy en día resulta indispensable ampliar los escenarios de la ciencia y tecnología, haciendo accesible el conocimiento científico y tecnológico al ciudadano común integrando lo formal con lo no formal. Una gran variedad de actividades enfocadas a la educación se han desarrollado fuera de las aulas jugando papeles diversos. Algunas de estas actividades, tales como los talleres de ciencia han tenido mucha aceptación, en especial en lugares como los museos de ciencia. De manera que por su propio merito la educación no formal se ha convertido en algo importante y necesario, tomando en cuenta que la escuela ya no puede satisfacer el aumento de necesidades educativas diversas.

Como se dijo dentro de la educación no formal se encuentran los Talleres de Ciencia que son actividades que buscan divulgar de manera lúdica un concepto científico. Los talleres son propuestas abiertas diseñadas con base en ciertas metodologías de aprendizaje.

## **2.2. METODOLOGÍAS DE APRENDIZAJE**

Mucho se ha aprendido sobre como las personas aprenden ciencia. Se sabe que los niños entienden mejor las ideas científicas si se les permite interactuar, investigar y experimentar de manera directa con objetos concretos. Esto ayuda a los niños a pensar críticamente y ganar confianza en su habilidad para resolver problemas (Paulu & Martin, 1991). También se sabe que, antes de que cualquier estudiante de cualquier edad pueda aprender conceptos nuevos de ciencia, debe primero identificar y desechar sus

ideas preconcebidas (que generalmente son erradas) y que interfieren con su aprendizaje (Watson & Konicek, 1990). Las personas pasan una gran cantidad de tiempo y esfuerzo construyendo un punto de vista personal del mundo que los rodea a través de experiencias y observaciones. Sus puntos de vista personales les ayudan a explicar lo que observan haciendo predicciones sobre el mundo que los rodea y pueden aferrarse a ellos aunque se les diga que están errados y distan de los conceptos científicos. Consecuentemente una de las grandes metas para enseñar ciencia, es ayudar a los estudiantes a deshacerse de estas creencias y acercarse más a explicaciones científicas aceptadas.

Aunque hay muchas teorías diferentes, parece ser que la idea constructivista para enseñar ciencia es la que más popularidad ha tenido.

Entonces, una manera de mejorar la enseñanza de la ciencia es entender y adoptar el punto de vista constructivista. "Constructivismo" es una idea popular relacionada con el aprendizaje y la enseñanza de ciencias. Enfatiza la construcción personal del conocimiento en lugar de la transmisión del conocimiento de una persona a otra. Esta práctica educativa fue enunciada en un principio por Rousseau y posteriormente se sumaron autores como John Dewey, María Montessori, Jean Piaget, Lev Vigotsky y David Ausubel entre otros. Aunque por mucho tiempo las ideas constructivistas no fueron valoradas ampliamente, hoy en día las aportaciones de estos grandes expertos, junto con las ideas de otros, han sentado las bases para los cambios que han ocurrido en la enseñanza de la ciencia (Driver, R., & Oldham, V. 1986).

Una de las mayores pretensiones del constructivismo, es que "todo conocimiento nuevo se construye sobre conocimiento previamente adquirido, independientemente de cómo se le haya enseñando a uno. Otro punto del constructivismo es que los seres humanos construimos nuestro propio conocimiento, opuesta a la idea de que el conocimiento se transmite directamente a nuestras mentes (Wheatly, 1991).

Existen dos ideas principales del constructivismo: La primera dice que nuestro conocimiento no es recibido pasivamente, pero se construye activamente por el sujeto. Y segundo, que la función de conocimiento se adapta y sirve para organizar el mundo experimental, no el descubrimiento de la realidad ontológica. De manera que no encontramos realmente la verdad sino que construimos explicaciones viables de nuestras experiencias. (Brooks M., 1998).

En los talleres de ciencia, el punto de vista constructivista puede apuntar a distintas técnicas de enseñanza. En el sentido más general, significa motivar al participante a utilizar técnicas, experimentos y realizar actividades para crear conocimiento nuevo y después reflexionar y hablar sobre lo que se está haciendo y cómo su entendimiento está cambiando. El tallerista guía la actividad procurando que cada uno de los participantes elimine y resuelva sus dudas.

En la década de los setentas, las propuestas de Bruner sobre el aprendizaje por descubrimiento estaban tomando fuerza. En ese momento, las escuelas buscaban que los niños construyeran su conocimiento a través del descubrimiento por contenidos.

### **2.3 TEORÍA DEL APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO**

Esta teoría fue concebida por el ya citado Jerome S. Bruner, y el espíritu de ella es la de propiciar la participación activa del alumno durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, a partir de la

consideración de que un aprendizaje efectivo depende, básicamente, de que un problema real se presente como un reto para la inteligencia del alumno, motivándolo a enfrentar su solución, y aún a ir más allá, hasta el final primordial del aprendizaje que consiste en su transferencia. Para Bruner, el desarrollo intelectual del alumno depende directamente de que este domine ciertas técnicas. En este dominio deben considerarse como determinantes dos factores: la maduración y la integración.

La maduración le permite al alumno representarse al mundo de estímulos desde tres dimensiones, que se van perfeccionando de manera progresiva:

- La acción.
- La imagen.
- El lenguaje simbólico.

La integración consiste en el empleo de grandes unidades de información para la resolución de problemas. En su proceso de desarrollo, el niño percibe al mundo en tres formas consecutivas, mismas que guardan una estrecha analogía con los estados de desarrollo cognitivo propuestos por Piaget. Las formas que Bruner señala son:

La forma elativa, que consiste en realizar la representación de sucesos pasados, por medio de la respuesta motriz.

La forma icónica, que depende tanto de respuestas motrices, como del desarrollo de imágenes representativas y secuenciadas de una determinada habilidad.

La forma simbólica, misma que tiene en el lenguaje, su expresión más objetiva, pues el lenguaje es un instrumento de cognición, a la vez un medio para representar y transformar la experiencia del mundo. En esta forma de representación simbólica, los objetos no necesitan estar presentes en el campo perspectivo del niño, ni ofrecer un orden determinado (Bruner, J.S., 1978).

Bruner considera, pues, al lenguaje como el instrumento para superar el concepto de hombre natural. Defiende la enseñanza de cualquier cosa a un alumno, bajo la condición de que la enseñanza se realice en el lenguaje propio del alumno.

Los contenidos a enseñar deben ser percibidos por el alumno como un aprendizaje importante y significativo, en el que él tendrá una acción determinante.

Sintetizando la teoría, Bruner afirma que debe tenerse en cuenta que si la mayor aptitud del hombre es su superioridad intelectual, también debe tenerse presente el valor que, personalmente, le representa un hecho descubierto por él mismo.

Bruner menciona la existencia de cuatro grandes ventajas en la manera heurística e hipotética de presentar el material de enseñanza:

La potencia intelectual. El descubrir y resolver problemas por parte del alumno, habilita su capacidad de construcción y organización racional de los elementos de un problema.



Las motivaciones intrínseca y extrínseca. El alumno se recompensa con los efectos de sus propios descubrimientos.

El aprendizaje y la heurística del descubrimiento. Sólo se aprende realmente a través de la solución de problemas y el interés- esfuerzo por descubrir.

La memoria. El alumno retiene con mayor facilidad lo aprendido si él mismo organiza sus materiales y procesos respectivos.

En obras más recientes, Bruner (1986, 1990, 1996) expande su marco teórico para incluir los aspectos sociales y culturales del aprendizaje.

Resulta importante destacar el hecho de que en la mayoría de los aspectos a tratar, Bruner coincide con las ideas expuestas por Jean Piaget.

## **2.4 TEORÍA DE DESARROLLO COGNITIVO DE PIAGET**

La mayor aportación de Jean Piaget, fue la teoría de desarrollo cognitiva. Esta teoría describe los cuatro niveles de crecimiento intelectual, y por las que todo ser humano atraviesa que son: sensor-motor, pre-operacional, operacional concreta y operacional formal. Las dos últimas etapas son importantes para los educadores de secundaria y preparatoria porque la mayoría de los estudiantes en esta edad operan en cualquiera de estas dos etapas. Los estudiantes en la etapa operacional concreta tienen la habilidad de pensar lógica y concretamente sobre objetos y eventos y los estudiantes que se encuentran en la etapa operacional formal, tienen la habilidad de pensar más abstracta e hipotéticamente sobre conceptos e ideas más complejas.

En este sentido Piaget plantea en sus estudios que el desarrollo intelectual está regulado por factores biológicos y de maduración, que permiten formar en el individuo estructuras mentales de conocimiento (Vielma y Salas, 2000).

De esta manera Piaget explica que el ambiente donde se desarrolla el individuo le proporciona a éste una serie de informaciones que éste recibe a través de los sentidos y que las transforma en conceptos, los cuales organiza en estructuras mentales, por medio de las cuales percibe o entiende el mundo exterior (Araujo y Chadwick, 1993).

Es así como Piaget postuló que el aprendizaje es parte de un acto inteligente caracterizado por el equilibrio entre dos tendencias extremas como es la asimilación y la acomodación (Vielma y Salas, 2000).

De ahí que el equilibrio se desarrolle a través de la asimilación de elementos del ambiente y la acomodación de esos elementos por la modificación de los esquemas y estructuras mentales existentes, como resultado de nuevas experiencias (Araujo y Chadwick, 1993).

Ahora bien, en el desarrollo de su teoría, Piaget, si bien es cierto que afirmaba que el desarrollo intelectual del individuo se mueve de lo individual a lo social, destaca la importancia del factor social en su proceso de reconstrucción de la realidad, ya que el contenido de la inteligencia proviene de afuera y la organización de ésta es sólo consecuencia del lenguaje y los instrumentos simbólicos (Vielma y Salas,

2000). Según Piaget, existe una estrecha vinculación entre la dimensión estructural y afectiva de la conducta. La inteligencia y la afectividad son indisociables. No existe cognición sin una motivación, y por ende, no hay motivación que no esté conectada con un nivel estructural, es decir cognitivo.

Hay varias implicaciones sobre las investigaciones de Piaget que han ayudado a provocar el cambio en la enseñanza de la ciencia. Una idea importante es que cualquier grupo de estudiantes puede desplegar una gran variedad de habilidades cognitivas. Por ello los maestros deben estar pendientes de las habilidades cognitivas de los estudiantes y planear su instrucción de acuerdo a ellas. Otro aspecto de la teoría de Piaget que ha sido especialmente importante para el constructivismo es su teoría de estructuras cognitivas y operaciones matemáticas. Esta teoría resalta la importancia de que los estudiantes desarrollen sus propias estructuras internas conforme van aprendiendo. También enfatiza la interacción con objetos y eventos conforme los estudiantes tratan de construir su propio entendimiento de los conceptos científicos. Para integrar estas ideas a la enseñanza de las ciencias, se deben promover experiencias más concretas para que el estudiante entienda y busque el significado y la relacione a la información que le es difícil comprender.

Dentro de esta sustentación teórica se tiene, también, a Vygotsky, quien postula que el desarrollo es un proceso social que se inicia a partir del nacimiento y es asistido por adultos u otros agentes considerados más competentes en cuanto al manejo del lenguaje, habilidades y tecnologías disponibles en ese espacio cultural (Vielma y Salas, 2000).

## **2.5 TEORÍA DE LEV VYGOTSKY**

En este sentido, según Vygotsky, este desarrollo es custodiado o asistido por colaboración de terceros y se realiza en torno a la zona de desarrollo próximo, zona que define entre lo que el niño puede lograr en conjunción con una persona más competente, mediador en la formación de conceptos (Wertsch, 1988).

De esta manera, dentro del planteamiento dialéctico de Vygotsky el desarrollo intelectual, la habilidad para el pensamiento, se comprende a partir de la unidad de la psiquis y la actividad humana en sociedad (Vielma y Salas, 2000).

Vygotsky, habla de la manera en la cual el niño aprende a regular sus procesos cognitivos a partir de las indicaciones y directrices de los adultos y en general de las personas con quienes interactúa, para luego independizarse progresivamente en el acto de adquirir por sí mismo el conocimiento social, cultural y científico (Wertsch, 1988).

Por lo que se puede decir que la mayor contribución de Lev Vygotsky fue la descripción de la interacción social como influencia en el desarrollo cognitivo. El énfasis de Vygotsky fue el ambiente o medio social del estudiante y la interacción con otros por medio del uso del lenguaje. Para Vygotsky, el conocimiento constituye un proceso el cual va a depender de la interacción del sujeto con el medio (Wertsch, 1988).

Según Vygotsky, para que el desarrollo ocurra, dos puntos son importantes, la del diálogo interno y la zona de desarrollo próxima. El diálogo interno involucra los procesos internos del estudiante usado para regular las habilidades para resolver problemas. La zona de desarrollo próxima describe el nivel entre el conocimiento del maestro y las capacidades del estudiante donde la enseñanza es más

benéfica. Estos dos conceptos trabajan juntos cuando un maestro asiste al estudiante a resolver problemas proveyéndole de la estructura y motivación y gradualmente dejándolo solo para que el estudiante dependa de su diálogo interno para completar la tarea.

Como las teorías de Piaget, las investigaciones de Vygotsky se relacionan con las ideas modernistas del constructivismo. La zona de desarrollo próxima enfatiza la importancia de los roles de los compañeros y adultos para promover la construcción del conocimiento en la mente de los estudiantes. La idea de que los estudiantes dependen de la interacción humana para construir su propio conocimiento ha resultado en mayor énfasis en las actividades de grupo que permiten al estudiante beneficiarse de los puntos de vista de los demás para poder adquirir nuevos conceptos. También el darse cuenta que la interacción social es una parte vital de aprender pone menos énfasis en el descubrimiento personal del estudiante sobre conceptos científicos y más énfasis en la colaboración e interacción entre los que están aprendiendo ciencia.

Por otro lado se tienen las contribuciones de David Ausubel al acercamiento cognitivo que se enfoca más en lo conceptual que en la manera de operar del conocimiento. Donde Piaget y Vygotsky ponen énfasis en la construcción personal del estudiante del conocimiento, Ausubel, enfatiza la importancia del aprendizaje por recepción que es un medio importante para adquirir cierta disciplina basada en conceptos, siempre y cuando ese aprendizaje haga conexiones significativas entre la información nueva y las estructuras cognitivas preexistentes del estudiante.

## **2.6 APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO Y ORGANIZADORES ANTICIPADOS DE AUSUBEL**

En 1973, Ausubel propone su teoría de aprendizaje significativo, la teoría de Ausubel toma como elemento esencial la instrucción. Para Ausubel, el aprendizaje escolar es un tipo de aprendizaje que alude a cuerpos organizados de material significativo. Le da especial importancia a la organización del conocimiento en estructuras y a las reestructuraciones que son el resultado de la interacción entre las estructuras del sujeto con la nueva información.

Tanto Ausubel como Vygotsky estiman que para que la reestructuración se produzca y favorezca el aprendizaje de los conocimientos elaborados, se necesita una instrucción formalmente establecida. Esto reside en la presentación secuenciada de informaciones que quieran desequilibrar las estructuras existentes y sean las generadoras de otras estructuras que las incluyan.

Ausubel tiene en cuenta dos elementos:

El aprendizaje del alumno, que va desde lo repetitivo o memorístico, hasta el aprendizaje significativo, y la estrategia de la enseñanza, que va desde la puramente receptiva hasta la enseñanza que tiene como base el descubrimiento por parte del propio educando. El aprendizaje es significativo cuando se incorpora a estructuras de conocimiento que ya posee el individuo (Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, 1978).

El principal aporte de Ausubel en el constructivismo es su modelo de enseñanza por exposición (recepción), para promover el aprendizaje significativo en lugar del aprendizaje por memoria. Este modelo consiste en explicar o exponer hechos o ideas. Este enfoque es uno de los más apropiados para enseñar relaciones entre varios conceptos, pero antes los alumnos deben tener algún conocimiento de dichos conceptos.

El énfasis de Ausubel en la recepción del conocimiento ha afectado la manera en que ciertos conceptos científicos son encarados por los maestros. Muchos educadores reconocen la importancia de permitir a los estudiantes a aprender información que ha sido organizada por otros siempre y cuando tenga significado para las estructuras internas cognitivas del estudiante. El hecho de reconocer el aprendizaje por recepción como un método efectivo de enseñar ha puesto menos énfasis en el aprendizaje por mero descubrimiento como única manera en que los estudiantes construyen su entendimiento personal. Ya que como no se espera que los estudiantes descubran todas las ideas científicas por sí mismos, la idea de aprendizaje por recepción de Ausubel es una parte importante para el aprendizaje de ciencia (Rinehart & Winston, 1968).

Ausubel consideraba que el aprendizaje por descubrimiento no debería ser presentado como opuesto al aprendizaje por exposición, ya que éste puede ser igual de eficaz, si se cumplen ciertas características. Así, según Ausubel, el aprendizaje escolar puede darse por recepción o por descubrimiento, como estrategia de enseñanza, y puede lograr un aprendizaje significativo o memorístico y repetitivo.

De acuerdo al aprendizaje significativo, los nuevos conocimientos se incorporan en forma sustantiva en la estructura cognitiva del alumno. Esto se logra cuando el estudiante relaciona los nuevos conocimientos con los anteriormente adquiridos; aunque es necesario que el alumno se interese por aprender lo que se le está mostrando. (Ausubel, D. (1968). Educational psychology: A cognitive view. New York: Holt, Rinehart & Winston).

Para Ausubel, el aprendizaje significativo produce una retención más duradera de la información, facilita el adquirir nuevos conocimientos relacionados con los anteriormente adquiridos de forma significativa, ya que al estar claros en la estructura cognitiva se facilita la retención del nuevo contenido y se guarda en la memoria de largo plazo. Es un proceso activo, pues depende de la asimilación de las actividades de aprendizaje por parte del alumno y es personal, ya que cada estudiante utiliza sus propios recursos cognitivos para poder comprenderlo.

Según Ausubel, existen varios tipos de aprendizaje significativo:

- Aprendizaje de representaciones: cuando el niño adquiere el vocabulario, primero aprende palabras que representan objetos reales que tienen significado para él, pero aún sin poderlos identificar por categorías.
- Aprendizaje de conceptos: el niño, a partir de experiencias concretas aprende y comprende conceptos abstractos.
- Aprendizaje de proposiciones: cuando al conocer el significado de los conceptos, puede formar frases que contengan dos o más conceptos en donde afirme o niegue algo. Así un nuevo concepto nuevo es asimilado al integrarlo en su estructura cognitiva con los conocimientos previos y se puede dar por dos maneras por diferenciación progresiva, es decir, cuando el concepto nuevo se subordina a conceptos más inclusores que el alumno ya conocía, o por reconciliación integradora, cuando el concepto nuevo es de mayor grado de inclusión que los conceptos que el alumno ya conocía (Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, 1978).

