

20485  
3  
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

CAMPUS "ACATLAN"

CARACTERIZACION MOTIVACIONAL, DE ESTILO  
COGNITIVO Y DE ACTIVIDAD CORTICAL EN LA  
SOLUCION DE PROBLEMAS ESTOCASTICOS:  
UNA COMPARACION ENTRE ALUMNOS "EXITOSOS"  
VERSUS "NO EXITOSOS".

**TRABAJO DE TESIS**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRIA EN EDUCACION MATEMATICA**

**P R E S E N T A :**

**JOSE GABRIEL SANCHEZ RUIZ**

DIRECTOR DE TESIS: MTRO. SERGIO CRUZ CONTRERAS



VERANO DE 1999

274569

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## DEDICATORIA

### **A BLANCA.**

Mi mujer. Con todo mi amor.

*No hay más...*

*sólo mujer para alegrarnos,  
sólo ojos de mujer para reconfortarnos.*

J.S.

### **A HASARI Y CHRIS.**

Porque ustedes me enseñaron la verdad de que:

*Ningún hombre puede llegar a saber  
qué significado tiene su propia vida... que significa  
el mundo... o qué significa nada, hasta que tiene un hijo...  
y le ama. Entonces, el universo entero cambia y nada... nada,  
parece jamás como parecía antes.*

Gracias, preciosos. Los amo... No sé que hice o deje de hacer en alguna época de mi vida, que los recibí como mi premio.

### **A UDS., MI ESPOSA E HIJOS**

Por su paciencia y por su amor

### **A MAMÁ CHUCHA ( † ), MI "BONITA", Y PAPÁ REY**

Porque sigo teniendo presente lo que hicieron por mí.

Gracias porque me dejaron ser.

### **A SHEILA A.**

Aunque no lo creas, pero porque sé bien que lo esperabas...te quiero.

### **A ASELA CARLÓN Y SERGIO CRUZ**

Por ser maestros.

Con admiración y afecto. Por sus conocimientos que Uds. generosamente comparten con nosotros... sus alumnos.

### **A PATRICIA BALDERAS**

Por tu admirable dedicación a tus proyectos.

# **CARACTERIZACIÓN MOTIVACIONAL, DE ESTILO COGNITIVO Y DE ACTIVIDAD CORTICAL EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS ESTOCÁSTICOS: UNA COMPARACIÓN ENTRE ALUMNOS "EXITOSOS" VERSUS "NO EXITOSOS".**

**José Gabriel Sánchez Ruiz**  
**Maestría en Educación Matemática, UNAM Campus Acatlán**

**Asesor: Mtro. Sergio Cruz Contreras**

## **RESUMEN**

En el campo de la Educación Matemática la investigación que se ha llevado a cabo se concentra en encontrar respuestas a la pregunta general: ¿cómo y por qué un estudiante aprende matemáticas?, así como a todas las modalidades que de ella se pueden formular. Todas las respuestas que surgen a las preguntas de investigación, se vierten fundamentalmente en tres grandes líneas: la epistemológica, la metodológica y la psicológica. Relacionadas, específicamente, con las temáticas: qué clase de matemáticas nos interesa que aprendan nuestros alumnos, cómo se deben enseñar las matemáticas y cómo creemos que se aprende o cómo se adquiere o produce el conocimiento, respectivamente.

El presente trabajo se puede ubicar dentro de la línea psicológica. Estuvo orientado, en su esencia, a evaluar la contribución de las variables motivación, estilo cognitivo y actividad de la corteza cerebral, en el proceso de resolución de problemas de probabilidad de distribución binomial. Para ellos se efectuó la caracterización en dichas variables de dos grupos de sujetos (Ss) de la Carrera de Psicología, de la FES Zaragoza, identificados como alumnos "éxitosos" ( $n_1 = 8$ ), Grupo A, y "no éxitosos" ( $n_2 = 3$ ), Grupo B, seleccionados mediante un muestreo intencionado, entre los grupos que cursaban el segundo semestre al momento de conducirse el estudio. La clasificación de los Ss, a cualquiera de los grupos fue hecha con base en diversos.

El estudio constó de cuatro etapas que se completaban en cada sujeto en once sesiones en total. *Grosso modo*, en la primera etapa se efectuó un pretest de conocimientos y de resolución de problemas de la prueba de Bernoulli. Durante la segunda etapa, a los Ss se les impartió un curso breve de probabilidad binomial y se les aplicó diversos instrumentos de evaluación: la Escala Combinada de Contrariedades y Satisfactores; el Instrumento para Estimar la Motivación hacia las Matemáticas y la Estadística; la Prueba de Figuras Ocultas de Ottman, Raskin y Witkin; asimismo, se realizaron varios registros observacionales. En la siguiente etapa les fue administrado el protocolo completo de Evaluación de la Solución de Problemas Estadísticos (ESPE) y se audiograbaron sus introspecciones mientras resolvían un problema de probabilidad de Bernoulli. En la cuarta etapa se realizaron los registros de la actividad cortical de acuerdo a un protocolo que comprendió varias condiciones experimentales: en la presentación del problema (aritmético y de probabilidad) por resolver, durante la resolución del problema, en la escritura de la respuesta obtenida, entre otras condiciones. Algunas de las pruebas empleadas se diseñaron *ex professo*, en tanto que las demás consistieron de instrumentos estandarizados, previamente, por sus autores. Cuando fue necesaria la validación de los instrumentos ésta se efectuó mediante el método de jueces y su debido piloteo.