Para poder aplicar la teoría de Ausubel

1. El maestro o tallerista en nuestro caso, debe conocer los conocimientos previos del alumno para así poder planear su instrucción y asegurar que el contenido pueda relacionarse con las ideas previas.
2. Organizar los materiales de manera lógica y jerárquica, tomando en cuenta que no sólo importa el contenido sino la forma en que se presenta.
3. Considerar la motivación como un factor fundamental para que el alumno se interese por aprender, ya que el hecho de que el alumno se sienta contento en su clase, con una actitud favorable y una buena relación con el maestro (o tallerista en nuestro caso), hará que se motive para aprender.
4. El maestro o tallerista debe utilizar ejemplos, por medio de dibujos, diagramas o fotografías, para enseñar los conceptos.

Además del aprendizaje significativo, otro aporte de Ausubel al constructivismo son los organizadores anticipados, los cuales sirven de apoyo al alumno frente a la nueva información, funciona como un puente entre el nuevo material y el conocimiento actual del alumno. Estos organizadores pueden tener tres propósitos: dirigir su atención a lo que es importante del material; resaltar las relaciones entre las ideas que serán presentadas y recordarle la información relevante que posee.

Los organizadores anticipados se dividen en dos categorías:

- Comparativos: activan los esquemas ya existentes, es decir, le recuerdan lo que ya sabe pero no se da cuenta de su importancia. También puede señalar diferencias y semejanzas de los conceptos.
- Explicativos: proporcionan conocimiento nuevo que los alumnos necesitarán para entender la información subsiguiente. También ayudan al alumno a aprender, especialmente cuando el tema es muy complejo, desconocido o difícil y que deben ser entendidos por los estudiantes para que sea significativo.

El aprendizaje significativo de Ausubel de cierta manera reconoce la necesidad de la motivación intrínseca en el aprendizaje, pues, dado que comprender requiere siempre de un esfuerzo, la persona debe tener alguna motivación para esforzarse, pues por más significativo que sea un material, si el alumno o aprendiz no está dispuesto a esforzarse en relacionar y se limita a repetir el material, no habrá aprendizaje significativo. Con base en esto, el diseño y puesta en marcha de los talleres debe contemplar aspectos que inviten al participante a buscar soluciones problemáticas, para lo cual es necesario planear diferentes niveles de desafío, de acuerdo a los intereses y capacidades de los participantes (Carey, 1986).

Otro aspecto importante a tomar en cuenta es el juego. Autores como Robert Semper (Director Ejecutivo de Exploratorium, 1997) basados en estudios sobre la lúdica, desarrollados por Jerome Bruner, recalcan la importancia de jugar con objetos e ideas como parte del proceso de aprendizaje. Se ha hablado del juego, como herramienta pedagógica, desde el siglo XX, Froebel “reconoce en el juego la máxima experiencia que forma al hombre en relación con los demás, con la naturaleza y consigo mismo, en la medida que le permite la conversión armónica entre el interior y el exterior y el equilibrio estético”. Para Robert Semper, “El juego lleva al desarrollo de habilidades de observación y experimentación y a la comprobación de ideas; y ofrece la oportunidad de descubrir por uno mismo un orden en la naturaleza”.

Hoy a través de la experiencia del constructivismo de Piaget y de Vigotsky, se ha evidenciado al juego como un elemento que a través de la interacción y la comunicación se vuelve clave en el paso a nuevos niveles de desarrollo en los niños.

# CAPITULO III

## III. TALLER DE ASTRONOMÍA

### 3 Un Vistazo al Universo

¿De qué está compuesto el universo? De todo. Esta definición parece ser bastante simple y sin embargo sus implicaciones son todo menos eso. Consideremos que el espacio, materia, tiempo y energía... desde el átomo diminuto hasta billones de estrellas en las galaxias, forman el universo.

Si dirigimos la mirada al cielo en una noche sin Luna lejos de la ciudad, podremos ver solo una pequeñísima parte de lo que constituye el universo, pero aún así se nos presenta un gran espectáculo compuesto por miles de estrellas. Pero, ¿qué hace que una estrella sea una estrella? Gases, mucha presión y temperaturas que alcanzan los millones de grados. Bajo las altas temperaturas y la alta presión en el centro de una estrella, la parte central de los átomos llamados núcleos se combinan, o fusionan y liberan energía en un proceso llamado fusión nuclear. La energía es transferida constantemente desde el interior a la superficie emitiendo radiación de muchos tipos desde rayos x, luz visible hasta ondas de radio, causando que la estrella brille. El poder brillar por su propia luz es una de las características que separan las estrellas de las lunas, planetas y otros objetos en el universo.

Los planetas por definición son grandes cuerpos que se mantienen girando alrededor de las estrellas gracias a la fuerza de gravedad (gravedad = fuerza que hace que los objetos se atraigan). Todos los objetos ejercen fuerza gravitacional y entre mayor la masa del objeto, mayor la fuerza con la que jala. Los planetas no son tan masivos ni tan calientes como las estrellas, así que no tienen la energía para brillar por sí solas. En lugar de eso, brillan reflejando la luz de la o las estrellas que se encuentran a su alrededor.

La mayoría de los planetas que conocemos tienen lunas o satélites naturales que giran alrededor de ellos, y como los planetas, las lunas varían mucho en tamaño, composición y otras características.

#### 3.1 Sistemas Solares, Galaxias y Otros Objetos

Los astrónomos piensan que muchas estrellas en el universo tienen una “familia”, formada por planetas y lunas que giran alrededor de ellas, tales como todos los planetas y sus lunas que giran alrededor del sol. Estas familias cósmicas, se llaman sistemas solares, y pueden incluir también asteroides, cometas y meteoritos que son en su mayoría cuerpos relativamente pequeños que giran alrededor de las estrellas.

Con todos los millones de sistemas solares en el universo, muchos científicos piensan que existe una probabilidad de que exista vida en algunos sistemas solares, y existe evidencia de que

nuevos sistemas solares se están formando todo el tiempo, algunos de ellos se encuentran bastante cerca de la tierra, alrededor de cientos de años luz de la misma.

Donde hay una estrella usualmente hay millones de ellas y todas mantenidas juntas por la fuerza de la gravedad formando una galaxia. Las galaxias agrupan a más de 100 000 millones de estrellas con sus planetas y satélites respectivos, gas, polvo y materia oscura.

Las estrellas que vemos en el cielo pertenecen a la galaxia de la Vía Láctea, hogar de nuestro sistema solar. Los astrónomos piensan que existen más de 50 mil millones de galaxias en el universo. Y, para estudiar el cosmos los astrónomos observan a las galaxias.

## Galaxias

Los astrónomos clasifican las galaxias en distintas categorías basadas en sus formas. Las 3 formas básicas de las galaxias son: galaxias espirales, elípticas e irregulares. Nuestra galaxia la Vía Láctea es una galaxia de forma espiral.

**Galaxias elípticas:** Galaxias con forma de elipse. Pueden ser nombradas desde E0 hasta E7, donde el número significa cuan ovalada es la elipse. E0, sería una galaxia de forma esférica y E7 de forma de plato o disco. El número indica su excentricidad, es decir desde un círculo hasta una elipse muy alargada.

Su apariencia muestra escasa estructura y, típicamente, tienen relativamente poca materia interestelar. En consecuencia, estas galaxias también tienen un escaso número de cúmulos abiertos, y la tasa de formación de estrellas es baja. Por el contrario, estas galaxias están dominadas por estrellas viejas, de larga evolución, que orbitan en torno al núcleo en direcciones aleatorias. En este sentido, tienen cierto parecido a los cúmulos globulares.

Las galaxias más grandes son gigantes elípticas. Se cree que la mayoría de las galaxias elípticas son el resultado de la coalición y fusión de galaxias. Éstas pueden alcanzar tamaños enormes y con frecuencia se las encuentra en conglomerados mayores de galaxias, cerca del núcleo.

**Galaxias espirales:** Tienen forma de discos achatados en las que la mayoría son estrellas jóvenes con bastante gas y polvo, y nubes moleculares que son el lugar de nacimiento de las estrellas y solo hay una escasa población de estrellas viejas. Las galaxias espirales pueden tener diferentes formas según cuales sean sus componentes: las regiones que tienen estrellas jóvenes y nubes de gas están formando grandes brazos de espirales rodeando la galaxia, las regiones que contienen estrellas viejas, están rodeando al disco. En las galaxias espirales suele existir una protuberancia nuclear que emite dos chorros de material energético en direcciones opuestas.

Las estrellas y nubes de gas orbitan circularmente a grandes velocidades (la velocidad es mayor cuanto mayor sea la distancia al centro de la galaxia) alrededor del centro de sus galaxias no volviendo a la misma posición en cientos de años.



Galaxias irregulares: Estas galaxias tienen como las espirales, grandes cantidades de gas, polvo y estrellas jóvenes, pero a diferencia de las espirales, su disposición es en forma de disco. La mayoría están situadas cerca de galaxias más grandes y su formación es el resultado de la perturbación gravitatoria de sus galaxias vecinas, debido a su gran masa.

Las estrellas que forman galaxias irregulares son tanto azules y brillantes como gigantes rojas, y las que forman el núcleo se encuentran más juntas que las que se encuentran en los brazos.

Algunas galaxias navegan por el espacio solas, sin nada a su alrededor. Pero otras viajan o forman parte de grupos o cúmulos de galaxias, (por ejemplo, la Vía Láctea es una de 25 galaxias que pertenecen al cúmulo llamado grupo local). También, algunos cúmulos de galaxias pueden estar agrupados de manera que forman supercúmulos.

### **3.1.1 ACTIVIDAD 1: Galaxias y sus diferentes formas**

**OBJETIVO:** Aprender que existen galaxias cuyas formas son diferentes.

Existen galaxias elípticas, espirales e irregulares. Las elípticas tienen diferente excentricidad desde casi círculos a muy elípticas. Las galaxias espirales tienen brazos, desde dos hasta varios de ellos y las galaxias irregulares como su nombre lo indica no tienen ninguna forma definida. Cada participante elaborará los tres tipos de galaxias según su gusto y colores.

**MATERIAL:**

- Cartón
- Tijeras
- Hilo
- Compás
- Regla
- Colores
- Limpia pipas
- Pegamento
- Popotes

**PROCEDIMIENTO:**

Galaxias elípticas:

1. Cortar un rectángulo de aproximadamente unos 22cm x 30 cm en un cartón o cartulina y marcar el centro con un lápiz, trazar dos líneas paralelas al centro de medio centímetro (aquí se va a pegar el limpia pipas). Escoger la excentricidad de la elipse y procurar trazar una elipse grande en el cartón. Trazar elipses concéntricas hasta llegar al centro. (Figura B). el tallerista puede amplificar y sacar copias de esta figura para repartir.
2. Cortar medios aros que van del más grande al más pequeño. Cortar alrededor de 5 a 6 aros.
3. Pegar el limpia pipas a lo largo de las paralelas que trazamos al principio.
4. Pintar y decorar la galaxia como más les guste.
5. Separar cada una de las elipses girando el limpia pipas para que quede como se muestra en la figura 1.

6. Colgar la galaxia y hacerla girar.



**Figura 1: Galaxia Elíptica**

Galaxias espirales:

1. Colorear el cartón como se desee.
2. Trazar en el cartón una galaxia espiral con el número de brazos que se desee o utilizar la que aquí se adjunta (figura A). Hacer un hoyo en el centro.
3. Pasar el popote por el centro del círculo y pegar.
4. Pasar un hilo por el popote y hacer girar la galaxia (figura 2).



**Figura 2: Galaxia Espiral**

Galaxias irregulares:

Se puede hacer como se hizo para la elíptica o como la espiral, pero recortando una forma irregular. (Ver figura 1).

Figura A: Espiral

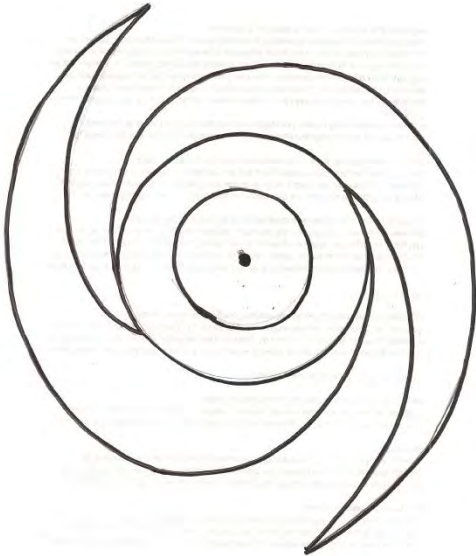
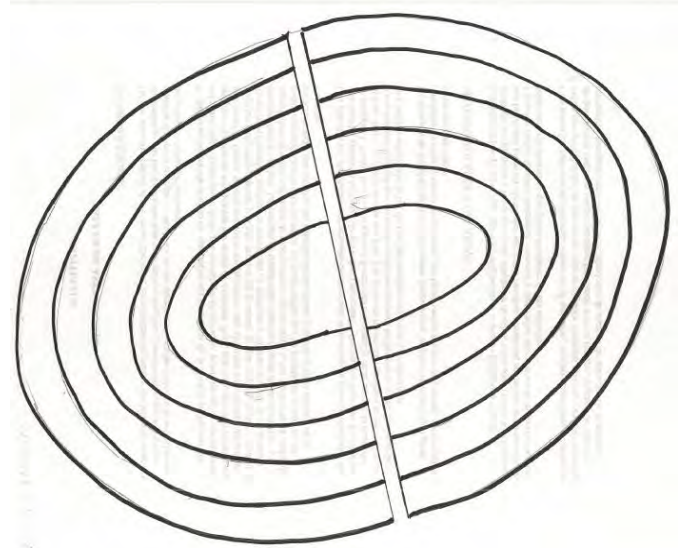


Figura B: Elíptica



Otros objetos

En 1963, los astrónomos descubrieron un tipo nuevo de objeto, un quásar. Lo formidable de los quásares es que aparecen como puntos de luz, pero cada uno emite más energía que 100 galaxias gigantes. Miles de quásares se han descubierto desde entonces y se piensa que son los objetos más lejanos del universo. Algunos se han visto rodeados de una nube, haciendo pensar que algunos se encuentran en el centro de las galaxias.

Pero, ¿cómo llegaron a existir los misteriosos quásares, los cúmulos de galaxias, las estrellas, los planetas, las lunas y todo lo demás en el universo? ¿Es decir, como empezó todo? Esta es una pregunta fundamental que ha intrigado a muchos, y que a través de los años se han inventado mitos y teorías en un esfuerzo por contestarla.

La mayoría de los cosmólogos (astrónomos que estudian el origen y la evolución del universo), han aceptado como la explicación más probable la Teoría de La Gran Explosión.

De acuerdo con esta teoría todo lo que conocemos comenzó hace 15 mil millones de años con una Gran Explosión. Después de la explosión el universo estaba muy denso y caliente, pero siguió expandiéndose y enfriándose y alrededor de los 300 mil años, las cosas se enfriaron lo suficiente para que se formaran átomos de hidrógeno y helio. En los siguientes millones de años,

los gases siguieron expandiéndose y enfriándose hasta que nubes de gas se aglutinaron, formando galaxias y dentro de estas galaxias, pequeñas nubes de gas se convirtieron en estrellas y planetas.

### 3.1.2 ACTIVIDAD 2: La Gran Explosión

OBJETIVO: Hacer una película de lo que se piensa fue el comienzo del universo.

MATERIAL:

- Cartulina
- Tijeras
- Colores
- Pegamento o engrapadora
- Regla

PROCEDIMIENTO:

1. Doblar la cartulina a la mitad y recortar, hacer esto varias veces hasta obtener alrededor de 10 cuadros de 8 x 8 o 6 x 6 centímetros. Colorear cada uno de los cuadritos comenzando quizá con un punto e ir dibujando como si estuviese ocurriendo una explosión.
2. Engrapar los cuadros de atrás hacia delante.
3. Pasar los cuadros con las manos como si fueran barajas y observar cómo se lleva a cabo la explosión (Ver figura 3).

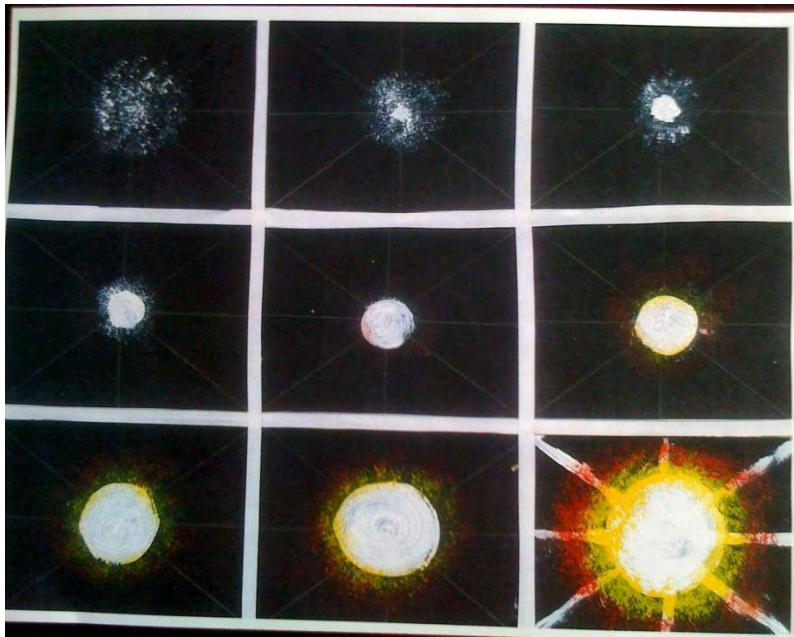


Figura 3: Desde el comienzo.



**Figura 4: Expansión del Universo.**

### **3.2 Ondas, Campos Magnéticos y Campos Eléctricos**

No es fácil estudiar cosas que se encuentran a miles de millones de distancia. Pero los astrónomos han podido aprender mucho sobre los planetas, estrellas, galaxias y otros objetos, analizando las distintas formas de energía radiante que estos objetos emiten, absorben y reflejan. La energía radiante o radiación, es la energía que viaja en forma de ondas a la velocidad de la luz (300 000 km/s). Estas ondas no necesitan de un medio material para propagarse. Por ejemplo, la energía del sol que llega a la tierra, viaja a través de millones de kilómetros de espacio vacío. Los rayos gama, rayos x, luz ultravioleta, ondas infrarrojas, ondas de luz visible, microondas, ondas de radio y televisión, son todas formas de radiación y constituyen lo que se llama el espectro electromagnético. Cada una de las formas de radiación, se comporta de cierta manera y cae dentro de un cierto rango de longitudes de onda.

Una onda es una perturbación o movimiento que propaga energía a través de un medio material o el espacio sin desplazar el medio por el que viaja. Las ondas difieren en la cantidad de energía que llevan y la rapidez con la que viajan. Se caracterizan por tener:

- Longitud de onda que es la distancia entre dos puntos de la onda que se encuentran en la misma posición, se expresa en unidades de distancia y se representa con la letra lambda.
- Frecuencia que se refiere al número de longitudes de onda que pasan por un punto fijo cada segundo y generalmente se expresa en hertzio (Hz). Un hertzio de frecuencia, quiere decir que una longitud de onda pasa en un segundo. La longitud de onda está relacionada con la frecuencia. Entre mayor la frecuencia, menor la longitud de onda y entre menor la frecuencia, mayor la longitud de onda.

- La amplitud de una onda es la altura de la onda o la distancia del punto de descanso a la cresta o al valle. La amplitud está relacionada con la energía que lleva la onda, entre más energía, mayor la amplitud.

Otra propiedad es que la velocidad de una onda depende de las propiedades del medio a través del cual viaja. Por ejemplo, las ondas de sonido viajan más rápido en líquidos y sólidos que en los gases. Por otro lado, las ondas de luz viajan más lento en líquidos y sólidos que en gases o en el espacio vacío.

El sonido y las ondas de agua viajan a través de medios materiales como el aire o el agua, porque la energía es transferida de partícula a partícula. Sin materia, este tipo de ondas no puede moverse. Ondas que solo pueden viajar por un medio material reciben el nombre de ondas mecánicas.

Las ondas electromagnéticas como la luz o las ondas de radio, no requieren de un medio material para propagarse, pueden viajar en el vacío.

## Campos eléctricos y magnéticos

Cuando se acerca un imán a un clavo de metal, el clavo se mueve hacia el imán y se pega a él ya que el imán ejerce una fuerza sobre el clavo. El imán ejerció esta fuerza sin tener que tocar el clavo, ya que el imán está rodeado de un campo magnético. Los campos magnéticos existen alrededor del imán aun cuando éste se encuentre en el vacío.

Así como los imanes tienen un campo magnético a su alrededor, las cargas eléctricas están rodeadas de un campo eléctrico.

Las cargas eléctricas en movimiento y los campos magnéticos están relacionados. Una corriente eléctrica que pasa a través de un alambre crea a su alrededor un campo magnético. La corriente eléctrica es creada por el movimiento de los electrones en el alambre. Este movimiento crea un campo magnético alrededor del alambre. Es más, cualquier carga eléctrica está rodeada tanto de un campo eléctrico como de un campo magnético.

## ¿Cómo se propaga una onda electromagnética?

Cuando una carga eléctrica vibra, el campo eléctrico a su alrededor vibra. Este movimiento crea un campo magnético que cambia conforme la carga se mueve de atrás hacia adelante. ¿Cómo es que estos dos campos que vibran alrededor de la carga se convierten en una onda que viaja a través del espacio? El campo eléctrico variable alrededor de la carga crea un campo magnético cambiante. Este proceso continúa, donde los campos eléctrico y magnético continuamente se crean uno al otro. Estos campos; eléctrico y magnético son perpendiculares entre sí y viajan hacia afuera desde la carga. En lugar de transferir la energía de partícula a partícula, las ondas electromagnéticas, viajan transfiriendo energía entre vibraciones de campos eléctricos y magnéticos.

### 3.2.1 ACTIVIDAD 3: Onda electromagnética

OBJETIVO: Aprender que la radiación es una forma de energía que se propaga en forma de onda a la velocidad de la luz y que está compuesta por un campo eléctrico y un campo magnético que se encuentran perpendiculares entre sí.

MATERIAL:

- Popotes
- Cartulina de diferentes colores
- Tijeras
- Pegamento
- Hilo

PROCEDIMIENTO:

1. Pegar tres popotes juntos de manera que se pueda pasar un hilo por ellos.
2. Para representar el campo eléctrico y el campo magnético, escoger dos colores diferentes de cartulina y dibujar en cada una de ellas una onda que tenga la misma longitud de onda y la misma amplitud.
3. Pegar la onda del campo eléctrico en los tres popotes y luego pegar también en el popote la onda del campo magnético perpendicular a la primera.
4. Pasar un hilo por los popotes. Amarrar los extremos del hilo y hacer girar para visualizar que se forma un continuo, que es nuestro rayo de luz. (Ver figura 5).

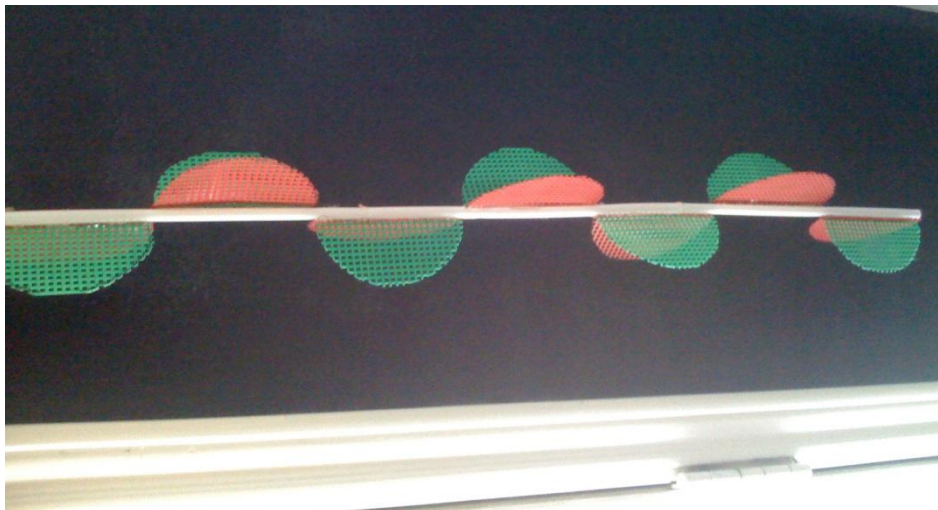


Figura 5: Onda Electromagnética

### 3.3 Espectro Electromagnético

Como se dijo anteriormente, la radiación es energía que viaja en forma de onda a la velocidad de la luz y lo hace en el espacio.

Los astrónomos han detectado distintas formas de radiación, por ejemplo, usando telescopios de radio, han descubierto cuántares y pulsares, ambos emiten ondas de radio. También han encontrado que muchas estrellas, así como materia que se ve arrastrada por hoyos negros emiten

rayos x. Luz ultravioleta es emitida por muchas estrellas, especialmente las muy calientes, y nubes de gas y nebulosas que apenas se están formando, emiten ondas de radiación infrarroja. Aunque no podemos ver la mayor parte del espectro electromagnético, algunas partes afectan el cuerpo humano, por ejemplo, la energía infrarroja es el calor que sentimos del sol u otro objeto caliente. Una pequeña cantidad de energía ultravioleta es saludable para la mayoría de los animales, planetas e incluso para nosotros. Pero demasiada luz ultravioleta puede causar quemaduras.

Además de estudiar estas formas invisibles de radiación, los astrónomos han aprendido mucho sobre el espacio estudiando la luz visible, que es el único tipo de radiación que podemos ver. Las velas, los focos prendidos, las antorchas y muchas otras fuentes como las estrellas (incluyendo el sol) emiten luz visible.

¿Qué es el espectro visible? La luz del sol parece no tener color, sin embargo esta compuesta de varios colores desde el rojo al violeta. Se sabe que la luz se puede descomponer en colores haciéndola pasar por un prisma de vidrio. Este vidrio descompone la luz en colores llamados espectro visible, rojo, naranja, amarillo, verde, azul, índigo y violeta. El orden de los colores nunca cambia. Cada color vibra con diferente frecuencia. La luz roja tiene la menor frecuencia y conforme se pasa del rojo al violeta, la frecuencia aumenta y la longitud de onda disminuye.

### **3.3.1 ACTIVIDAD 4: Prisma y Espectro de Luz Visible**

**OBJETIVO:** Entender que la luz es una forma de radiación y pertenece a lo que se llama el espectro electromagnético y que se puede descomponer en colores haciéndola pasar por un prisma y que cada color vibra con diferente frecuencia.

#### **MATERIAL:**

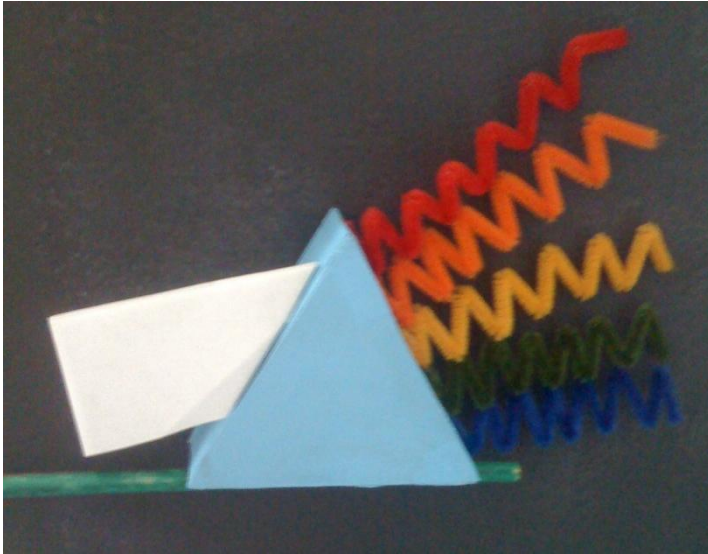
- Cartulina blanca, azul clarito o gris
- Tijeras
- Regla
- Colores
- Limpia pipas de distintos colores, los colores del arcoiris
- Pegamento

#### **PROCEDIMIENTO:**

1. Trazar 2 triángulos equiláteros de aproximadamente 10cm de lado en la cartulina y recortar.
2. Medir el perímetro del triángulo y recortar una tira rectangular de 4 cm. de ancho.
3. Trazar medio centímetro de cada lado de la tira para poder pegar en los triángulos y hacer el prisma. Pintar de azul, gris o dejar en blanco.
4. Para simular un rayo de luz blanca, recortar una tira de 4 centímetros de ancho y 10 centímetros de largo de cartulina blanca y pegar como si estuviese entrando en el prisma.
5. Tomar una regla y medir dos centímetros. Doblar en zigzag los limpia pipas. Separar los limpia pipas de colores, hacer la longitudes de onda según cada color y pegarlos en el prisma.



6. Pegar los limpia pipas en el prisma como si la luz visible descompuesta en colores estuviese saliendo de él (Ver figura 6).



**Figura 6: Prisma y descomposición de la luz en colores.**

### **3.4 Líneas de Emisión y de Absorción**

Entonces, ¿cómo se sabe que las galaxias se están alejando unas de otras? ¿Pueden los astrónomos ver el movimiento de galaxias que se encuentran a miles de millones de años luz de la tierra?

No, los astrónomos se basan en el análisis de la luz que proviene de las galaxias. Analizan esta luz con instrumentos especiales tales como el espectroscopio. Un espectroscopio es básicamente un prisma integrado a un telescopio. El telescopio junta la luz y el espectroscopio la separa en colores. (La luz emitida por todos los objetos, desde focos de luz hasta las estrellas pueden ser descompuestos en colores). Esta banda de colores es lo que se conoce como espectro de luz visible. El espectro de luz es solo una pequeña parte del espectro electromagnético. Estudiando el espectro visible de diferentes galaxias los astrónomos pueden conocer muchos aspectos tales como si se están moviendo o no, como se están moviendo y como están cambiando. Estudiando el espectro de las estrellas pueden conocer de que están compuestas y la edad. El espectro visible que se obtiene de las estrellas es su huella digital.

Cuando los elementos se calientan, emiten luz. Cuando esta luz se descompone usando un prisma, se encuentra que está formada por una serie de líneas, es decir, lo que se ve no es un arcoíris de colores continuos, sino solo unas cuantas líneas de colores aparecen. Esta serie de colores es única para cada elemento. Si uno conoce las líneas de colores que componen un rayo de luz (usando un prisma), se puede determinar cuáles elementos fueron calentados para producir estas líneas de colores.

De la misma manera, si uno ilumina con luz blanca un gas frío de cierto elemento, el gas bloquea algunos colores y cuando la luz (filtrada por el gas) se descompone con un prisma, el espectro de luz no es continuo, sino que muestra una serie de líneas negras que corresponden a los colores bloqueados por el gas. Entonces, cuando un gas caliente emite luz y se hace pasar por

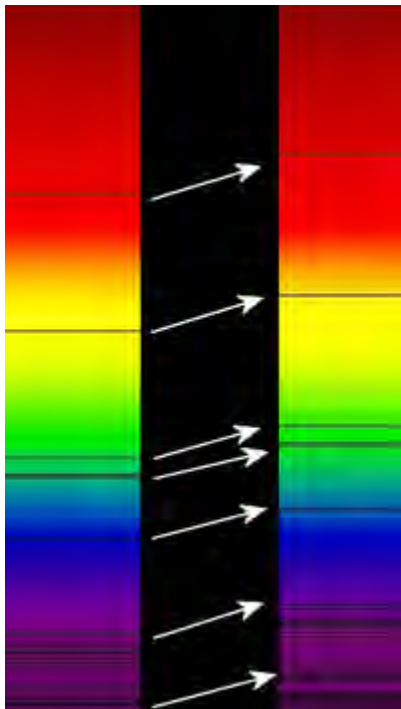
un prisma se ve que está compuesta por líneas de colores llamadas líneas de emisión. Cuando la luz blanca ilumina un gas frío, la luz resultante cuando es descompuesta muestra líneas oscuras llamadas líneas de absorción. Las líneas de absorción y de emisión coinciden para el mismo elemento.

Sin embargo, realísticamente, la luz descompuesta puede ser muy compleja, mostrando líneas de emisión y absorción de muchos elementos.

De hecho al observar por primera vez la luz del sol, encontraron que algunas líneas no correspondían a ningún elemento conocido, dándose cuenta que nuevos elementos existían. Uno de los elementos que fue aislado más tarde en la tierra fue al que llamaron helio (del griego helios que significa sol). Con el descubrimiento de las líneas de emisión y absorción los científicos han podido encontrar los espectros de muchos elementos, cada uno con su único e inimitable serie de líneas.

También encontraron, líneas que no correspondían a elementos conocidos, esto mas tarde se descubrió que era debido al efecto Doppler que hace que las líneas se muevan hacia el rojo o al azul según el movimiento de la estrella respecto a la tierra. Notaron que si un objeto esta rotando y está lo suficientemente cerca de nosotros, se ve una orilla corrida al azul y la otra corrida al rojo. Pero si está muy lejos y el objeto parece un punto pequeño de luz, veremos luz de todas las regiones del espectro al mismo tiempo. Si el objeto está rotando rápidamente la combinación de longitudes de onda causará que las líneas individuales se separen. A esto se le llama ampliación por rotación. Los astrónomos pueden encontrar la rotación de una galaxia entera buscando corrimiento en las líneas de longitud de onda. Como las galaxias son muy grandes se pueden medir las longitudes de onda de la luz emitida de cada lado de las galaxias por separado.

**Figura:** Corrimiento al rojo de las líneas espectrales en el espectro visible de un supe cúmulo de galaxias distantes (derecha), comparado con el Sol (izquierda). La longitud de onda se incrementa hacia el rojo y más allá.



### 3.4.1 ACTIVIDAD 5: Espectroscopio

**OBJETIVO:** Conocer lo que es un espectroscopio y aprender que con este aparato tan simple se pueden ver los espectros de varias fuentes de luz, siendo este un instrumento muy importante para los astrónomos, ya que con él se pueden determinar de que están compuestas las galaxias y las estrellas.

**MATERIAL:**

- Tubo de cartón de papel de baño
- CD
- Masking Tape
- Tijeras
- Pintura negra en aerosol
- Tarjetas de archivo

**PROCEDIMIENTO:**

1. Trazar un círculo en el CD con el tubo de papel de baño.
2. Pegar la cinta adhesiva en el CD y levantar la capa blanca protectora hasta dejarlo transparente.
3. Recortar el círculo con las Tijeras.
4. Para hacer una rendija poner las dos tarjetas de archivero en la mesa lo más cerca posible, colocar el tubo de papel de baño en medio de la rendija y pegar. Terminar cortando el exceso alrededor del tubo.
5. Pegar el círculo transparente de CD en el otro extremo del tubo de papel de baño.
6. Pintar todo con la pintura de aerosol negra.
7. Observar varias fuentes de luz mirando a través del CD y apreciar el espectro.



**Figura 7: Espectroscopio**

### 3.5 Elementos

Como se mencionó al principio, al enfriarse un poco el universo, se formaron elementos de hidrógeno y helio y conforme ha ido evolucionado el universo se han formado más elementos.

Un elemento es una sustancia pura que consiste únicamente en un tipo de átomo. Se conocen más de 100 elementos, pero solamente alrededor de dos docenas se encuentran comúnmente en los organismos vivos.

Los elementos se representan por una o dos letras. Por ejemplo, C para el carbón, H para el hidrogeno, He para el helio, etc.