El análisis de los datos obtenidos se abocó a destacar cuantitativa o cualitativamente las diferencias en las variables estudiadas entre ambos grupos de alumnos. En el factor motivación hacia la estadística se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos, consistentes en una mayor preferencia y en conocimientos diversos relativos a matemáticas y estadística, en favor del grupo de "éxito". En la variable estilo cognitivo, aunque ambos grupos se ubicaron en el mismo estilo de pensamiento, resultó más consistente la clasificación en el estilo independiente de campo del grupo de "éxito" con las características que definen a los Ss de ese tipo de pensamiento. Adicionalmente, se observaron diferencias en las estrategias de resolución de

problemas: el Grupo A sistemáticamente sigue una ruta como la descrita por Polya, en 1957. También en la ESPE se encontraron diferencias, lo mismo que en la actividad electroencefalográfica registrada. No obstante, que hubo discrepancias intergrupalmente, no fueron en la magnitud intuitivamente esperada.

Dentro de las conclusiones se insiste en la falta de reportes de investigación que hayan abordado el papel de alguna de estas variables tanto en el proceso de resolución de problemas de tipo estocástico, o probabilístico, como en algún tema relativo a la estadística, por lo que las conclusiones del presente trabajo se formularon teniendo como parámetro hallazgos obtenidos, específicamente, sobre matemáticas. Además, se plantean algunas recomendaciones *viz* metodológicas que pudieran, eventualmente, mejorar y ampliar el trabajo en esta línea de estudio. Por ejemplo; revisar los criterios para caracterizar a los alumnos "éxitosos" y "no exitosos". Finalmente, se esbozan algunas implicaciones que puede tener este trabajo en la didáctica de la probabilidad.

# ÍNDICE

	página
<b>Presentación</b>	
<b>Introducción</b>	
Motivación hacia la estadística y áreas afines	2
Estilos de cognición	4
Actividad cortical	7
<i>Importancia del problema de estudio</i>	21
<i>Justificación del estudio</i>	21
<i>Propósito del estudio</i>	22
<i>Planteamiento de las preguntas de investigación</i>	22
<i>Identificación de variables</i>	22
<i>Definiciones operacionales</i>	23
<b>Método</b>	
Sujetos	24
Instrumentos, materiales y aparatos	25
Situación experimental	27
Procedimiento	28
<b>Análisis de Resultados</b>	30
<b>Discusión</b>	67
<b>Conclusiones</b>	71
<b>Referencias</b>	77
<b>ANEXOS</b>	
1.- Instrumento para la Estimación de la Motivación a las Matemáticas y la Estadística	
2.- Escala Combinada de Contrariedades y Satisfactores	
3.- Protocolo de estilos cognitivos	
a) Prueba de Estimación de la Solución de Problemas Estadísticos-Versión Breve	
b) Test de Figuras Ocultas de Ottman, Raskin y Witkin	
4.- Propuesta para el Curso sobre Procesos Estocásticos (Ensayos de Bernoulli)	
5.- Formato de Registros Observacionales	

**6.- Lista de Problemas de Probabilidad**

**7.- Instrucciones Proporcionadas para la Solución de Problemas durante los Registros EEGs.**

**8.- Tablas del Análisis Estadístico de los Registros EEGs.**

## PRESENTACIÓN

En México el interés por estudiar la problemática de la enseñanza de las matemáticas se remonta a los orígenes de la Escuela Normal de Maestros, con José Vasconcelos. Pero los trabajos desarrollados en esta época adolecieron de sistematicidad y no tuvieron una amplia difusión; además, propiamente fueron reflexiones sobre la enseñanza de esta ciencia y no tenían ningún apoyo en la investigación.

Con una orientación dirigida hacia la investigación y como disciplina independiente sus inicios los podemos comenzar a situar en la década de los setenta. Sin embargo, aún predominaba una tendencia en dos direcciones: la formación de profesionales en el campo de la enseñanza de la matemática y, principalmente, la elaboración de lineamientos y programas para la enseñanza de las matemáticas en los diferentes niveles del Sistema Educativo. Inclusive, todavía, a fines de los setentas se apreciaba el interés en estas dos líneas. Fue hasta 1980, en el CINVESTAV, donde se propuso la formación de especialistas enfocada a la investigación sobre la problemática de la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Hacia finales de la década de los ochenta las primeras tesis de doctorado, en el área, definieron claramente esta tendencia.

Posteriormente la creación y el desarrollo de programas de posgrado (maestría y doctorado) en diversas instituciones, UPN, UACPyP de la UNAM, ENS, UAQ, CIMAT de Guanajuato, entre otras, coadyuvó en la consolidación de la Educación Matemática, la Matemática Educativa o la Didáctica de las Matemáticas.