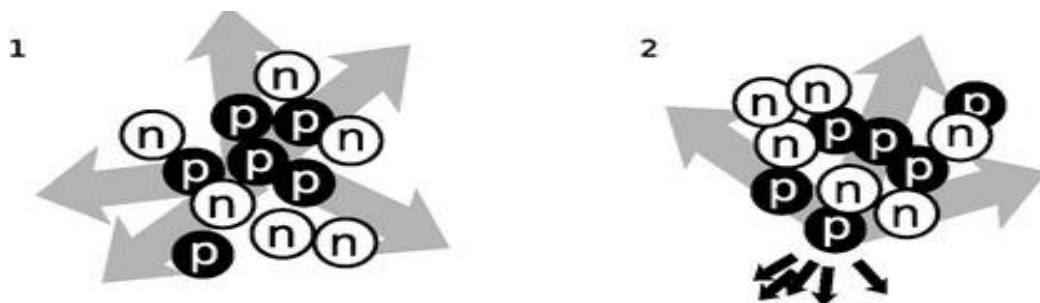
Pero, ¿qué es el átomo? El átomo es la unidad básica de la materia. Está compuesto por neutrones, protones y electrones. El núcleo del átomo contiene protones que tienen carga positiva y neutrones que como su nombre lo indica no tienen carga eléctrica. La cantidad total de carga eléctrica en el núcleo está determinada por el número de protones y se le llama número atómico. Generalmente para poder visualizar mejor al átomo, este se representa como si fuera un pequeño sistema solar, con los electrones girando alrededor del núcleo y los protones y neutrones empaquetados, por así decirlo, en el núcleo. El electrón es una partícula cargada negativamente que se encuentra en constante movimiento en el espacio que rodea el núcleo. Los electrones son atraídos continuamente por la carga positiva del núcleo manteniéndose fuera de él por la energía de su movimiento. La región fuera del núcleo, donde están localizados los electrones es grande en comparación con el núcleo, pero, aun así, el núcleo contiene casi toda la masa del átomo. La masa de un protón o neutrón es casi 2000 veces mayor que la masa del electrón.

Al número de protones en el átomo de un elemento se le conoce como número atómico. El número atómico del carbón es 6, que significa que tiene 6 protones y consecuentemente 6 electrones.

¿Cómo es que los protones y neutrones se mantienen juntos en el núcleo, si cargas iguales se repelen? Existe la llamada fuerza fuerte que causa que los protones y neutrones se atraigan. Esta fuerza es 100 veces más fuerte que la fuerza eléctrica. La fuerza fuerte es una fuerza de corto alcance, es decir, se debilita rápidamente cuando los protones y neutrones se separan. En cambio la fuerza eléctrica es de largo alcance. Así, los protones que están separados gran distancia se repelen gracias a la fuerza eléctrica.



Figura: La poderosa fuerza también mantiene unidos los protones del núcleo, a pesar de sus fuerzas mutuas de repulsión electrostática. Imagen cortesía del Proyecto de Educación de Física Contemporánea (Contemporary Physics Education Project).



**Figura 1:** Muestra como la fuerza nuclear fuerte actúa para mantener el núcleo junto. Un protón en medio del núcleo siente una fuerza nuclear atractiva (flechas) de cada uno de sus vecinos. Todas las fuerzas provienen de diferentes direcciones y tienden a cancelarse. Lo mismo sucede con la fuerza eléctrica repulsiva (entre cargas iguales) que no se muestran en la figura.

**Figura 2:** Un protón que se encuentra en la orilla del núcleo tiene vecinos en un solo lado, y por lo tanto todas las fuerzas nucleares fuertes que actúan sobre él tienden a jalarlo hacia adentro. A pesar de que las fuerzas eléctricas ejercidas por los otros cinco protones (flechas negras) lo están empujando hacia fuera del núcleo, no son lo suficientemente fuerte como para ganarle a la fuerza nuclear fuerte.

Algunos átomos, como el uranio, tienen muchos protones y neutrones en su núcleo, la fuerza que mantiene a estos núcleos unidos es menor que la fuerza que mantiene a núcleos con menos protones y neutrones.

Si un núcleo tiene pocos protones y neutrones, estos están lo suficientemente cerca para que sean atraídos por la fuerza fuerte. Ya que, como pocos protones están en el núcleo, la fuerza eléctrica total que causa que los protones se repelen es pequeña en comparación con la fuerza fuerte y por lo tanto la fuerza resultante es atractiva.

En un núcleo grande, sin embargo, cada protón y neutrón es atraído por pocos vecinos por la fuerza fuerte, los otros protones están demasiado lejos. La fuerza fuerte con que se atraen los protones y neutrones que están cerca es la misma que el de un núcleo pequeño, pero la fuerza eléctrica repulsiva es mayor. De manera que la fuerza eléctrica en un núcleo grande es mayor que en un núcleo pequeño. Ya que la fuerza eléctrica repulsiva en un núcleo grande aumenta mientras que la fuerza de atracción entre protones y neutrones se mantiene igual, los protones y neutrones no están unidos tan fuertemente en el núcleo.

En muchos núcleos la fuerza fuerte es capaz de mantener al núcleo permanentemente unido y el núcleo se dice que es estable. Cuando la fuerza fuerte no es lo suficientemente grande, el núcleo puede decaer soltando materia y energía. A este proceso se le conoce como radioactividad.

Así pues, núcleos muy grandes tienden a ser menos estables y pueden despegarse o decaer fácilmente. De hecho, todos los núcleos que contienen más de 83 protones son radioactivos. Aunque existen algunos con uno o pocos protones que también lo son. Casi ningún elemento con más de 92 protones existe naturalmente en la tierra. Han sido producidos en el laboratorio y se les llama elementos sintéticos. Son tan inestables que decaen al poco tiempo de ser creados.

### **3.5.1 ACTIVIDAD 6: Átomos y niveles de energía**

**OBJETIVO:** Conocer la estructura del átomo, utilizando el modelo del sistema solar.

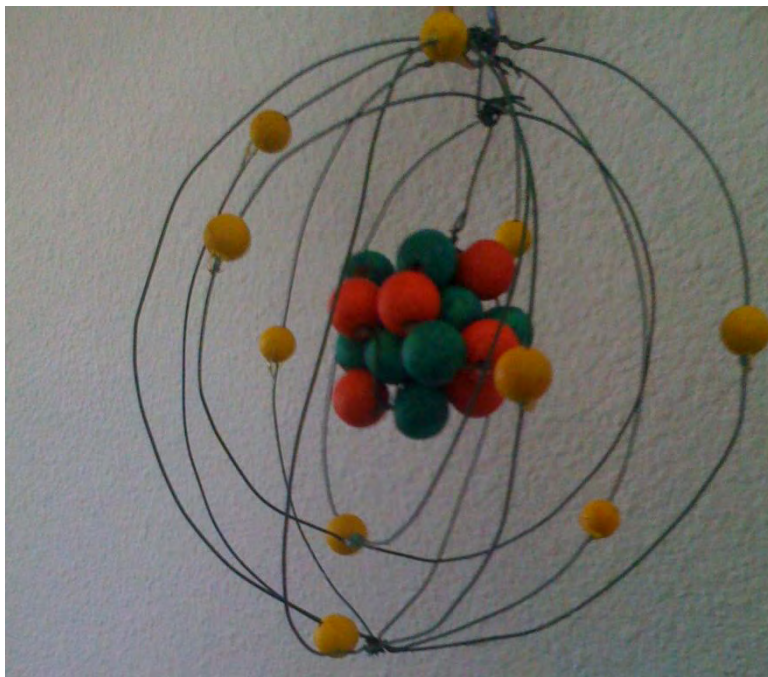
**MATERIAL:**

- Papel periódico o cualquier otro papel o bolitas de unicel o plastilina de colores
- Pegamento caliente o blanco
- Alambre
- Pintura de colores, se necesitan por lo menos 3.
- Platito de plástico
- Agua
- Cuchara para revolver
- Pinceles
- Hilo

- Tijeras

**PROCEDIMIENTO:**

1. Escoger algún elemento de la tabla periódica que tenga un número grande de electrones para que se vea interesante el modelo.
2. Con el papel periódico, hacer el número correspondiente de bolitas de medio centímetro de diámetro (o más, según el tamaño que se quiera) para los electrones y de un centímetro para los protones y neutrones y ponerles pegamento para que al secarse mantengan su forma. Se puede también usar plastilina.
3. Pintar los electrones del color que se haya escogido y dejar secar y hacer lo mismo para los protones y neutrones.
4. Pasar un alambre por en medio de los protones y neutrones y retorcer el alambre para hacer una círculo formando el núcleo.
5. Como la primera órbita tiene solo dos electrones, tomar dos de los alambres delgados, doblarlos por la mitad y amarrarlos por la mitad de manera que se mantengan juntos, pasar uno de los alambres por uno de los electrones y el otro por el otro y luego formar un círculo no muy grande alrededor del núcleo y amarrar el alambre.
6. Para la segunda órbita, como generalmente se tienen 8 electrones, doblar 4 alambres por la mitad y tratar de unir o hacer un nudo en los cuatro alambres, separar como si fueran gajos de naranjas y colocar si fuera el caso, un electrón en cada alambre. Formar círculos con el alambre y amarrar en la parte de arriba.
7. Si todavía hay otro nivel de energía, volver a doblar 4 alambres por la mitad y seguir el mismo procedimiento del paso 6.
8. Amarrar con alambre o hilo el núcleo y las órbitas para formar un móvil. (Ver figura 8).



**Figura 8: Átomo mostrando protones, neutrones y electrones.**

¿Será que todos los elementos en el universo son los mismos? Los científicos han avanzado mucho para contestar esta pregunta. Usando la tecnología actual, los científicos han encontrado los mismos elementos en todo el universo.

Muchos científicos creen que el hidrógeno y el helio son los elementos más abundantes y los bloques fundamentales para otros elementos.

Los elementos se juntan dentro de las estrellas para producir elementos más pesados. Estrellas que explotan o supernovas, dan a los científicos evidencia suficiente para apoyar esta teoría.

Cuando una estrella se vuelve supernova, una mezcla de elementos, incluyendo elementos pesados como el hierro son arrojados al espacio dentro de la galaxia.

Muchos científicos creen que las supernovas han esparcido los elementos que se encuentran en el universo. Algunos elementos como el Prometeo, que tienen número atómico mayor de 92 son raros o no se encuentran en la tierra en abundancia. Solo se encuentran en la superficie de la tierra como resultado del decaimiento de uranio. Otros solo se han podido encontrar en las estrellas.

### **3.6 Compuestos Químicos e Isótopos**

Cuando las condiciones son las adecuadas, muchos elementos se combinan para formar compuestos mediante reacciones químicas. Los átomos generalmente se combinan para formar compuestos cuando el compuesto resulta ser más estable que los átomos por separado.

Las reacciones químicas se llevan a cabo en todos lados, aun dentro de nosotros mismos.

Una reacción química es un cambio en donde una o más sustancias son convertidas en nuevas sustancias. Las sustancias que reaccionan se llaman reactantes y las sustancias que se obtienen se llaman productos.

La mayoría de las reacciones químicas suceden lentamente, pero todas las reacciones liberan o absorben energía. Esta energía, puede tomar muchas formas, tales como calor, luz, sonido y electricidad. El calor producido por una fogata y la luz que emite una vela son dos ejemplos de reacciones químicas.

Los enlaces químicos son la fuente de esta energía. Cuando se lleva a cabo una reacción química algunos enlaces químicos en los reactantes deben romperse y esto requiere de energía. Para que se formen nuevos productos se deben formar enlaces nuevos. Esta formación de enlaces libera energía en forma de luz o calor.

#### **Isótopos**

Los átomos de un elemento tienen todos los mismos números de protones en el núcleo. Por ejemplo, el núcleo de todos los átomos de carbono contienen 6 protones, sin embargo, no todos los núcleos de carbono contienen 6 neutrones, algunos tienen 7 y otros hasta 8.

Los átomos de un elemento que difieren en el número de neutrones, se conocen como isótopos.

La proporción entre protones y neutrones de un elemento está relacionada con la estabilidad del núcleo. En elementos menos masivos, su isótopo es estable si esta proporción es alrededor de 1 a 1. Isótopos de elementos más pesados son estables cuando la proporción entre neutrones y protones es de 3 a 2. Sin embargo, el núcleo de cualquier isótopo que difiere mucho

de esta proporción es inestable, ya sea que los elementos sean ligeros o pesados. En otras palabras, núcleos con muchos o pocos neutrones comparados con el número de protones son radioactivos. A los isotopos radioactivos se les llama a veces radioisótopos.

La suma de los protones y neutrones en el núcleo del átomo se llama número de masa atómica. Con el número de masa se identifican los isótopos. Como los isótopos de un elemento tienen el mismo número de electrones, tienen las mismas propiedades químicas.

### **3.6.1 ACTIVIDAD 7: Compuestos Químicos**

**OBJETIVO:** Conocer la manera en que se combinan los átomos de los elementos para formar compuestos químicos o sustancias nuevas. Entender que hay átomos que pierden electrones, otros los ganan y otros los comparten.

**MATERIAL:**

- Cartulina blanca o de colores
- Plastilina diferentes colores.
- Compás
- Tijeras

**PROCEDIMIENTO:**

1. Con la ayuda del tallerista, escoger dos o tres elementos que pueden combinarse para formar un compuesto químico.
2. Cortar la cartulina en 4 cuadros grandes, encontrar el centro y poner un punto.
3. Determinar cuántos niveles de energía tiene cada elemento escogido y trazar primero un círculo pequeño donde irá el núcleo, un círculo más grande para el primer nivel de energía, otro círculo para el siguiente nivel de energía y así sucesivamente los que sean necesarios.
4. Según el número atómico del elemento, hacer el número correspondiente de bolitas de protones de un color, de neutrones de otro color y de electrones de otro color. También se pueden usar frijoles o bolitas de unicel o hechas de papel periódico. Pueden usarse los mismos colores para los dos o tres elementos.
5. El último nivel de energía de cada elemento es importante y se recortará como se muestra en la figura 9 (un valle si va a recibir uno o más electrones y una cresta si va a donar electrones).
6. Pegar los protones y neutrones en el círculo central, e ir pegando los electrones según su nivel (Ver figura 10).
7. Acercar cada uno de los cuadros de cartulina y armar el compuesto químico.





Figura 9: Átomo que acepta electrón (verde) y átomo que dona electrón (azul).

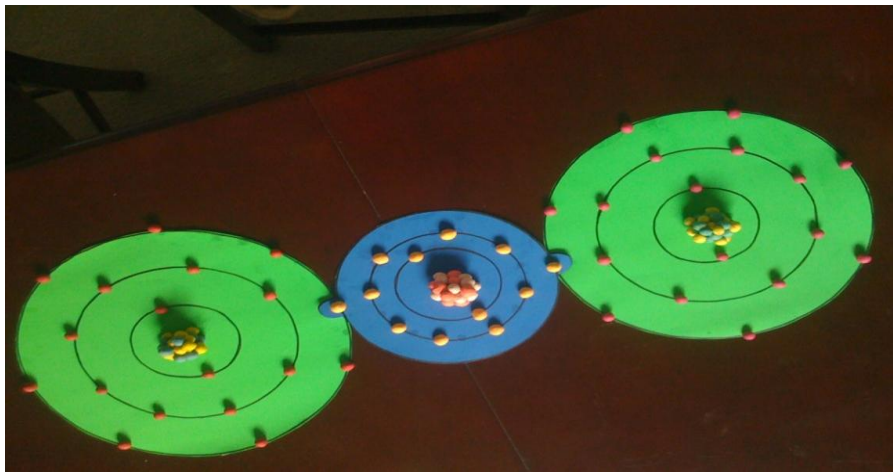


Figura 10: Compuesto químico Cloruro de Magnesio. ( $MgCl_2$ ), Dos átomos de Cloro (verdes) por uno de magnesio (azul).

### 3.7 Decaimiento Radioactivo

Algunos isótopos son radioactivos, esto quiere decir que su núcleo es inestable y se descompone a una tasa constante en el tiempo.

Cuando un núcleo radioactivo decae, emite partículas y energía. A estas partículas y energía se les llama radiación nuclear. La radiación que emiten estos isótopos es peligrosa, pero tienen usos científicamente importantes y prácticos. Los tres tipos de radiación nuclear que emiten los isótopos son: alfa, beta y gama. Las radiaciones alfa y beta son partículas, y la radiación gamma se comporta como una onda similar a la luz pero con mayor frecuencia.

Una partícula alfa, está compuesta por 2 protones y 2 neutrones. Es parecida al núcleo de helio, pero tiene una carga positiva de 2 y su masa atómica es 4.

Las partículas alfa son muy masivas y tienen una carga eléctrica, como resultado, estas partículas pierden energía rápidamente cuando interactúan con la materia. Cuando pasan por la materia ejercen una fuerza eléctrica en los electrones de los átomos. Esta fuerza hace que los

electrones se desprendan de los átomos dejando iones cargados positivamente, perdiendo rápidamente su energía y como resultado estas partículas tienen muy poca penetración, no pueden atravesar una hoja de papel.

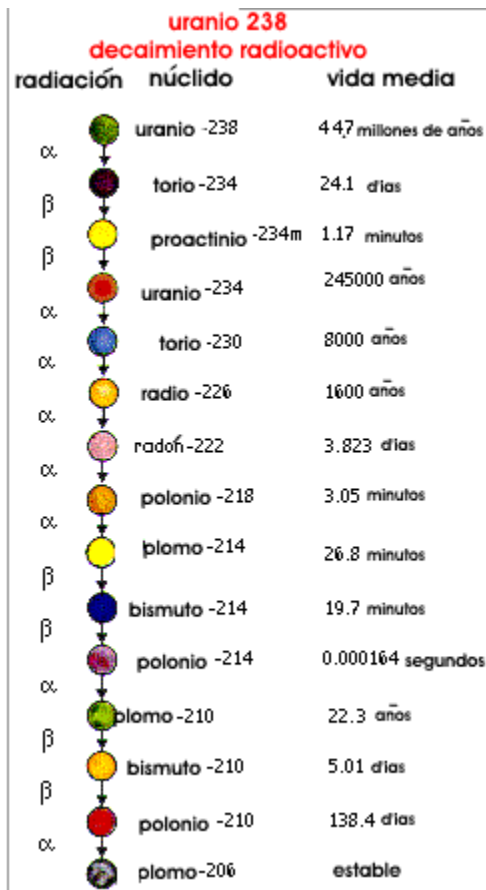
### 3.7.1 Vida media y radioactividad

Si un elemento es radioactivo, ¿cómo podemos saber si sus átomos van a decaer? Algunos radioisótopos decaen a átomos más estables en menos de un segundo. Por otro lado, el núcleo de ciertos isótopos radioactivos requiere de millones de años para decaer.

La vida media de un isótopo radioactivo es la cantidad de tiempo que toma para que la mitad de los núcleos de una muestra de isótopos decaiga. El núcleo que queda después del decaimiento radioactivo se llama núcleo hija

La siguiente figura es un ejemplo del elemento uranio 238 que va decayendo y el tiempo que transcurre en cada etapa hasta llegar a convertirse en plomo que es un elemento estable.

La



### **3.7.2 Determinación de la Edad por Radioactividad**

Algunos geólogos, biólogos y arqueólogos, entre otros, están interesados en las edades de las rocas y fósiles encontradas en la tierra. La edad de estos materiales pueden determinarse usando isótopos radioactivos y su vida media. Primero, se mide la cantidad de isótopos radioactivos y los núcleos hijas en una muestra del material. Entonces, se determina el número de vidas medias que se necesitaron para que con la cantidad de isótopos y núcleos hijas se calcule la edad. El número de vidas medias, es la cantidad de tiempo que ha pasado desde que el isótopo comenzó a decaer. También puede ser la cantidad de tiempo que ha pasado desde que el objeto fue formado, o la edad del objeto. Distintos isótopos son utilizados para fechar distintos tipos de materiales. Generalmente se usan el carbono o el uranio.

### **3.7.3 Edad utilizando el Carbono**

El carbono-14 se utiliza para encontrar la edad de objetos que fueron organismos vivos. El carbono-14 se encuentra en moléculas que se encuentran en el ambiente, incluyendo algunas moléculas de dióxido de carbono que se encuentran en las plantas y que lo obtuvieron durante el proceso de fotosíntesis. Todas las plantas contienen carbono-14 y los animales al comer plantas ingieren carbono -14. El carbono-14 es muy parecido al carbono-12 y eventualmente decae en nitrógeno-14. La vida media del carbono-14 es de 5,730 años. Cuando el organismo muere, los científicos miden la cantidad de carbono-14 y la comparan con una cantidad de carbono-12, y con esto, los científicos pueden determinar aproximadamente la edad del material. Solo los fósiles de plantas y animales que vivieron a lo más 50,000 años contienen carbono-14.

Uranio: Como algunas rocas contienen uranio, se puede calcular la edad. El uranio tiene dos isótopos radioactivos con vidas media muy largas. Cada uno de estos uranios decae en dos isótopos de plomo. Al medir la cantidad de isótopos de uranio y sus núcleos hijas y sacando el porcentaje de estas cantidades y el número de vidas medias que han pasado, la edad de la roca puede ser calculada.

### **3.7.4 ACTIVIDAD 8: Decaimiento Radioactivo**

**OBJETIVO:** Aprender que mediante el decaimiento radioactivo, se pueden determinar las edades de diferentes objetos.

**MATERIAL:**

- Cajas de diferentes tamaños
- Arena, arroz, lentejas o cualquier material que se pueda usar para formar nuestros elementos.
- Cronómetro o reloj con segundero.
- Lápiz y papel.
- Balanza.

#### PROCEDIMIENTO:

1. Llenar una cajita con arena y pesar.
2. Hacer un agujero en la caja de tamaño suficiente para que salga la arena a ritmo constante y no muy rápido.
3. Tomar el tiempo que tarda la arena en vaciarse toda y registrarlo en el cuaderno (T1).
4. Llenar de nuevo la caja tapando el agujero.
5. Dividir el tiempo a la mitad (T2) y registrarlo en el cuaderno.
6. Abrir el agujero de la caja y dejar vaciar en el tiempo (T2), ya que queremos obtener la mitad de la muestra simulando el tiempo de vida media. Vaciar dentro de otra caja (caja 2).
7. Si se tiene balanza pesar la caja para ver si es consistente con lo que debe pesar (mitad de la muestra original).
8. Repetir lo mismo con la segunda y tercera caja o hasta que se tenga muy poca muestra original.
9. Se puede escoger algún elemento y tratar de determinar la edad, según las vidas medias.

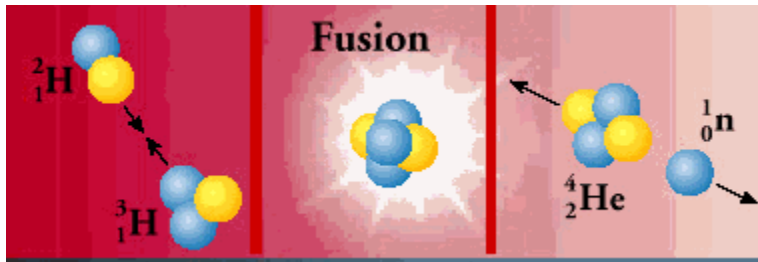
### 3.8 Fusión Nuclear

Imaginemos la cantidad de energía que el sol debe emitir para calentar la tierra desde 150 millones de kilómetros de distancia. El sol obtiene su energía de la fusión termonuclear. La fusión termonuclear es el proceso de juntar dos núcleos pequeños a muy altas temperaturas. La fusión es la forma más concentrada de energía que existe.

En la fusión nuclear, 2 núcleos con poca masa se combinan para formar un núcleo de mayor masa. Para que se lleve a cabo una fusión nuclear, los núcleos cargados positivamente deben estar lo suficientemente cerca el uno al otro. Como sabemos, los núcleos se repelan gracias a la fuerza eléctrica positiva que existe entre ellos. Pero, si los núcleos se mueven lo suficientemente rápido, pueden adquirir suficiente energía cinética para vencer la fuerza eléctrica repulsiva y acercarse. La energía cinética de los átomos aumenta al aumentar la temperatura, pero, sólo a temperaturas de millones de grados centígrados se puede lograr que los núcleos se acerquen. Estas temperaturas extremadamente altas se encuentran en el centro de las estrellas incluyendo el sol.

El sol está compuesto principalmente de hidrógeno. La energía emitida por el sol es producida por la fusión de núcleos de hidrógeno. Este proceso se lleva a cabo en varias etapas. Pero, el resultado neto es que 4 núcleos de hidrógeno son convertidos en un núcleo de helio. Conforme esto ocurre, una pequeña cantidad de masa se convierte en una enorme cantidad de energía. La tierra recibe una pequeña cantidad de esta energía en forma de calor y luz

La fusión nuclear es la fuente de energía en el sol y las estrellas donde las altas temperaturas y densidades permiten que los núcleos cargados positivamente se acerquen lo suficiente para que la fuerza nuclear de atracción sea mayor que la fuerza eléctrica repulsiva permitiendo así la fusión. La siguiente figura muestra una reacción de fusión en el sol.



Conforme el sol envejece, los núcleos de hidrógeno se van acabando convirtiéndose en núcleos de helio. Hasta la fecha, solo alrededor de un por ciento de la masa del sol se ha convertido en energía. Eventualmente no habrá más núcleos de hidrógeno y el proceso de fusión que convierte hidrógeno en helio se detendrá. Pero, se estima que el sol tiene todavía suficiente hidrógeno para seguir reaccionando durante 5000 millones de años más.

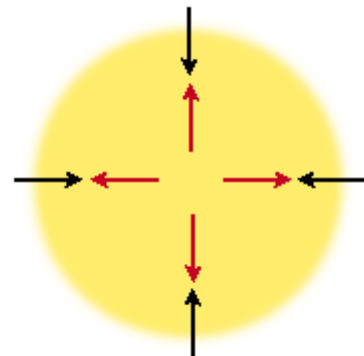
### 3.8.1 Formación de Elementos más Pesados:

En la vida diaria existen fuerzas que afectan el mundo que nos rodea: fricción, eléctrica, magnética, etc., pero a lo largo del Universo solo existe una fuerza predominante, la fuerza de gravedad. La fuerza de gravedad es la que determina la estructura del Universo.

El universo visible, está lleno de galaxias que contienen millones de soles que son atraídos mutuamente por la fuerza de gravitación.

Las condiciones dentro de una estrella que permite la formación de elementos de mayor masa pueden compararse con un partido entre la fuerza de gravedad y la energía liberada por la estrella.

La gravedad crea una fuerza que causa que la estrella se encoja y se colapse, pero la energía que libera por las reacciones nucleares dentro de la estrella (flechas rojas) y que fluye hacia afuera, produce una presión térmica que se opone a la fuerza de gravedad (flechas negras) tratando de expandirle. Cuando estas dos fuerzas están balanceadas, la estrella mantiene un tamaño particular. Pero cuando una de las fuerzas es mayor que la otra, la estrella o parte de ella se expande o se contrae.



Cuando se creó por primera vez el Universo, los únicos elementos presentes en abundancia fueron el hidrógeno (H) y el helio (He). Existía un 75% de hidrógeno y un 25% de helio. (Por cada núcleo de He, había 12 núcleos de H y protones). Se encontraban distribuidos en forma dispar en el universo, lo que ocasionó que gracias a la fuerza de gravedad las áreas de mayor concentración se aglutinaran. Gracias a la discrepancia en la distribución de la materia, la gravedad pudo iniciar el colapso de grandes volúmenes de H y He formando áreas con mayor concentración de gas. Estos gases eventualmente evolucionaron para formar galaxias. Dentro de

las galaxias, había un segundo nivel de concentraciones de hidrogeno y helio que formarían las estrellas donde los elementos de mayor masa serían creados. Al morir una estrella (en una nova o supernova), estos elementos pesados, junto con núcleos muy masivos creados durante la supernova, fueron arrojados al espacio para luego incorporarse a otras estrellas o cuerpos celestes.

En estas áreas más concentradas, las nubes de hidrógeno y helio llamadas nebulosas se colapsaron, y los átomos comenzaron a acelerarse conforme eran atraídos hacia el centro por la gravedad. Esto causó que sucedieran dos cosas: primero, aumentó la velocidad de los átomos, incrementando la temperatura del material. La temperatura del material llegó a ser tan alta que el material comenzó a brillar y segundo, los átomos comenzaron a compactarse tanto que la densidad aumentó y la frecuencia en el número de colisiones entre los átomos aumentó. Esto hizo que la masa de hidrógeno y de helio se hiciera más esférica. A la masa en esta etapa se le llama proto-estrella.

La temperatura dentro de una estrella no es uniforme. La región central llamada núcleo es la más caliente y conforme uno se aleja del núcleo la temperatura va disminuyendo. La temperatura en el núcleo era tan alta en un momento dado que formó un estado de la materia llamado plasma. En el plasma, los electrones se separaron del núcleo, obteniendo así una “sopa” de núcleos y electrones que estaban separados. Esto permitió que los núcleos de los átomos interactuaran entre sí.

Hasta este momento, las colisiones entre los núcleos eran como canicas rebotando. La temperatura y la densidad continuó aumentando permitiendo que los núcleos se acercaran lo suficiente para que la interacción nuclear fuerte juntara estos núcleos pequeños formando un núcleo más masivo. A este proceso se le llama FUSIÓN. En este proceso de fusionar dos núcleos juntos, se liberan grandes cantidades de energía, que es lo que hace que una estrella brille. Existen varias maneras en la que el hidrógeno se fusione: la cadena protón-protón (p-p), o el ciclo carbón-nitrógeno-oxígeno (ciclo CNO).

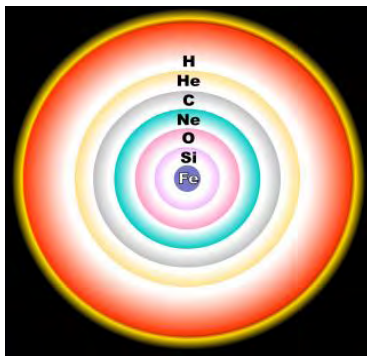
Independientemente del proceso que se lleve a cabo, una vez que ocurre la fusión del hidrógeno en el núcleo de la estrella, lo que sucede es que el hidrógeno se convierte en helio, liberando a su vez energía. Durante la mayor parte de la vida de una estrella esta es la primordial fuente de energía. La presión térmica que se libera equilibra la fuerza de gravedad que intenta contraer a la estrella manteniendo estable el tamaño de la estrella.

Conforme pasa el tiempo, el proceso de fusión causa que el helio se acumule en el centro. El aumento de helio interfiere con las colisiones entre los núcleos de hidrógeno disminuyendo el número de fusiones de hidrógeno (a esto se le llama a veces envenenamiento por helio).

Esto reduce la presión térmica, y la estrella comienza a contraerse. Conforme los núcleos de helio se mueven al centro de la estrella, tanto la temperatura como la densidad aumentan. El hidrógeno continúa fusionándose, pero ahora en la región que rodea el centro de la estrella ya que tiene menor concentración de helio. Esta región se refiere al cascaron o capa exterior. La cantidad de hidrógeno que se sigue fusionando aumenta debido al aumento de helio en el centro de la estrella. El centro de helio continúa contrayéndose bajo la influencia de la gravedad y jalando el helio que se está formando en la capa exterior. Si la temperatura alcanza los 100,000,000 de grados Kelvin (que depende de la masa inicial de la protoestrella), los núcleos de helio pueden empezar el proceso de fusión. Al fusionarse el helio se forman núcleos

de carbono en una serie de reacciones llamadas proceso triple alfa. La liberación de energía a través del proceso triple alfa se combina con el aumento de energía producida en la capa de hidrógeno aumentando la presión térmica del centro a tal punto que le gana a la gravedad, y el tamaño de la estrella aumenta. El aumento en el área de la superficie crece a un ritmo más rápido de lo que se libera energía, de manera que la superficie se enfría aún cuando se está liberando mucha energía. Esto hace que la estrella brille en color rojo, llamándose gigante roja.

En este momento, la estrella tiene un centro de helio que se está fusionando en carbono, rodeada de una capa de hidrógeno que se está convirtiendo en helio. Conforme se producen los núcleos de carbono, al igual que el helio, se forma un centro de carbono rodeado por dos capas exteriores, la más cercana quemando helio y la más lejana quemando hidrógeno. Este patrón en el centro de la estrella de contraerse y aumentar la temperatura continúa, logrando un mayor número de procesos de fusión y un mayor número de capas exteriores. El número de capas que se llegan a formar, dependerá de la masa inicial de la nebulosa, ya que la condición para que la fusión suceda es la gravedad, y la masa de la estrella determina la fuerza de gravedad. Si se acumula la suficiente cantidad de masa, la gravedad creará la suficiente fuerza para aumentar la temperatura y la densidad a niveles donde la reacción nuclear se pueda dar. Por lo tanto, entre mayor la masa de la protoestrella, mayor la habilidad para formar más capas durante la vida de la estrella. Esto también reducirá la vida de la estrella ya que el aumento de la temperatura aumenta la cantidad de fusión en el centro y en las capas exteriores, usando el material más rápidamente. Al fusionarse el carbono se forman centros de neón, que al fusionarse se convierten en oxígeno, el oxígeno se fusiona para transformarse en silicón, y finalmente el silicón en níquel radioactivo que después decae en hierro (Fe). Estrellas que llegan a esta etapa se llaman estrellas rojas super gigantes. Este es el límite que alcanza una estrella. Las capas de una estrella completamente desarrollada se ven como sigue:



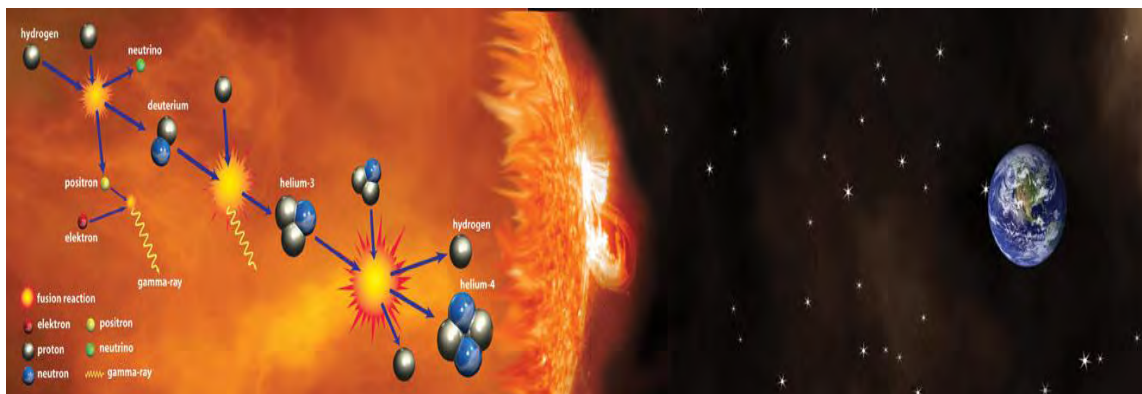
**Figura super gigante roja: Capas que componen a una super gigante roja antes de que el centro se colapse.**

Conforme continúa el proceso de fusión, las concentraciones de hierro aumenta en el centro de la estrella, el centro se contrae y la temperatura aumenta otra vez. Cuando la temperatura alcanza un punto donde el hierro se fusiona, las reacciones resultantes son diferentes a las que se llevaron a cabo anteriormente.

Los núcleos de hierro son los más estables de todos los núcleos atómicos, por esto, cuando son fusionados, no liberan energía, sino que la absorben,. Por lo tanto, no liberan energía para equilibrar la fuerza de gravedad, de hecho, hay una disminución en la presión interna que

ayuda a la fuerza de gravedad para contraer de manera intensa el centro de la estrella. Al contraerse, los núcleos de hierro se descomponen en: partículas alfa, protones y neutrones y son comprimidos aún más. Sin embargo, como no pueden ser infinitamente comprimidos, las capas exteriores son expulsadas hacia afuera. Se puede comparar a una pelota de hule en el piso golpeada por un martillo, al principio el martillo puede comprimir la pelota pero al alcanzar su límite de compresión, tanto la bola como el martillo son lanzados hacia afuera. De la misma manera las capas externas son lanzadas hacia afuera y dos cosas suceden para formar elementos más pesados: primero la temperatura alcanza niveles que no pueden alcanzarse ni por las estrellas más masivas. Esto les da a los núcleos que están presentes mayor energía cinética, haciéndolos más reactivos. Y segundo, por el rompimiento de los núcleos de hierro, existe una alta concentración de neutrones (llamado flujo de neutrones) que son expulsados desde el centro durante la supernova. Estos neutrones son capturados por núcleos que están alrededor, y decaen en protones emitiendo un electrón y un antineutrino. Cada neutrón capturado causara que el número atómico de ese núcleo aumente en uno en su decaimiento. Esta secuencia de captura y decaimiento de neutrones se repite muchas veces, agregando protones para formar núcleos más masivos.

Debido a esta explosión de rebotes, todas las capas exteriores de la estrella, enriquecidas con núcleos de mayor masa, son lanzadas al espacio, y este material llegará a las nebulosas para ser incorporadas a otras estrellas, donde el mismo ciclo de eventos será repetido). Cada ciclo utiliza más hidrógeno y helio del universo temprano y crea mayor cantidad de elementos cada vez más masivos.