La educación matemática como una disciplina en la que se realizan estudios formales e investigación es muy joven, en nuestro país al igual que en otros países iberoamericanos. En promedio se habla de que esto no tiene más allá de 15 años. En los años cuarenta, sesenta, setenta y en los años ochenta, se concedió el primer doctorado en educación matemática en los Estados Unidos, Francia, Inglaterra y México, respectivamente; mientras que en algunos países de Iberoamérica, hasta apenas iniciada la actual década. Es evidente que un campo de estudio tan joven no goce del estatus de otras disciplinas, como las ciencias exactas, en cuanto a cúmulo de conocimientos. Pero, en contraposición existe una diversidad de fenómenos que estudia y muchos elementos de otras áreas del conocimiento que la enriquecen conceptual y metodológicamente. Estas áreas son, en principio, sus cuatro disciplinas fundacionales: las matemáticas mismas, la filosofía, la sociología y la psicología. Aunque, también otras como la antropología, la historia, la pedagogía y la lingüística, etc. Esto, como se ha indicado en la revista *Educación Matemática*, le permite disponer de una gran variedad de acercamientos, metodologías, enfoques y paradigmas, mediante lo cual trata de alcanzar la finalidad de mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

Sin duda alguna la educación matemática se ve enriquecida por la investigación (tecnológica, aplicada, básica, etc.) que dentro de su contexto se lleva a cabo. Las investigaciones que se efectúan, cuyas preguntas que prevalecen se pueden caracterizar como variantes de la interrogante general ¿cómo podemos mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas?, tienden a estudiar, entre otras cosas: ¿cómo y por qué un estudiante aprende matemáticas?, ¿qué habilidades del pensamiento se requiere desarrollar para facilitar el aprendizaje de contenidos matemáticos?, ¿cuáles variables hay que, o se pueden, manipular para favorecer que el aprendizaje ocurra?, etc. Considero que el trabajo sistemático en estos aspectos permitirá paulatinamente el logro de la misión de los investigadores en educación matemática: ofrecer respuestas a los problemas planteados por los profesores de matemáticas y los diseñadores de planes y programas cuando aspiran a conseguir que las matemáticas, y áreas afines, sean comprendidas mejor y aprendidas más profundamente por los estudiantes.

La presente tesis la podemos circunscribir dentro de esta clase de trabajos, con una fuerte orientación psicológica. Si la tiene se debe sencillamente a que la formación profesional del autor se ubica en esa área. Sin embargo, consideramos que a pesar de su desarrollo, no es una tesis en psicología sino en educación matemática, por varias razones. Por ejemplo; está enfocada en el estudio del papel o rol de algunas variables, cuya participación en el proceso de aprendizaje de la probabilidad podrían establecer la diferencia entre que un alumno resuelva o no resuelva exitosamente problemas de esta área. Además, no aborda una temática de interés



estrictamente psicológica, sino que se aproxima a través de una variante (¿qué variables están involucradas en la aplicación del aprendizaje de un contenido matemático?) a la pregunta central de la educación matemática (i.e., ¿cómo podemos mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas?)

Aunque la tesis consiste en un trabajo de investigación que pretendía ofrecer alguna respuesta a una problemática muy constante dentro de la Carrera de Psicología: la dificultad, a veces fracaso, para que el estudiante consiga aprender estadística y matemáticas; verdaderamente, consideramos que está restringida a constituirse en el inicio de una serie de estudios, que se deben llevar a cabo, encaminados a conseguir tal fin.

De una manera muy general, en la introducción se describe la situación actual del estudio del tema abordado; posteriormente, se hace un desarrollo más específico del conocimiento que existe en cada una de las variables consideradas en este estudio: motivación, estilos de pensamiento y el papel de la actividad de la corteza cerebral en la resolución de problemas. Las siguientes partes del trabajo están ordenadas de acuerdo a los lineamientos establecidos para reportar una investigación: justificación del estudio, planteamiento del problema y propósito del estudio, método, análisis de resultados, discusión y conclusiones.

En el trabajo no se pretendió, realmente, descubrir por qué un alumno resolvía exitosamente problemas de probabilidad y por qué otro no, ya que en una parte del trabajo estábamos estudiando un mecanismo de la función cerebral y con ello escudriñábamos mecanismos recónditos y aún ahora, en muchos sentidos, inaccesibles. Es decir, si ese fuera el caso hubiéramos pretendido, ingenuamente, resolver el problema de cómo el cerebro puede resolver problemas. Casi nos estaríamos aproximando a cómo es que el hombre puede investigar. En el último de los casos, se hubiera tratado este estudio de uno dedicado a saber cómo el cerebro puede saber.

Nos hubiésemos encontrado en una situación en cierto modo parecida a la descrita en un soneto de Lope de Vega, en el que se va construyendo al mismo tiempo de irse planteando el problema de construirse:

*Un soneto me manda hacer Violante,  
que en mi vida me he visto en tanto aprieto;  
catorce versos dicen que es soneto:  
burla burlando van los tres delante.*

*Yo pensé que no hallara consonante  
y estoy a la mitad de otro cuarteto,  
mas si me veo en el primer terceto,  
no hay cosa en los cuartetos que me espante.*

*Por el primer terceto voy entrando,  
y parece que entré con pie derecho,  
pues fin con este verso le voy dando.*

*Ya estoy en el segundo, y aún sospecho  
Que voy los trece versos acabando;  
Contad si son catorce, y está hecho.*

Sólo que como dice el neurofisiólogo Ricardo Tapia “en las investigaciones sobre el cerebro estamos muy, pero muy lejos, de poder decir ‘está hecho’” (p.11, 1987).