### 3.9.2 ACTIVIDAD 9: Reacciones Termonucleares

**OBJETIVO:** Aprender que en las estrellas se llevan a cabo muchas reacciones termonucleares, creando elementos más pesados conforme van evolucionando.

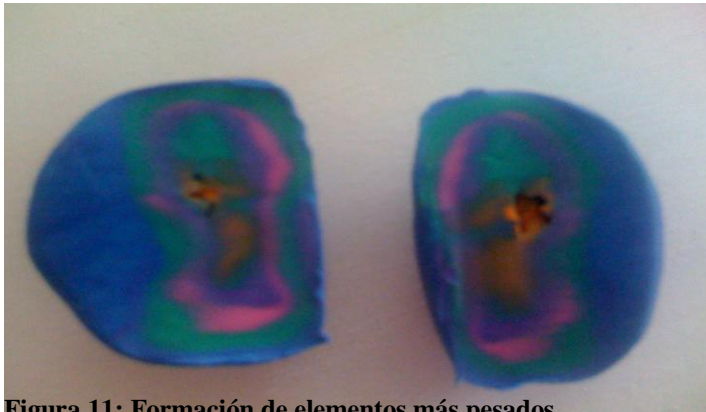
**MATERIAL:**

- Plastilina de 7 colores diferentes.
- Cartón grueso para cortar la plastilina.



**PROCEDIMIENTO:**

1. Separar la plastilina en los distintos colores.
2. Determinar qué color se quiere utilizar para los distintos elementos: Hidrógeno, Helio, Carbono, Neón, Oxígeno, Silicio y Hierro.
3. Comenzando por el hierro, hacer una pequeña bola de plastilina.
4. Con otro color de plastilina, cubrir la primera bola.
5. Con otro color seguir cubriendo la bola de plastilina, hasta obtener todas las capas.
6. Cortar a la mitad la bola de plastilina con el cartón duro y observar las distintas capas. Determinar más o menos la edad de formación de cada etapa. (Ver figura 11).



**Figura 11: Formación de elementos más pesados**

**3.9 ACTIVIDAD 10: Línea de Tiempo del Universo**

**OBJETIVO:** Utilizando los conocimientos adquiridos en las actividades anteriores, armar una línea de tiempo de los sucesos más relevantes en la historia del Universo.

**MATERIAL:**

- Crayolas, lápices de colores o pinturas
- Cartulina blanca o de colores
- Limpia pipas de colores
- Regla, compás, pinceles y Tijeras
- Hilo grueso y pegamento
- Bolitas de papel, botones, frijoles o lo que se tenga para decorar.

**PROCEDIMIENTO:**

Escoger 8 o 10 eventos que consideren importantes para hacer la Línea de Tiempo.

La Línea de Tiempo se puede hacer de dos maneras:

- I. En forma de acordeón:
  - A. Cortar en 2 las cartulinas (por lo más largo) y doblar a la mitad ambas cartulinas.
  - B. Pegar las cartulinas para formar un acordeón.
  - C. Dibujar en las cartulinas cada uno de los eventos escogidos.

D. Decorar los dibujos, con limpia pipas, periódico, frijoles o lo que se tenga a la mano para hacer más interesante la Línea de Tiempo.

II. Como se muestra en la figura 12.

A. Se recortan y dibujan los eventos por separado.

B. Se cuelgan sobre un palo o cuerda larga.

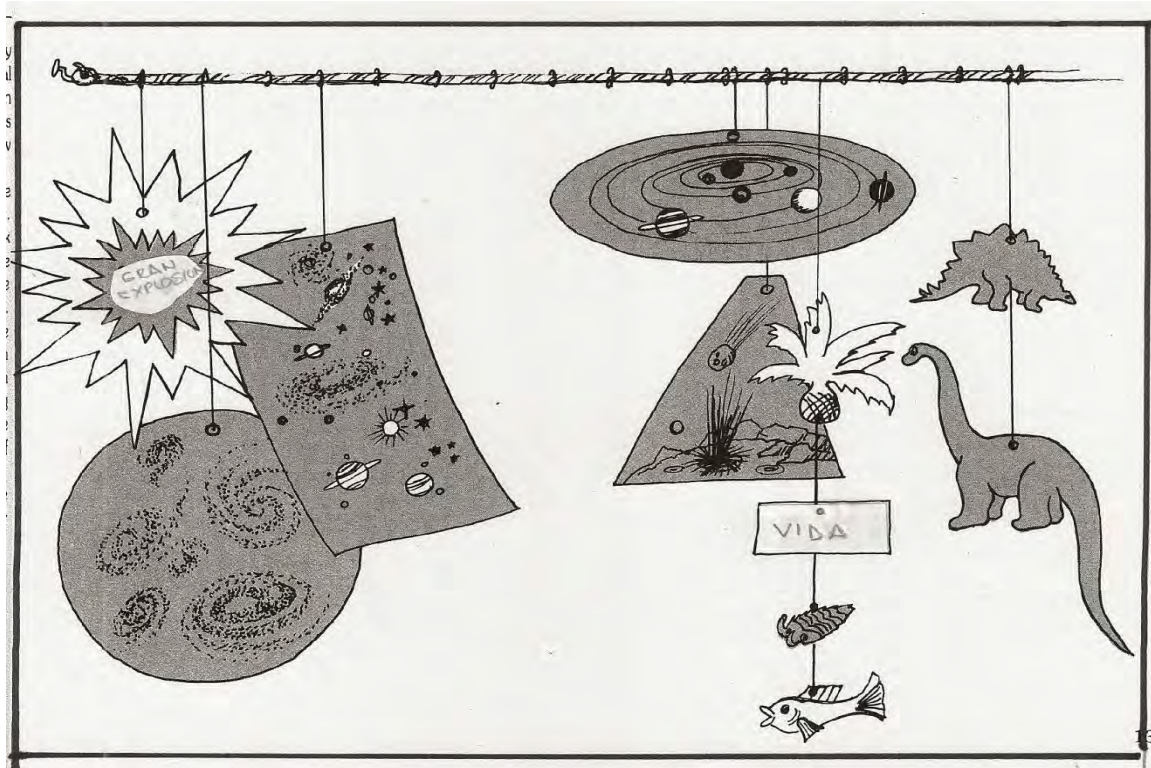


Figura 12: Línea de Tiempo, mostrando varios eventos importantes.

## CAPITULO IV

### 1. DISEÑO, APLICACIÓN Y RESULTADOS DEL TALLER:

#### 4.1 DISEÑO DEL TALLER DE ASTRONOMÍA

Se sabe que para que un curso de astronomía sea formal o no formal tenga éxito, debe de estar bien diseñado, tener metas bien articuladas y seguir pasos muy claros, tomando en cuenta tanto aspectos científicos como didácticos. El taller de astronomía como curso de verano que se presenta en este proyecto se diseñó tomando como bases “las variables que más influyen en el proceso de aplicación metodológica” (op.cit., Luz Elena Moncayo, Estudio de un modelo de talleres de ciencia en Museo Universum, México, p. 23).

- Formalización o no del ambiente donde se llevará a cabo el taller.
- La situación tanto motivacional como emotiva en que se encuentran los receptores del programa.
- Los objetivos (contenidos a transmitir).
- Los medios que se deberán seleccionar para materializar el proceso.

Y se plantearon como metas: (1) aumentar el conocimiento de ciencia en los participantes y (2) motivar y entusiasmar a los participantes resaltando sus actitudes, valores e intereses. Donde, hablando en el lenguaje de educación, las actitudes se refieren al grado en que los participantes les gusta o disfrutan de algo, los valores son el grado de importancia que para ellos tiene algo y la profundidad con la que se quieren involucrar y los intereses son las cosas que para ellos valen la pena dedicarles tiempo (Anderson, 1981).

El taller incorpora lineamientos del aprendizaje expositivo , ya que los contenidos son la parte medular del taller y se distinguen dos, “los informativos que se refieren a la calidad de los mensajes y a la transmisión y comunicación de los mismos en los que se pueden echar mano de casi todas las experiencias de aprendizaje y los formativos que se refieren a la interacción e intercambio humanos donde se utilizan cualquier experiencia de aprendizaje en grupos reducidos mejorando la calidad de tiempo que se otorga a cada persona” (op.cit., Luz Elena Moncayo, Estudio de un modelo de talleres de ciencia en Museo Universum, México, p. 24).

La teoría en este taller es de suma importancia, ya que maneja conceptos complicados que no son fáciles de entender y es importante repasar durante el transcurso de la actividad la información que se está aprendiendo, haciendo hincapié en lo importante que es comprender los conceptos.

A pesar de los lineamientos del aprendizaje expositivo, el taller da libertad a los participantes para que involucren la imaginación y creatividad en cuanto a la búsqueda cognitiva de soluciones a un problema como resultado de estar basado en “técnicas de enseñanza flexibles, abiertas y dinámicas (Trueba, 1989, citado en Meza, L et al., 1999 p.6) para que al final se logre obtener una propuesta que

conjunta el juego con la enseñanza demostrativa de la ciencia y con el manejo particular de los materiales.

La situación emocional y emotiva en que se encuentra el público fué otro elemento importante que se tomó en cuenta ya que no se debe perder de vista que los talleres ayudan a que “los participantes se den cuenta de la existencia del otro y de los otros pues las actividades se basan en la convivencia y respeto por y a los demás ya que, toda opinión cuenta y es igual de valida” (Dorothy Cohen 1971, citado en Montoya, p.24).

Los materiales utilizados también fueron parte esencial para el diseño del taller de Astronomía, se buscaron de bajo costo y de fácil adquisición con el fin de que los participantes puedan reproducir la actividad en sus casas o escuelas. Los trabajos realizados siempre pueden ser mejores en cuanto a los materiales que se utilizan, así si se desea hacer algo mucho mejor, se pueden escoger materiales que le den mejor presencia al trabajo. Entre los materiales utilizados se encuentran: pinturas acrílicas, plumones, cartulinas, papeles, limpia pipas, cartón entre muchos otros.

Otro aspecto que se tomó en cuenta fue el tamaño de los equipos. Resultó ser un aspecto importante a tomar en cuenta, ya que las actividades que en este taller se presentan son actividades donde se benefician más si se realizan individualmente o en parejas. En grupos grandes no todos tienen la oportunidad de meter las manos y solo lo hacen unos cuantos, lo que provoca una pérdida de interés por parte de los que no participan y hace difícil después volver a lograr que se involucren. Por ello, para que los participantes se beneficien de las actividades, se recomienda que trabajen ya sea individualmente o a lo mas en parejas. Esta forma de trabajar les permite comprometerse con la actividad.

Como muchos proyectos educacionales y talleres en general se evalúan poco, y dependen generalmente de la evidencia anecdótica o simplemente se basan en el sentimiento de si salió bien o mal no tomando en cuenta que muchas veces se pueden obtener resultados que no fueron anticipados, se consideró aplicar una evaluación formal para que se pueda documentar de manera sistemática (Frechtling et al 1993; notas 1).

Ya que los cambios en la adquisición de conocimientos entre los participantes, comúnmente se miden usando pruebas que se aplican antes y después de los cursos y cubren un rango enfocado a contenido que es específico al proyecto o a conceptos científicos más generales. Generalmente son de opción múltiple, aunque pueden ser de desarrollar un concepto. La experiencia sugiere que las habilidades de los participantes (a diferencia del contenido de conocimiento) que han mejorado los resultados de una actividad o proyecto pueden medirse razonablemente por encuestas que se enfocan a preguntar sobre las actividades y actitudes sobre la ciencia. Alternativamente, se puede observar a los participantes y los componentes importantes de una habilidad que se realice pueden ser evaluadas usando una lista pre pensada de observaciones a realizar.

Así pues, para formalizar el presente trabajo y darle carácter de serio, se diseñaron una serie de evaluaciones con preguntas que abarcaron tanto conceptos científicos como preguntas sobre actitudes hacia la ciencia y las actividades que en el taller se enseñaron. La evaluación se hizo tanto al comenzar la actividad de cada día como al finalizar el taller. El formato utilizado para las preguntas al comenzar las actividades fue de opción múltiple y las preguntas al finalizar el taller fue simplemente el de desarrollar con sus propias palabras los conceptos que se abarcaron. Para evaluar las actitudes, se les presentó una

afirmación y se les pidió que escogieran del 1 (no está para nada de acuerdo) al 5 (totalmente de acuerdo) (ver preguntas sobre actitudes).

## 4.2 APLICACIÓN DEL TALLER DE ASTRONOMÍA

Para la aplicación del taller de Astronomía, se sugiere seguir los elementos presentados por la tesista Luz Elena Moncayo, (Estudio de un modelo de talleres de ciencia en Museo Universum, México, p. 26), que nos dice que para lograr trabajar con un grupo se necesita que el tallerista logre conjuntar, crear o fomentar los siguientes elementos:

1. Que los participantes tengan claro que comparten una finalidad.
2. Que a cada participante le sea asignada una función de acuerdo con la actividad y la finalidad que se quiere alcanzar.
3. Que cada participante sienta que pertenece al grupo.
4. Propiciar una red de comunicación e interacción entre los participantes.
5. Permitir y estar pendientes de que se lleve a cabo una participación equitativa de todos los participantes.
6. Que se geste un ambiente de apertura.
7. Reconocer que cada miembro es una fuente de experiencia y aprendizaje (Santoyo, R. 1981, citado en Montoya, pg.27).

El taller de astronomía como curso de verano que en esta tesis se presenta, consiste de 10 actividades cortas enfocadas a divulgar conceptos que se utilizan en la astronomía para estudiar el universo. El taller tiene una duración de 2 semanas de 2 a 3 horas diarias aproximadamente

El taller está diseñado para que cada día se realice una actividad diferente. El día comienza repartiendo a cada uno de los participantes un breve cuestionario que deben resolver en ese momento y entregar inmediatamente. Esto se hace para darse una idea de los conocimientos que los participantes traen al taller y el tallerista no le prestara atención sino hasta finalizar el día. Ver los cuestionarios al final del capítulo.

Cada día se presenta una actividad nueva que viene precedida por una sección expositiva en forma de plática o lección sobre el concepto al que se va uno a enfocar y cuya duración es de alrededor de 20 a 30 minutos, según sea necesario. Es importante que el tallerista conozca bien el tema, que personalice el método, lo singularice, lo adapte y oriente en función de su particular forma de ver el proceso formativo que él mismo dirige así como “utilice solo las herramientas del lenguaje natural para recrear los conceptos de la ciencia, reproducir las imágenes, usar los modelos y rescatar el espíritu del conocimiento científico” (Sánchez, A. 1990 pg.11, citado en Montoya, pg.28) para que durante este tiempo exponga de la mejor manera el tema, y queden claros los conceptos y pueda atender y resolver cualquier pregunta. Así pues, el tallerista debe repetir constantemente los conceptos enfatizando que es importante comprenderlos. Esta es la sección más importante del taller, pues es donde aprenden los conceptos y los refuerzan con la actividad correspondiente. Aquí es donde la habilidad de escuchar, prestar atención y utilizar la memoria entra en juego, ya que los participantes tendrán un mayor entendimiento si intelectualmente se encuentran involucrados en hacer ciencia (Blosser & Helgerson, 1990). Las manualidades por sí solas no necesariamente son actividades cuyos procesos los lleve a un entendimiento verdadero; es importante que comprendan la teoría (Bransford, Brown & Cocking 2000,

183). Los participantes deben intentar darle un significado a la información nueva e incorporarla a sus conocimientos y experiencias previas (Sanger 1997).

Algunas de las actividades que se presentan en este taller, son actividades donde el participante utiliza su imaginación para terminar la actividad, como es el caso por ejemplo “el origen del universo”, donde ellos deben imaginarse como comenzó y tratar de plasmarlo en forma de película. Otras actividades como la del espectroscopio, son actividades que se realizan siguiendo paso a paso las indicaciones para que puedan entender cómo funciona una cosa.

Las actividades están pensadas a manera de mantener una coherencia entre ellas. Se procuró seguir una secuencia donde un tema lleve al otro naturalmente y se construya sobre el anterior. Para estructurar bien la línea de tiempo se enriqueció primero el taller con actividades que están enfocadas a comprender los conceptos que los astrónomos utilizan para estudiar el universo como son: el átomo, los elementos, la luz, el espectro electromagnético, reacciones termonucleares, etc. y luego, teniendo como base estos conceptos y haciendo mención de como los científicos utilizan estos conceptos construir la línea de tiempo. El taller termina al entregarles por último, las preguntas de evaluación tanto de conocimientos como de actitudes.

### **4.3 RESULTADOS DEL TALLER DE ATRONOMÍA**

Con las evaluaciones en mano se encontró que sí hubo un cambio en el conocimiento adquirido y se pudo apreciar que la mayoría de los conceptos fueron comprendidos, sin embargo, sería interesante poder seguir implementando el taller ya que en este primer intento solo se logró aplicar a un número reducido de personas (15 participantes de entre 14 y 16 años).

Se encontró que los participantes disfrutaban de las actividades, ya que pensaban que las actividades eran agradables e interesantes, y apreciaron la instrucción que se les daba durante el taller. Muchos de los participantes consideraban que las actividades eran herramientas útiles que les ayudaron a comprender y aprender. Además de que consideraban que el ambiente relajado del taller y la interacción con los compañeros era una parte importante para el aprendizaje.

Hubo actividades que para algunos fueron demasiado simples y muy obvias y pensaban que con imágenes y un libro de texto podría ser suficiente. Pero en general, las actividades fueron consideradas muy amenas y entretenidas pudiendo mantener la atención. Les gustaron más las actividades donde tenían que pensar un poco más.

Las actividades que promovían el interés fueron las más efectivas, ya que permitían la interacción entre los participantes y reforzaban el material que se estaba viendo. Muchos de los participantes disfrutaron de las actividades y valoraron la interacción con sus compañeros. Aunque ninguno de los participantes reportó el pensar sobre la actividad fuera del taller y no creían que el taller se pudiera dar a grupos muy numerosos.

La mayoría de los participantes disfrutaron de las actividades manuales, ya que al considerar la astronomía como una ciencia espacial, las actividades ponían todo en perspectiva, les asistía a visualizar muchos de los conceptos y discutir con los demás reforzaba la información. Pero, la razón primordial de que muchas de las actividades resultaran interesantes para los participantes es que fueron realizadas individualmente o en parejas, asegurando una participación activa y maximizando las fortalezas reportadas. Los participantes se beneficiaron de las actividades, cuando se vieron involucrados y concentrados en ellas. El trabajar individualmente o en parejas les permitió estar más comprometidos

con la actividad. Cuando los grupos son grandes, a los participantes se les dificulta involucrarse en la actividad porque por lo general son una o dos personas las que terminan haciendo toda la actividad y los demás solo platican. La convivencia e interacción entre participantes se dio a manera de intercambiar entre ellos ideas sin que necesariamente tengan que formar equipos. Esto se logró gracias al ambiente informal en el que se desarrolló el taller. El hacer la actividad individualmente les da la posibilidad de pensar en ella e ir a su propio paso. Por lo tanto se vio que el tamaño de los grupos fue importante. Otro aspecto clave para la aplicación efectiva del taller fue mantener una consistencia y coherencia entre las actividades y la teoría.

A la mayoría de los participantes les gustó el aprendizaje activo y apreciaron la explicación que se dio de forma detallada y clara sobre los objetivos de las actividades tanto cuando fueron introducidas como cuando se completaron. Es importante implementar esto para que los participantes logren conjuntar los conceptos con las actividades y puedan entender como cada concepto junto con su actividad correspondiente se conecta con el resto de los conceptos que se enseñaron en el taller. Tanto el tomar notas durante el taller como el que tengan otras fuentes de información es importante y se debe considerar si se desea formalizar el ambiente del taller.

# ANEXOS

En esta sección se anexan las evaluaciones que deben aplicarse antes de realizar cada una de las actividades correspondientes y al finalizar el curso de verano.

## A. EVALUACIONES SOBRE EL TALLER DE ASTRONOMÍA

### A.1 EVALUACIÓN SOBRE ACTITUDES

Evalúe las siguientes preguntas con: 1= no estoy para nada de acuerdo, 2= no estoy seguro, 3= pueden mejorar, 4= estoy totalmente de acuerdo.

- 1) Las actividades dadas en el taller se pudieron disfrutar.
- 2) Las actividades son demasiado elementales
- 3) Las actividades son interesantes.
- 4) Participar en las actividades me hace sentir incómodo(a).
- 5) Recibí instrucción adecuada antes, durante y después del taller.
- 6) El taller se puede dar a cualquier tamaño de clase.
- 7) Respondió bien a mis preguntas el tallerista.
- 8) Entiendo el objetivo de la actividad.
- 9) Pienso en la actividad cuando estoy en casa y cómo puedo mejorar lo que se hizo.

### A.2 EVALUACIONES SOBRE LA TEORÍA

#### A.2.1 EVALUACIÓN SOBRE PLANETAS Y GALAXIAS

1. ¿Que son los planetas?
  - a) Cuerpos grandes que giran alrededor del sol
  - b) Estrellas que giran alrededor del sol
  - c) Cuerpos compuestos de gas y polvo
2. Los sistemas solares están formados por:
  - a) Planetas y lunas
  - b) Planetas, asteroides y meteoritos



- c) Todos los de arriba.
3. ¿Cuáles son las tres formas básicas de las galaxias?
    - a) Galaxias espirales, elípticas y circulares
    - b) Galaxias espirales, elípticas e irregulares
    - c) Galaxias circulares, elípticas e irregulares.
  4. ¿Cuál es la teoría que los científicos aceptan como la que mejor explica el origen del Universo?
    - a) La de la contracción
    - b) Todavía no saben cómo se originó.
    - c) La teoría de la Gran Explosión
  5. ¿Qué tipo de energía radiante estudian los astrónomos para aprender sobre el universo?
    - a) El sonido
    - b) La energía de las velas
    - c) La energía del sol.

#### **A.2.2 EVALUACIÓN SOBRE ONDAS**

1. ¿Qué es una onda?
  - a) Es materia que se mueve de arriba abajo.
  - b) Es un movimiento que propaga energía a través de un medio material y desplaza el medio por el que viaja.
  - c) Es una vibración.
2. La frecuencia de una onda se refiere al número de longitudes de onda que pasan por un punto fijo cada segundo y se expresa en unidades de hertz (Hz), entonces, ¿cuál de las siguientes ondas viaja más rápido?
  - a) La que tiene una frecuencia de 6 Hz.
  - b) La que tiene una frecuencia de 3 Hz.
  - c) La que por un punto fijo pasan 4 longitudes de onda.
3. ¿Cuál de las siguientes ondas viaja más lento?

- a) La luz
- b) El sonido
- c) Las ondas que viajan en el agua.

### **A.2.3 EVALUACIÓN SOBRE CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS**

1. Ejemplo de un campo magnético es:
  - a) El que se encuentra alrededor de un foco apagado.
  - b) El que se encuentra alrededor de un imán.
  - c) El que se encuentra alrededor de una vela.
2. Cuando una corriente pasa a través de un cable:
  - a) Se prende el foco
  - b) Se crea un campo eléctrico
  - c) Se crean tanto un campo magnético como un campo eléctrico.

### **A.2.4 EVALUACIÓN SOBRE PRISMAS Y ESPECTRO DE LUZ VISIBLE**

1. ¿Cómo se puede descomponer la luz visible?
  - a) Con un prisma.
  - b) No se puede descomponer.
  - c) Pasándola por varios vidrios planos.
2. ¿Qué le pasa a la luz cuando sale del prisma?
  - a) Sale blanca, ya que no tiene porque ser diferente.
  - b) Roja y azul.
  - c) Contiene todos los colores del arcoíris.
3. ¿Cómo se le llama a este espectro de colores?
  - a) Espectro de luz visible.

- b) Espectro electromagnético.
  - c) Arcoíris.
4. ¿Qué color tiene mayor frecuencia?
- a) El Azul.
  - b) El índigo.
  - c) El rojo.

#### **A.2.5 EVALUACIÓN SOBRE ÁTOMOS, COMPUESTOS, ISÓTOPOS Y RADIOACTIVIDAD:**

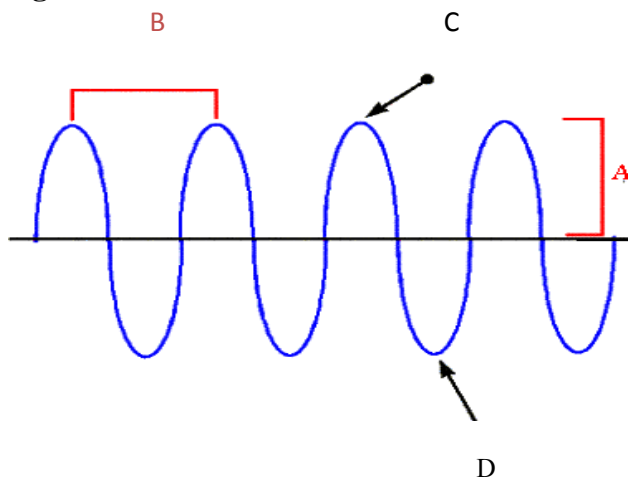
1. La parte más básica de la material es:
- a) El protón.
  - b) El átomo.
  - c) El electrón.
2. Para simplificar y entender el átomo se dibuja como si fuera un pequeño sistema solar donde los electrones giran alrededor del núcleo y el núcleo que está compuesto por
- a) Protones y electrones
  - b) Neutrones solamente
  - c) Protones y neutrones.
3. Los átomos se combinan generalmente para formar compuestos cuando
- a) El compuesto resulta ser más estable que los átomos por separado.
  - b) El compuesto está formado por dos elementos.
  - c) Los átomos son poco compatibles.
4. ¿Qué es un isotopo?
- a) Son los átomos de un elemento que difieren en el número de electrones.
  - b) Son los que difieren en el número de protones.
  - c) Son los que difieren en el número de neutrones.
5. Se dice que un isótopo es radioactivo cuando

- a) El núcleo es inestable y se descompone a una tasa constante en el tiempo.
  - b) El núcleo es estable.
  - c) El núcleo es débil y con el tiempo se debilita más.
6. La vida media de un isótopo radioactivo es la cantidad de tiempo que toma para que
- a) Dure media vida.
  - b) La mitad de los núcleos de una muestra de isótopos decaigan.
  - c) La mitad de los electrones en los núcleos se combinen con otros.

### A.3 EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS PARA APLICAR AL TERMINAR EL CURSO DE VERANO

1. ¿Cuál es la teoría más aceptada por los científicos para explicar el origen del universo?
2. Diga si la siguiente afirmación es verdadera o falsa: Las estrellas son bolas calientes de gas que crean su propia luz por medio de reacciones nucleares (fusión) que se llevan a cabo en su centro.
3. Vea la figura 1, y complete cada afirmación:
  - La letra A en la figura representa \_\_\_\_\_ de la onda.
  - La letra B en la figura representa \_\_\_\_\_ de la onda.
  - La letra C en la figura representa \_\_\_\_\_ de la onda.
  - La letra D en la figura representa \_\_\_\_\_ de la onda.

**Figura 1**



4. Nuestra galaxia se llama \_\_\_\_\_ y es una galaxia de forma \_\_\_\_\_.
5. Los sistemas solares están compuestos por: \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_.
6. Diga si la siguiente afirmación es verdadera o falsa: Cuando miramos el cielo por la noche, todas las estrellas que vemos pertenecen a cientos de galaxias diferente.
7. El color que vibra más rápido es \_\_\_\_\_.
8. El color que vibra más lento es \_\_\_\_\_.
9. El protón tiene carga \_\_\_\_\_ , el neutrón tiene carga \_\_\_\_\_ y el electrón tiene carga \_\_\_\_\_.
10. Una sustancia compuesta por un solo tipo de átomo se llama \_\_\_\_\_.
11. Una sustancia formada por la combinación de dos o más elementos en proporciones definidas se le llama \_\_\_\_\_.

#### RELACIONE LAS DOS COLUMNAS

1. Una onda es
2. La diferencia entre las ondas de luz y las ondas de sonido es
3. El espectro electromagnético está compuesto por
4. La unidad básica de la materia es el
5. Las tres formas básicas de las galaxias son
6. Los átomos de un elemento que difieren en el número de neutrones se le conoce como
7. Un isotopo cuyo núcleo es inestable se le conoce como
8. La edad de diferentes objetos se puede calcular utilizando el
9. Cuando un núcleo radioactivo decae emite
10. Muchos elementos se combinan mediante reacciones químicas para formar
11. Los elementos más abundantes que se encuentran en el Universo son
12. El proceso que junta dos núcleos pequeños a muy altas temperaturas se le llama
13. Los elementos más pesados que se encuentran en las estrellas más viejas se deben a

14. El instrumento que los astrónomos utilizan para ver los espectros de las estrellas se llama

15. La fuerza predominante del Universo es la

### RESPUESTAS

- A. las reacciones termonucleares, B. partículas y energía, C. isotopo, D. espectroscopio,
- E. distintas formas de radiación, F. compuestos, G. isotopo radioactivo, H. gravedad
- I. la luz viaja más rápido, J. elíptica, espiral e irregular, K. fusión nuclear, L. átomo
- M. una vibración que propaga energía, N. hidrogeno y helio, O. decaimiento radioactivo

### A.3 PREGUNTAS A DESARROLLAR

1. Con sus propias palabras diga cómo es que se forma un compuesto.
2. Explique con sus propias palabras como se propaga una onda electromagnética.
3. Explique con sus propias palabras como se da el decaimiento radioactivo.
4. Explique con sus propias palabras como se forman elementos más pesados en las estrellas.
5. ¿De qué elementos están formadas las capas que componen una super gigante roja antes de que el centro se colapse?

## CONCLUSIONES

La ciencia no solamente es una colección de ideas y hechos, sino también y lo más importante, es una manera de abordar y resolver problemas, es una manera de pensar. Un proyecto científico sólido es esencial para la economía, para el sistema educativo, y para la sociedad en general y requiere del apoyo de un buen sistema educativo.

Sin embargo, la enseñanza de la ciencia y la física en particular en el nivel básico no siempre tiene los estándares deseables y esperados. El problema tiene varios orígenes:

1. La falta de articulación en el sistema educativo.
2. La falta de preparación de los docentes en materia de ciencia y de cómo enseñarla.
3. La aridez de los planes de estudio.
4. La falta de condiciones y materiales en las escuelas.
5. Que los cursos de actualización no siempre responden a las necesidades de los docentes.

La astronomía es una de las ciencias a las que las personas se pueden acercar con mayor facilidad, constantemente enriquecida con nuevos descubrimientos, goza de un tremendo interés popular y sirve como trampolín para otras ciencias, como matemáticas, filosofía, biología, química e inclusive para la tecnología o simplemente como lectura.

Para involucrar a las personas en la astronomía y que adquieran actitudes positivas hacia la ciencia en general, los talleres de ciencia pueden ser muy efectivos, ya que son actividades que pretenden despertar el interés y motivar a los participantes a interesarse más por la ciencia.

La teoría detrás de los talleres es importante y se puede dar de forma expositiva como lectura, plática o conferencia (Adams, Prather, & Slater 2005; Prather et al 2003). La teoría no pretende sustituir cursos formales ni que sean de mucha profundidad, solo se pretende utilizar como apoyo al material que se está estudiando. La filosofía educacional detrás de los talleres de ciencia está basada en el constructivismo y la “modificación de conceptos”, mediante el aprendizaje activo.

El aprendizaje activo se fundamenta en la teoría del aprendizaje cognitivo, que dice que el aprendizaje ocurre cuando el estudiante construye el entendimiento de nueva información asociándola con conocimiento previamente adquirido de manera organizada y sistemática.

Existen varios aspectos positivos del aprendizaje activo

- 1) involucra a los estudiantes en más que escuchar (aumento en la atención a la actividad),
- 2) le pone menos énfasis en transmitir información y más en desarrollar las habilidades de los estudiantes (construcción de una respuesta),
- 3) motiva a pensar de manera más crítica, opuesta al simple reconocimiento,
- 4) permite corregir los errores inmediatamente logrando asociaciones personales utilizando la memoria para poder construir el conocimiento (Svinicki 1998); y

4) pone mayor énfasis en la exploración de las actitudes propias y valores (Bonwell & Eison 1991).

El aprendizaje activo a través de los talleres de ciencia provee a los participantes de obtener una experiencia significativa e interesante, pero resulta ser mucho más beneficioso para aquellas personas que están motivadas, que saben involucrarse en la actividad y son capaces de aprender y recordar la información (Svinicki 1998; Norman & Schmidt 1992). Se tiene evidencia, que el aprendizaje activo promueve la activación de conocimiento anteriormente adquirido, su elaboración y su estructuración (Schmidt 1993). A pesar de ello, es importante reconocer que ningún método, teoría o estrategia de enseñanza es la panacea. Ya que como se ha visto en varios estudios (Miller, Groccia & Wilkes 1996; Orzechowski 1995), no todas las actividades aclaran los conceptos y no todas llegan a que los participantes adquieran el conocimiento.

Es importante, para la divulgación de la ciencia no solo el exponer un tema y realizar actividades sobre lo expuesto en los talleres de ciencia, sino lograr que los participantes aprendan y salgan enriquecidos con información nueva y estén lo suficientemente motivados para que se vean impulsados a seguir aprendiendo.

El taller de astronomía que en este trabajo se presenta se estructuró de manera que primero se hicieran actividades sobre los conceptos básicos que los astrónomos utilizan como herramienta para conocer el Universo como son la luz y su espectro, espectro electromagnético, estructura del átomo, elementos, compuestos, reacciones termonucleares, ondas, etc., y después con estos conceptos e instrumentos elaborar una línea de tiempo del Universo.

Algunas consideraciones importantes que se tomaron en cuenta para la elaboración de este taller fueron:

- Las actividades fueron pensadas para realizarse individualmente o en parejas para promover que los participantes se comprometieran más con la actividad.
- Que las actividades no fueran demasiado simples para que los participantes no perdieran el interés y se aburrieran, sin embargo esto solo se pudo apreciar al aplicar el taller (el prisma y la descomposición de la luz fue una actividad que se les hizo simple en su elaboración aunque no aburrida).
- Tener muy claro el objetivo de cada una de las actividades presentando la información del tema a tratar en forma expositiva (lectura o plática), que se repita durante la realización de la actividad y que se explique bien el tema tanto al comenzar la actividad como durante y al finalizar la actividad para ayudar al estudiante a visualizar y razonar los conceptos presentados, ya que es importante lograr que los participantes sepan conectar la actividad y el concepto con el tema tratado (fue necesario explicar varias veces algunos temas como el decaimiento radioactivo y fusión nuclear).
- Mantener una consistencia y coherencia entre las actividades, es decir, que un tema lleve al otro naturalmente.

Debe hacerse notar que este taller se aplicó como primer intento para enseñar conceptos que no son fáciles de comprender. Utilizando las estrategias del aprendizaje activo (procurando que fueran claramente delineadas) se pudieron demostrar conceptos sofisticados dando la oportunidad a que todos se involucraran, y que junto con la estructura del taller que enfatiza la relevancia de las actividades, los



conocimientos de los participantes mejoraran aumentando sus logros. Tanto la enseñanza expositiva como las actividades manuales dieron a los participantes la oportunidad de aprender, disfrutando y valorando cada una de ellas, pues las dos se complementan y se pierde el significado verdadero cuando se da una sin la otra. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que tanto la parte expositiva (plática o lectura), las actividades, como toda técnica de enseñanza tienen sus fortalezas y sus debilidades.

Finalmente se puede concluir que el beneficio más significativo que se encontró con la implementación de este taller fue de mucho valor ya que aunque el número de participantes fue reducido se pudo obtener una idea de la estructura y dinámica del curso, que si se sigue implementando a un mayor número de personas podrá servir como base para determinar las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia, el entendimiento de la naturaleza de la ciencia, la instrucción de preferencia, y la eficacia de las actividades. Así que valdría la pena seguir investigando e implementando las actividades que en este taller se presentan sobre todo en nuestro Museo de Ciencias "UNIVERSUM" lo cual daría motivo de otro trabajo de investigación inclusive para un posgrado.