**Caracterización motivacional, de estilo cognitivo y de actividad cortical en la solución de problemas estocásticos: una comparación entre alumnos “exitosos” versus “no exitosos”**

**José Gabriel Sánchez Ruiz**  
**Educación Matemática, UNAM Campus Acatlán**

**Asesor: Mtro. Sergio Cruz Contreras**

## **INTRODUCCIÓN**

Aunque uno de los objetivos de la investigación en el campo de la Educación Matemática, sucintamente, es conocer los procesos de aprendizaje de los estudiantes, con el fin de poder ofrecer a los profesores propuestas con las que puedan hacer su actividad en las aulas más efectiva, es claro que la actividad investigadora no es monolítica ni uniforme, sino todo lo contrario; es decir, se investiga en algunas áreas con más profundidad que en otras; esto, señalan algunos autores, depende de muchos factores: la importancia de la temática, su dificultad propia y hasta de la moda, entre otros.

No obstante que se han hecho intentos por plantear los principales problemas de la Educación Matemática que deberían ser abordados (*cf.*, Gutiérrez, 1991; entre otros) tales propuestas se constituyen más bien en líneas de investigación (Díaz-Godino *et al.*, 1991). En la realidad lo que se descubre es que algunos campos se están estudiando con más intensidad que otros (*q.v.*, las memorias de diversos congresos sobre Educación Matemática, por ejemplo).

Una manifestación muy representativa de lo anterior se observa al consultar parte de la literatura que se ha dedicado a revisar el avance logrado en la investigación realizada en Educación Matemática durante varios años (*cf.*, Díaz-Godino *et al.*, 1991; Waldegg, 1995; entre otros), donde efectivamente se hace evidente que existen algunas áreas de competencia, para la Educación Matemática, que no han sido suficientemente abordadas, o en ocasiones atendidas.

Un caso particular de esta situación se encuentra en la investigación relativa a los procesos probabilísticos. Autores como Alarcón (1996) y Block (1995), entre otros, han planteado que si bien en los últimos años ha crecido fuertemente entre los psicólogos e investigadores en educación matemática el interés por el razonamiento probabilístico también ha crecido el conocimiento sobre las concepciones y creencias espontáneas de probabilidad; sin embargo, como menciona Alarcón (1996) “...todavía son escasos, y con frecuencia inaccesibles, los estudios de corte didáctico, pues la mayoría de las investigaciones motivadas por la enseñanza tienen como propósito explorar la forma de cómo la instrucción modifica las preconcepciones probabilísticas de los alumnos” (p.128).

En una situación similar, en el mejor de los casos, está el estudio del papel de algunas variables, como la motivación, el estilo de pensamiento, etc., en el proceso de resolución de problemas probabilísticos. Aunado a esto, se observa el reconocimiento de la importancia otorgada al aprendizaje de la probabilidad como un antecedente central para comprender adecuadamente los procedimientos estadísticos, tan esenciales en la formación académica en distintas profesiones y en el pensamiento actual del mundo en que vivimos.

En consecuencia, al planear el presente trabajo se considero importante explorar algunos de los factores que pueden intervenir para establecer la diferencia entre la resolución exitosa *versus* no exitosa de problemas de probabilidad.

Entre todos los posibles factores se estimó que tres de ellos resultaban particularmente importantes ya que representaban al eje cognitivo (estilo de pensamiento); al eje biológico (actividad cortical); y a un eje motivacional, que se caracteriza por estar influido por variables situacionales y disposicionales intervinientes, o intercurrentes (*i.e.*, internas al organismo y medioambientales). Todas estas variables (organísmicas) juzgamos que cubrieron inicialmente el estudio de la parte psicológica involucrada en el proceso de resolución de problemas, componente hacia el cual se enfocó este trabajo. Debe quedar claro que aunque el objetivo no consistió en estudiar el papel de la didáctica o la componente acciones del maestro, dentro de este proceso, sí reconocemos que éstos, indudablemente, constituyen otro factor esencial en la resolución de problemas; sin embargo, se consideró que el componente psicológico es predominante en este proceso, como lo han señalado algunos autores (*cf.*, Díaz-Godino *et al.*, 1991; entre otros).

Entonces, con relación a cada una de las variables incluidas en el trabajo es posible mencionar, como punto de partida, lo siguiente:

### MOTIVACIÓN HACIA LA ESTADÍSTICA Y ÁREAS AFINES

En general, con respecto a la influencia de la motivación sobre el desempeño, o rendimiento, en la resolución de problemas, la revisión bibliográfica llevada a cabo sugiere varias cosas: que no se encontraron trabajos que específicamente hayan abordado este tema; que los estudios se han centrado, más bien, en la motivación hacia las matemáticas pero no a la estadística; que no se ha destacado, concretamente, como es dicha influencia; también, que algunos trabajos se han enfocado, a la concepción de la materia, pero de la matemática, y su importancia para la enseñanza (*e.g.*, Narro, 1989; Carlón y Cruz, 1995; entre otros). Resulta curioso que en los reportes experimentales no se hace referencia al concepto de motivación a las matemáticas o a la estadística, sino que se emplea el concepto de actitud, el cual bajo cierta perspectiva es similar al de motivación.

Fundamentalmente, en los años recientes, se ha desarrollado el mayor número de investigaciones sobre estadística. Por ejemplo; Brown y Brown (1995) exploraron la relación entre actitudes hacia la estadística y el desempeño de los estudiantes en los cursos de estadística, así como su influencia sobre la actitud en cursos subsiguientes. Otra vertiente ha sido estudiar la ansiedad a las matemáticas y su correlación con la ansiedad a la estadística (Birenbaum y Eylath, 1994) o identificar las variables relacionadas con la ansiedad en el aprendizaje de la estadística (*cf.*, Sutarso, 1992). También, el cambio conductual del estudiante en el aprendizaje de la probabilidad y la estadística después de haber participado en ciertos proyectos (Garfield y Ahlgrew, 1994); donde se ha encontrado que se logran, de esa forma, actitudes más positivas hacia el aprendizaje de la estadística. Otras investigaciones han consistido en someter a prueba la incorporación de tecnología en el aprendizaje de la estadística (*cf.*, Kader y Perry, 1994). A pesar de todo, se insiste, es evidente la ausencia de reportes en la dirección que adoptó el presente trabajo.

En la literatura consultada se encontró una falta de consenso en el nivel de especificidad o generalidad de las definiciones relativas a motivación. Allport (1954 cit., en Rodríguez, 1976) sostiene que es un estado de disposición mental y neurológica organizado a través de la experiencia y que ejerce una influencia directriz o dinámica sobre la respuesta del individuo. Para Cardno (1955, cit. en Rodríguez, 1976) es una predisposición para responder a objetos que, en interacción con variables situacionales o disposicionales guía y dirige la conducta manifiesta. En tanto que Rodríguez (1991) la

concibe como: “una organización duradera de creencias y cogniciones, dotada de una carga afectiva a favor o en contra de la ...estadística y que predispone a una acción coherente con dichas cogniciones y afectos” (p. 71).

En la psicología la explicación del concepto de motivación está vinculado a la explicación de las causas del comportamiento y en forma particular, conlleva a las siguientes preguntas: ¿qué es lo que inicia el comportamiento?, ¿cómo se mantiene el comportamiento?, ¿por qué se dirige hacia algunos fines y no a otros? y ¿cómo se detiene? (cf., Reeve, 1994). En coherencia con la importancia que reviste para la psicología el tema de la motivación está el hecho de que su investigación en ciertas épocas ha sido muy activa, aunque en otras ha bajado la producción científica de manera espectacular. De esto se han deducido respuestas tentativas a cuestiones del siguiente tipo: ¿por qué la conducta varía en su intensidad?, ¿por qué existen grandes diferencias individuales?, ¿cómo surgen tales diferencias motivacionales?. Dentro de ellas se han formulado algunas conclusiones preliminares: la motivación incluye tendencias tanto de aproximación como de evitación; la motivación es más bien un proceso dinámico que un estado fijo; la motivación puede ser regulada o auto-regulada por el ambiente, cuando la conducta está motivada por fuerzas intrínsecas (fatiga, curiosidad) está auto-regulada, cuando la motivan fuerzas externas (halagos, dinero) está regulada por el ambiente; la fuerza del motivo cambia con el tiempo e influye en el flujo de la conducta; el repertorio de motivos humanos se ha llegado a organizar basándose en modelos jerárquicos, así algunos motivos cumplen funciones básicas y de supervivencia mientras que otros tienen funciones superiores orientadas hacia el crecimiento (v.gr., La clásica jerarquía de necesidades de Maslow, propuesta en 1970, entre otras); los motivos humanos pueden ser evidentes o no tan evidentes, comprensibles o inexplicables, conscientes o inconscientes, este principio sirve para señalar que los motivos de la conducta humana no siempre son inmediatamente aparentes.

Por otro lado, se ha reconocido (cf., Feldman, 1996) que el concepto de motivación tiene algunas ventajas sobre otros conceptos psicológicos (e.g., inteligencia, personalidad), ya que se ha acumulado información sobre los antecedentes que dan lugar a diversas condiciones motivacionales; es decir, no siempre se enfrenta la postura incierta de tener que inferir la motivación del comportamiento. Se sabe, también, que hay patrones de actividad general que expresan motivación: latencia; persistencia; elección (o preferencia de una entre varias opciones de conducta); amplitud (i.e., intensidad de respuesta de un individuo ante un estímulo); probabilidad de respuesta y expresiones faciales y corporales. Estos seis aspectos de la conducta ofrecen datos mensurables de los que se puede inferir la motivación. Por ejemplo, cuando existe una conducta que tiene una latencia corta, una persistencia larga, una alta probabilidad de producirse, es intensa e incluye expresividad facial o gestual, entonces se puede inferir un motivo relativamente intenso. Contrariamente, cuando la conducta tiene una latencia, larga, poca persistencia, baja probabilidad de producirse, y no es intensa e incluye poca expresividad facial y de gestos, o si el individuo persigue un objeto-meta alternativo, entonces se puede inferir la ausencia de un motivo, o al menos uno bastante débil.