## BIBLIOGRAFIA

1. Adams, Prather, J. M., and Slater, T. F. (2005). Finding the forest amid the trees: Tools for evaluating astronomy education and public outreach projects, *Astro. Ed. Review*, 3(2).
2. Andersson, B. (1986). The experiential gestalt of causation - a common core to pupils' preconceptions in science. *European Journal of Science Education*, 8(20), 155-172.
3. Antinori, Dora Cetal., La enseñanza y el aprendizaje. op.cit. por Antología de la UPN. Pedagogía México, 1984. p. 28
4. Araujo, J. B.; Chadwick, C. B. (1993) *Tecnología educacional. Teoría de la instrucción*. Barcelona: Paidós.
5. Ault, C.R. (1984). Intellectually wrong - some comments on children's misconceptions. *Science and Children*, May, p. 22-24.
6. Ausubel, D. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
7. Baird, J.R. (1986). Improving learning through enhanced metacognition: A classroom study. *European Journal of Science Education*, 8, 263-282.
8. Bailey, J. M., & Slater, T. F. (2005). *Learner-Centered Astronomy Teaching: Strategies for ASTRO 101*, Slater & Adams, 2003, Prentice Hall, ISBN 0-13-046630-1 *Assessment of an Internet-Delivered, Interactive Approach to Introductory Astronomy for Non-Science Majors*. *Astro. Ed. Review*, 2(3), 2004.
9. Barba, R. (1998). *Science in the multicultural classroom*. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon: A Simon & Schuster Company.
10. Bennet, William J., *The Chronicle of Higher Education*, 24 Oct. 1984, report "Concern for the lack of coherence and vitality in school programs".
11. Bonwell, C.; Eison, J. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom* AEHE-ERIC Higher Education Report No.1. Washington, D.C.: Jossey-Bass.
12. Brooks, M. (1987). Curriculum development from a constructivist perspective. *Educational Leadership*, 44(4), 63-67.
13. Brooks J. G., & Brooks, M. G. (1993). *In search of understanding: The case for constructivist classrooms*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
14. Bruner, J.S. (1978). *El Proceso Mental en el Aprendizaje*. Madrid, España: Narcea, S.A. de Ediciones.
15. Bruner, J. (1973). *Going Beyond the Information Given*. New York: Norton.
16. Campechano Covarrubias, Juan. "Sobre la enseñanza de las pre-operaciones lógico-matemáticas, *Revista La Tarea*, sección 47 del SNTE.
17. Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. MIT Press.
18. Carey, S. (1986). Cognitive science and science education. *American Psychologist*, 41(10), 1123-1130.
19. Carrasco Altamirano, Alma. *Revista "La Tarea", ¿Qué es lo básico en la escuela primaria?*, revista de Educación y Cultura de la sección 47 del SNTE, Guadalajara, Agosto 1992.

20. Champagne, A.B., Klopfer, L.E., Desena, A.T., & Squires, D.A. (1981). Structural representations of students knowledge before and after instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 18(2), 97-111.
21. Chiappetta, E. L., Koballa, T. R., Jr., Collette, A. T. (1998). *Science instruction in the middle and secondary schools* (4th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
22. Coll, C. (2001): *Las comunidades de aprendizaje y el futuro de la educación*, documento de trabajo, Simposium Internacional sobre Comunidades de Aprendizaje, Barcelona.
23. Coombs, P. (1973). *New paths to learning for rural children and youth*, New York, NY: International Council for Educational Development, p. 11.
24. Czarny, Gabriela, *Las escuelas normales frente al cambio*. SEP. CD-16, 2003. p 28
25. Dewey, J. (1933/1998) *How we think* (Rev. ed.). Boston, MA: Houghton Mifflin Company.
26. Delval, J. (2002). Tesis sobre el Constructivismo. En L. Hirschfeld y S. Gelman (Comp.), *Cartografía de la mente* (pp. 15-33). Barcelona: Gedisa.
27. Díaz Barriga, Ángel. Investigación, formación y currículum (Notas para una discusión, en Pacheco y Díaz, op. cit. p. 48 y 49.
28. Díaz Barriga, Ángel. "Investigación en la formación de profesores. Relaciones particulares y contradictorias". En: *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. Vol. XXIII, Nº 2. México, 1993. p. 116.
29. Díaz Barriga, Ángel (2003). *Ensayos sobre la Problemática Curricular*. México; Trillas Arna, J.(2003, *La planeación Curricular*, México: Trillas.
30. Díaz Barriga, F. (2006). *Enseñanza Situada: vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw-Hill.
31. Doyle, J. K. (1997). The cognitive psychology of systems thinking. *System Dynamics Review*, 13(3): 253-265.
32. Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.
33. Driver, R., & Easley, J. A. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
34. Driver, R. (1981). Pupil's alternate frameworks in science. *European Journal of Science Education*, 10, 37-60.
35. Driver, R., & Bell, B. (1986). Students' thinking and the learning of science: A constructivist view. *School Science Review*, 67, 240. (also published in *New Zealand Science Teacher*, August 1985, p. 4-12).
36. Driver, R., & Erickson G. (1983). Theories-in-action: Some theoretical and Empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
37. Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.
38. Driver, R. 1989, "Students' Conceptions and the Learning of Science," *International Journal of Science Education*, 11, 481.
39. Duschl, R.A., & Gitomer, D.H. (1991). Epistemological perspectives on conceptual change: Implications for educational practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 839-858.

40. Easley, J. A. (1982). Naturalistic case studies exploring social-cognitive mechanisms, and some methodological issues in research on problems of teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 19(2), 191-203.
41. Ebert-May, D., Brewer, C., & Allred, S. (1997). Innovation in large lectures: Teaching for active learning. *Bioscience*, 47(9), 601-607.
42. Ehrenberg, Roland G & Brewer, J. Dominic (1994). "Do school and teacher characteristics matter? Evidence from High School and Beyond", *Economics of Education Review*, Elsevier, vol. 13, pg 1-17.
43. Erickson, G. L. (1983). Student frameworks and classroom instruction. In H. Helm & J. Novak (Eds.), *Proceedings of the international seminar on misconceptions in science and mathematics*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
44. Escudero, J.M. (1992): "La naturaleza del cambio planificado en educación: cambio como formación y formación para y como cambio". En ESCUDERO, J.M. y LÓPEZ YÁÑEZ, J. (Coords.): *Los desafíos de las reformas escolares*. Cap. 1 Págs. 19-70. Sevilla. Arquetipo.
45. Esteve, J.M. *El malestar docente*, Barcelona, Paidós, 1994
46. Esquivel Hernández, Gerardo. "Educación y desarrollo regional: una evaluación", en: *Momento Económico*. Núm. 104, julio-agosto de 1999.
47. Fensham, P.J. (1980). A research base for new objectives of science teaching. *Research in Science Education*, 10, 23-33.
48. Fuentes-Molinari, O. 1998. Periódico Reforma (15 de mayo): A4. Gallagher, J. (1991). Uses of interpretive research in science education. In J. Gallagher (Ed.) *Interpretive research in science education (NARST) monograph No. 4*. Manhattan, KS: National Association for Research in Science Teaching.
49. Gibbert, J., Osborne, R., & Fensham P. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66(4), 623-633.
50. Gilbert, J.K., & Watts, D.M. (1983). Concepts, misconceptions and alternative conceptions: Changing perspectives in science education. *Studies in Science Education*, 10, 61-98.
51. Gimeno Sacristán, José 2002. *EL Currículum: Una reflexión sobre la práctica*, Ediciones Morata, S.L.
52. Guzzetti, B.J., Snyder, T.E., Glass, G.V., & Gamas, W.S. (1993). Promoting conceptual change in science: A comparative meta-analysis of instructional interventions from reading education and science education. *Reading Research Quarterly*, 8(2), 117-159.
53. Harlen, W., & Osborne, R. (1985). A model for learning and teaching applied to primary science. *Journal of Curriculum Studies*, 17(2), 133-146.
54. Harlen, W. (1993). *Teaching and learning primary science*. London, England: Paul Chapman Publishing Company.
55. Hashweh, M.Z. (1986). Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8(3), 229-249.
56. Hewson, P.W. (1981). A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education*, 3(4), 383-396.

57. Hewson, M.G., & Hewson, P.W. (1983). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science*, 20(8), 731-743.
58. Holbrook, J.B. 1991. *The Relationship Between Curricula and Assessment*. Mimeógrafo. París: UNESCO.
59. INEGI. "XI Censo General de Población y Vivienda, 1990".
60. INEGI. "XII Censo General de Población y Vivienda, 2000". (Resultados preliminares).
61. Johnson, D. W., Johnson, R. T., and Smith, K. A. *Cooperative Learning: Increasing College Faculty Instructional Productivity*. ASHE-FRIC Higher Education Report No.4. Washington, D.C.
62. Kamens, D.H. y Benavot, A. 1991. "Elite Knowledge for the Masses: The Origins and Spread of "Mathematics and Science Education in National Curricula". *American Journal of Education*, 99: pgs.137-180).
63. Kleis, J., Lang, L., Mietus, J.R. & Tiapula, F.T.S. (1973). Toward a contextual definition of nonformal education.
64. Kuhn, D. (1989). Children and adults as intuitive scientists. *Psychological Review*, 96(4), 674-689.
65. Lakoff, G., & Johnson, M. (1980). *Metaphors We Live By*. Chicago: University of Chicago Press.
66. Latapí Sarre, Pablo. *Tiempo educativo mexicano*. Ed. Universidad Autónoma de Aguascalientes. México, 1997.
67. León, A. I. 1993. "¿Dónde Está el Currículo?" *Educación Química*. 4 (3): 150.
68. Linn, M. (1987). Establishing a research base for science education: Challenges, trends and recommendations. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 191-216.
69. Lyons, N. (1990). Dilemmas of knowing: Ethical and epistemological dimensions of teachers' work and development. *Harvard Educational Review*, 60, 159-180.
70. Magoon A. J. (1977). Constructivist approaches in educational research. *Review of Educational Research*, 47(4), 651-693.
71. Marchesi, Álvaro y Martín, Elena. *Calidad de la enseñanza en tiempos de cambio*. España, 1998. ORNELAS, Carlos. *El sistema educativo mexicano*. Fondo de Cultura Económica. México, 1995.
72. Matson, J.O., & Parsons, S. (1998). Nature of science: Towards a model for scientific literacy. In W. F. McComas (Ed.) *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*. (pp. 223-230). Boston: Kluwer Academic Publishers.
73. Millar, R., & Driver, R. (1987). Beyond processes. *Studies in Science Education*, 14, 33-62.
74. Miller, J.E., Groccia, and J.M. Wilkes, 1996. "Providing Structure: The Critical Element." Invited Chapter in Sutherland, T. and C. Bonwell, eds. *Using Active Learning in College Classes: A Range of Options for Faculty*. New Directions for Teaching and Learning No. 67, Jossey-Bass, San Francisco.
75. Moncayo, Luz Elena. Tesis: Estudio de un modelo de talleres de ciencia en Museo Universum, México, p. 26.
76. Norman G.R. & Schmidt H.G. (1992). The psychological basis of problem-based learning: A review of the evidence. *Academic Medicine* 67, 557-565.
77. Novak, J. D. & Gowa D. B. (1984). *Learning how to learn*. New York, NY: Cambridge University Press.

78. Nussbaum, J. (1979). Children's conceptions of the earth as a cosmic body: A cross age study. *Science Education*, 63(1), 83-93.
79. Nussbaum, J., & Novak J.D. (1976). An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews. *Science Education*, 60(4), 535-550.
80. Nussbaum, J., & Novick S. (1981). Brainstorming in the classroom to invent a model: A case study. *Science Education*, 60(4), 535-550.
81. Osborne, Roger & Freyberg, Peter (1985). *Learning in science: The implications of children's science*. Auckland, New Zealand: Heinemann.
82. Parsons, S. (2001). Case response: Who said child's play isn't important. In Tippens, D., Koballa, T., & B. Payne (eds.) *Science Teaching and Learning in the Elementary Classroom: A Classroom Case Handbook*, Needham Heights, MA: Allyn and Bacon: A Simon & Schuster Company.
83. Parsons, S. (1997c). EDLD 221 Research in Education. On-line Syllabi at <http://sweeneyhall.sjsu.edu/depts/te/edld221/index.html>.
84. Parsons, S. (1991). Preservice secondary science teachers making sense of constructivism, *Research in Science Teaching*, 21, 271-280.
85. Parsons, S., & Quintanar, R. (1998, July). An inquiry into science education reform: A focus on school-university collaboration. In J. B. Robinson & R. E. Yager (Eds.) *Translating and Using Research for Improving Teacher Education in Science and Mathematics* (pp. 64-71). The Final Report from the Office of Educational Research and Improvement -funded Chautauqua ISTEP Research Project.
86. Paulu, N., & Martin, M. (1991). *Helping your child learn science*. U.S. Department of Education Office of Educational Research and Improvement.
87. Pérez Gómez, Ángel. "Practical training and the professional socialization of future teachers in Andalusia", en *Prospects*, vol. XXVI, n°3, septiembre 1996.
88. Piaget, J. (1929). *The child's conception of the world*. London: Routledge & Kegan Paul.
89. Piaget, J. (1972). *The psychology of the child*. New York: Basic Books.
90. Planes de Estudio. México: UNAM, Escuela Nacional Preparatoria.
91. Rosas Carrasco, Lesvia Oliva (2003). *Aprender a ser maestro rural: un análisis de su formación y de su concepción pedagógica*. México: CEE/Fundación para la Cultura del Maestro, A.C. SNTE.
92. Rojas Soriano, Raúl. *Formación de investigadores educativos, una propuesta de investigación*. Plaza y Valdes. México, 1992, p. 23.
93. Rinehart & Winston, 1968. *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York.
94. Sánchez, A. 1997. "La Formación y Actualización de Maestros de Ciencias Naturales y Matemáticas en México." Presentación en el Seminario Internacional sobre Innovaciones Educativas en Ciencias.
95. Schmelkes, S. 1997. "Evaluación del Aprendizaje y Calidad de la Educación Básica." Presentación en el Seminario Internacional sobre Innovaciones Educativas en Ciencias Naturales y Matemáticas, OCDE, México.
96. Santillán Nieto, Marcela. *Situaciones y Perspectivas de las Universidades e Institutos Pedagógicos y su Rol en la Formación de Maestros en la Región*, Octubre 2003, p. 9.
97. Schmidt, W.H. et al. 1996. *Many Visions, Many Aims: A Cross-National Investigation of Curricular Intentions in School Science*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

98. Schmidt, W.H., C.C. McKnight, and S.A. Raizen. 1997. A Splintered Vision: An Investigation of U.S. Science and Mathematics Education. Boston: Kluwer Academic Publishers.
99. SEP (Secretary of Public Education). 1977. Programas Maestros para la Educación Secundaria, México.
100. Svinicki, Marilla D., A Theoretical Foundation for Discovery Learning, University of Texas, Austin, Texas, Am. J. Physiol. 275 (Adv. Physiol. Educ. 20): S4–S7, 1998.
101. Secretaría de Educación Pública. Página en Internet: <http://www.sep.gob.mx>
102. Secretaría de Educación Pública. Plan Nacional de Desarrollo Educativo 1995-2001. Gobierno de la República.
103. Suárez Sosaya, Ma. Herlinda. Educación y empleo en México elementos para un juicio político. Ed. Porrúa. México, 1996.
104. Tedesco, Juan Carlos. Tendencias actuales de las reformas educativas. París, Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI. 1993.
105. Tedesco, Juan Carlos (2000) Educar en la Sociedad del Conocimiento. Buenos Aires Fondo de Cultura Económica.
106. Toledo, M. E. 1987. "La Reforma a la Educación Normal y la Participación Magisterial." *Cero en Conducta* 8: 10. Zúñiga, R. M. 1987. "¿Para Cuándo los Cambios en la Educación Secundaria 7: 14. *Histografía sobre Educación*.
107. Trejo, Guillermo (et al.). Educación para una economía competitiva: hacia una estrategia de reforma. Ed. Diana-Cidac. México, 1992.
108. Ullman, S. (1980) Against direct perception. *Behavioral and Brain Sciences*, 3, 373 - 415.
109. Vielma, E.V. y Salas, M.L. (2000). Aportes de las teorías de Vygotsky, Piaget, Bandura y Bruner. *Educere*, 9, 30-37.
110. Villaseñor G., Guillermo. "La política universitaria del Estado mexicano en el sexenio 1976-1982", en: *Metafísica de la eficiencia, ensayos sobre la planeación universitaria en México*. Publicaciones de la UNAM. México, 1991.
111. Vygotsky, L. (1978). *Mind in society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
112. Watson, B., & Konicek, R. (1990). Teaching for conceptual change: Confronting children's experience. *Phi Delta Kappan*, 71, 680-685.
113. Wheatley, G. H. (1991). Constructivist perspectives on science and mathematics learning. *Science Education*, 75(1), 9-21.
114. Whitehead, (1929). *Non formal education discussion papers*, East Lansing, Michigan State University, p. 3-6.
115. Vielma, E.V. y Salas, M.L. (2000). Aportes de las teorías de Vygotsky, Piaget, Bandura y Bruner. *Educere*, 9, 30-37.
116. Wertsch, J.V. (1988). *Vygotsky y la formación social de la mente*. Barcelona, España: Paidós.

### **Revistas y periódicos**

El Universal, México, D.F., 02 abril 2008. Los maestros también reprobaban.  
 La Prensa, México, D.F., abril 17, 2008. Joaquín Samayoa.

Revista Milenio, 17 septiembre 2007.

Revista de Educación y Cultura, La Tarea, SNTE sección 47. Un espacio para la reflexión sobre la formación docente.

Revista de la Educación Superior. Núm. 99, Vol. XXV, julio-septiembre de 1996. Ulloa I., Manuel. "Algunas reflexiones en torno al financiamiento de la educación".

Parsons, S. (Ed.) (2001). Electronic Journal in Science and Literacy Education, Available at <http://sweeneyhall.sjsu.edu/ejls/index.htm>.

Finley, F.N. (1983). Science processes. Journal of Research in Science Teaching, 20, 47-54.

El Economista, diciembre 14 2007, p. 64 sección A. El deterioro de escuelas, causa de rezago educativo, Elena Michel.

El Economista, diciembre 14 2007, p. 21 sección A. Nueva ley obliga a dignificar escuelas, Leticia Robles.

Revista Nexos. Nexos, México, no. 162, junio de 1992, p. 33-68. México un país de reprobados. Gilberto Guevara Nieblas.

Revista, Correo del Maestro, México, D.F. Octubre 2004. Año 9 Número 101. Análisis pedagógico del programa oficial de ciencias naturales, Ricardo Vázquez Chagoyán, p.34-41.

Revista, Correo del Maestro, México, D.F. Noviembre 2004. Año 9 Número 102. Análisis pedagógico del programa oficial de historia, Ricardo Vázquez Chagoyán, p. 38-46.

Revista, Correo del Maestro, México, D.F. Septiembre 2004. Año 9 Número 100. Análisis pedagógico del programa oficial de español, Ricardo Vázquez Chagoyán.