En relación a la evaluación de la motivación, se han propuesto varias formas de medirla: conductualmente y fisiológicamente. Otra manera de evaluarla consiste en pedirle al sujeto un auto-informe de su nivel de motivación. Esto se puede hacer mediante una entrevista o un cuestionario. Las ventajas de los cuestionarios es que son fáciles de administrar, permiten recabar la información pertinente, y le dan a la persona que responde varias opciones de respuesta a una pregunta concreta (cf., Carlsmith, Ellsworth y Aronson, 1976). Sin embargo, también hay razones, al menos dos, para que las puntuaciones de auto-informe no correspondan con el nivel real de motivación. De

cualquier forma estas medidas le permiten al investigador disponer de una base objetiva de la que se puede inferir la fuerza del motivo.

Del contexto de las grandes teorías en el campo de la motivación, durante el último cuarto de siglo se ha pasado al trabajo desde la perspectiva de las miniteorías. En la actualidad la teoría de la motivación se orienta hacia la identificación de las bases motivacionales de las distintas disciplinas dentro de la psicología como la son la cognición, la psicología social, la personalidad, etc. (*cf.*, Reeve, 1994).

No obstante, en contraposición a lo esperado, a pesar del progreso conceptual y teórico de la motivación, no se ha dado un reflejo significativo en la dirección del objetivo del presente trabajo. Es decir, en lo relativo a la motivación hacia la estadística, la probabilidad y la matemática el avance conceptual, teórico y metodológico es aún incipiente, aunque en el estudio de la motivación hacia la matemática se han hecho algunos adelantos. Por ejemplo; el trabajo de Rodríguez (1976) está dedicado al análisis de distintas investigaciones en esta temática y en él se pueden apreciar discrepancias de varios autores en relación a diversos asuntos: la concepción de motivación; los instrumentos para medirla; así como la influencia sobre esta de diversas variables: actitud del maestro, factores de personalidad de los estudiantes, etc. Por otro lado, un trabajo que constituye una referencia de interés, para el nuestro, es otro de Rodríguez (1991), allí reporta un perfil comparativo de disposición hacia la estadística entre alumnos de carreras humanísticas y estudiantes de carreras no humanísticas. En forma sucinta, la autora encontró diferencias entre ambos grupos. Los resultados obtenidos indicaron que los alumnos del primer grupo poseen una actitud más desfavorable hacia la estadística.

## ESTILOS DE COGNICIÓN

La cognición abarca los procesos mentales superiores de los seres humanos, incluyendo cómo las personas conocen y comprenden el mundo, cómo procesan información, cómo elaboran juicios y toman decisiones, y cómo describen su conocimiento y comprensión a los demás. En psicología el campo de la cognición es muy amplio, e incluye investigación en varios temas. Los tres centrales son: el pensamiento y el razonamiento, la solución de problemas y el lenguaje. Desde un punto de vista científico el pensamiento se concibe como la manipulación de las representaciones mentales de información. Las representaciones pueden ser una palabra, una imagen visual, un sonido o datos de cualquier otra modalidad. Lo que hace el pensamiento es transformar la representación de información en una forma nueva y diferente con el fin de responder a una pregunta, resolver un problema o ayudar a obtener una meta (*cf.*, Feldman, 1996). Precisamente, lo referente a la forma en que participa el pensamiento, o la cognición, en la resolución de cierto tipo de problema forma parte del propósito del presente trabajo.

El proceso de resolución de problemas, desde el punto de vista de la psicología cognitiva, presupone dos etapas: la percepción del problema, o "entrada", y la respuesta posible, o la "salida"; pero además entre estas dos, el conocimiento de tipo declarativo y procedimental. La entrada puede verse afectada por variables intercurrentes (*i.e.*, del sujeto) como el estilo cognitivo; es decir, por la forma habitual de estructurar el ambiente exterior. En el análisis del estilo cognitivo se pone énfasis en la forma de organizar el pensamiento más que en el contenido (*cf.*, Bañuelos, 1995).

El interés en el tema de estilo cognitivo data de la década de los setenta, en especial, con los trabajos de Witkin H. A. Posteriormente, como consecuencia de todas las investigaciones realizadas se han sugerido muchas clasificaciones tipológicas de estilos cognitivos: reflexivo-impulsivo, analítico-temático, etc. No obstante, diversos autores (*v.gr.*, Bañuelos, 1995; Sánchez y González, 1993; entre otros) han destacado el mayor apoyo empírico de que goza la clasificación propuesta por Witkin (*cf.*, Goldstein y

Blackman, 1978). De acuerdo a Witkin, el estilo cognitivo está en función del grado en que un sujeto depende, principalmente, de sí mismo (estilo independiente) o es influido (estilo dependiente) por el ambiente exterior (*i.e.*, campo) en su funcionamiento psicológico. Witkin, Moore, Goddenough y Cox (1977) reportaron una serie de características sobresalientes en los dos estilos cognitivos (*cf.*, Bañuelos, 1994; Reyes, 1982) (*q.v.*, Tabla 1). Entre estas se pueden identificar algunas que se refieren al proceso de resolución de problemas. De hecho, en diversas investigaciones (*e.g.*, Alsina, 1990; entre otros) se ha obtenido evidencia empírica que apoya la relación entre tales características y la solución de problemas. Alsina (1990), al respecto, señala:

“ una de las características individuales que se han investigado extensamente en relación con el desempeño en matemáticas y con el comportamiento que interviene en la resolución de problemas matemáticos es el estilo cognoscitivo. Witkin (1977) estableció la relación entre dicho estilo y el aprendizaje en matemáticas; además definió... estilos cognoscitivos como modos consistentes y típicos del funcionamiento mostrado por personas en las actividades intelectuales y de percepción...” (p.48).

Los estilos cognoscitivos fueron concebidos por Witkin como una variante continua desde el extremo analítico hasta el extremo holístico (total e intacto) tanto en las actividades intelectuales como en las de percepción. Los individuos con estilo dependiente, también llamado dimensión de esfera dependiente, se distinguen por la aptitud de preservar la naturaleza holística del estímulo y adaptarse a la esfera prevale-

**Tabla 1**

Características de los sujetos dependientes e independientes de campo, según H. A. Witkin (Bañuelos, 1995).

<b>Dependiente</b>	<b>Independiente</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visualizan patrones en forma más global</li> <li>- Aprenden mejor con más claves visuales y más reforzamiento</li> <li>- Son mejores en el aprendizaje de contenido social</li> <li>- Requieren una estructura, unos objetivos y un refuerzo exteriormente definidos</li> <li>- Experimentan una mayor dificultad en aprender un material no estructurado</li> <li>- Tienden a aceptar la organización dada y son incapaces de reorganizarla</li> <li>- Necesitan instrucciones más explícitas sobre la forma de resolver problemas</li> <li>- Tienen dificultad en reestructurar los elementos de un problema para su solución</li> <li>- Tienden a confundir relaciones de figura-fondo, les es difícil separar información relevante del fondo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tienen una percepción analítica de los estímulos</li> <li>- Adquieren información con menos claves visuales</li> <li>- Necesitan ayuda para concentrar su atención en material de contenido social</li> <li>- Resultan ser hábiles y rápidos para abstraer información relevante</li> <li>- Pueden analizar una situación y reorganizarla</li> <li>- Poseen mayor competencia en el análisis y en la reestructuración cognoscitiva</li> <li>- Capaces de resolver problemas sin instrucciones y orientación explícitas</li> <li>- Pueden reestructurar los elementos de un problema para su solución</li> <li>- Poseen mayor capacidad para descubrir características sobresalientes en un campo complejo</li> </ul>

ciente. En tanto que individuos con estilo independiente, denominados estilo cognoscitivo de dimensión de esfera independiente, se caracterizan por su aptitud para distinguir y coordinar detalles extraídos de un estímulo complejo, cuyo contexto puede ser muy complicado para otros.

En diversos reportes se ha sugerido que cada uno de los estilos cognitivos está relacionado con diversas actividades, por ejemplo con la manera de identificar atributos significativos de un concepto. Pero una gran cantidad de investigación se ha centrado en estudiar el rendimiento o desempeño en matemáticas (*v.gr.*, Vadya y Chansky, 1980; Kush, 1984; VanBlerkom, 1985, cit. en Alsina, 1990). Estos estudios, que han insinuado la relación entre el estilo independiente de campo, en particular, y matemáticas, despertaron el interés en otro tipo de relación: la existente entre estilo cognitivo y la capacidad para solucionar problemas matemáticos.

En un trabajo desarrollado por Alsina (1990) sus resultados mostraron evidencias de una mejor ejecución en estudiantes de estilo independiente quienes emplearon más estrategias de planificación, construcción de modelos, analogías y verificación, que en alumnos de estilo dependiente. En este mismo estudio la autora discute varios trabajos que encontraron una correlación positiva entre el estilo cognitivo y la resolución de problemas matemáticos. En tanto que otros autores han concluido que la esfera de estilo independiente es una de las características más sobresalientes de los solucionadores exitosos de problemas matemáticos (*cf.*, Dodson, 1972, cit. en Alsina, 1990). El trabajo realizado, posteriormente, por Blake (1976) confirmó los resultados y señaló, además, como lo encontró después Alsina (1990), que los estudiantes con este estilo cognitivo aplican una mayor variedad de procesos heurísticos (*i.e.*, secuencia de acciones tomadas a fin de crear un algoritmo para solucionar un problema).

Polya (1957) ha sugerido una explicación del porqué existe tal diferencia, en la resolución de problemas, entre ambos estilos de pensamiento. En la forma de percibir está la clave. Los de esfera dependiente preservan la naturaleza holística y lo contrario ocurre con los individuos con esfera independiente. Según Polya, el resolver un problema matemático implica que hay que encontrar una manera de hacerlo, pero tal método no se conoce de inmediato; entonces, el problema se convierte en un obstáculo y hay que buscar diferentes maneras. Es evidente que muchas veces en la solución de un problema matemático es necesario separar sus partes y reorganizarlas de modo diferente, de tal forma que durante este proceso se encuentre la solución.

Es claro, a partir de lo anterior que en el área de estilos de cognición el trabajo se ha orientado a la resolución de problemas matemáticos bajo diversas condiciones, por ejemplo; en estudiantes "sanos" y en estudiantes con "dificultades de aprendizaje" (*cf.*, Artz y Armour, 1992; Montague, 1992); mientras que otros se han dedicado a estudiar la relación entre estilos de cognición (*e.g.*, estilo de independencia de campo) y el tipo de pensamiento (*e.g.*, nivel operativo formal) (*cf.*, Maris, 1990). Se percibe que el objetivo de todo esto consiste en: a) incorporarlos como un procedimiento de aprendizaje (*cf.*, Santos, 1992) para tratar de desarrollar una instrucción eficaz en la solución de problemas y, b) para establecer una relación definitiva entre el estilo cognoscitivo, que interviene en la resolución de problemas matemáticos, y el aprendizaje de las matemáticas (*cf.*, Alsina, 1990; Sánchez, y González, 1993).

Sin embargo, aún con esta situación, no se encontraron reportes que consideraran el estilo de cognición en la resolución de problemas de probabilidad o azar.

De la misma forma, tampoco se localizó en la literatura, contrariamente a lo que existe en el campo de solución de problemas matemáticos, la propuesta de algún sistema para analizar los procesos utilizados por los estudiantes durante la resolución de problemas de probabilidad o estadística. Por lo tanto el que se decidió emplear se basó en las propuestas de procesos heurísticos identificados por diversos teóricos de la resolución

de problemas matemáticos. Entre los principales, que se encontraron, destacan Polya con su texto *How to solve it* (1957); Schoenfeld (cf., Santos, 1992) y Kantowsky (cf., Alsina, 1990). Los supuestos de cada uno son los siguientes: Para Polya, un problema se resuelve correctamente si se siguen estos pasos: comprensión del problema; concepción de un plan para descubrir la solución; ejecución del plan; y verificación del procedimiento y la comprobación del resultado. Él también proponía el empleo de diversos métodos de heurística tales como: descomponer el problema (en subproblemas simples), usar representaciones gráficas o diagramáticas y trabajar el problema hacia atrás (*i.e.*, yendo de la meta al principio, lo cual es útil cuando el estado meta del problema está claro y el estado inicial no).

En cambio para Schoenfeld (cit., en Santos, 1992) el interés radica en la necesidad de propiciar situaciones similares a las condiciones que los matemáticos experimentan en el proceso de desarrollo de la matemática. Su modelo es básicamente el siguiente: análisis (*i.e.*, trazar un diagrama, examinar casos particulares y probar a simplificar el problema); exploración (*i.e.*, examinar problemas esencialmente equivalentes, examinar problemas ligeramente modificados y examinar problemas ampliamente modificados); comprobación de la solución obtenida (*i.e.*, verificar la solución obtenida bajo una serie de criterios: ¿están considerados todos los datos pertinentes?, ¿está acorde la solución con estimaciones razonables?, etc.).

Finalmente, Kantowsky (cit. en Alsina, 1990) propone los siguientes procesos: dibujar un diagrama (figura, esquema o tabla); examen de un caso especial; identificar lo que se busca y lo que se da; identificar información relevante e irrelevante; trabajar hacia delante desde el principio con la información dada; trabajar hacia atrás desde la conclusión; buscar un patrón o encontrar una generalización; buscar un problema relacionado (con estructura similar); buscar un teorema, definición, operación o algoritmo que se aplique al problema; resolver parte del problema; verificar la solución; examinar si existe otra manera de encontrar la solución (*i.e.*, soluciones alternas); examinar si se puede obtener otra solución; y estudiar el proceso de resolución.

Bañuelos (1995) señala que la resolución de problemas, en especial los matemáticos, no debe verse como un proceso aislado sino como una situación en la que están involucradas variables inherentes al solucionador (*v.gr.*, motivación, sexo, estilo de aprendizaje) y al entorno de la tarea.

Pese a lo anterior, en la revisión bibliográfica efectuada advertimos la ausencia de investigación sobre muchas de estas variables.

## ACTIVIDAD CORTICAL

“Cuando se le contempla directamente, la vista no resulta ser muy placentera. Suave, esponjado, vetado y de color rosa-grisáceo, no se puede decir que posea una gran belleza física. Sin embargo, a pesar de su apariencia, se le califica como la mayor de las maravillas naturales que conocemos y posee una belleza y una complejidad propias.” (Feldman, 1996, p. 59). El objeto al que se le aplica la anterior descripción es el cerebro. Éste es, paradójicamente, el responsable de nuestros procesos conductuales más elevados (*e.g.*, pensamientos, aprendizajes, etc.), así como de nuestras necesidades más primitivas. Es, además, el supervisor del intrincado funcionamiento del cuerpo humano. Se ha dicho que si se tratara de diseñar un sistema (*e.g.*, una computadora) que efectúe las capacidades del cerebro, la tarea sería prácticamente imposible. Se ha visto que incluso acercarse a su funcionamiento es tarea sumamente difícil (cf., Hanson y Olson, 1990). Sólo la gran cantidad de células nerviosas del cerebro es suficiente para intimidar los proyectos de un diseño de tal naturaleza por parte de muchos científicos. Cientos de miles de millones de células nerviosas conforman una estructura que pesa solamente 1.250 kg



en el promedio de los adultos. Sin embargo, no es el número de células el dato más sorprendente sobre el cerebro, sino su capacidad de permitir el florecimiento del intelecto humano al tiempo que dirige y supervisa nuestro comportamiento y nuestros pensamientos.

Las funciones del cerebro han apasionado e intrigado a los seres humanos durante siglos. Desde los filósofos griegos había la preocupación por el origen de nuestra capacidad para razonar. Después de transcurridos muchos siglos el hombre ha sido capaz, únicamente, de aprender las cuestiones más generales sobre el funcionamiento de éste. Se conoce algunos de los principios que rigen la integración de órdenes para realizar movimientos y para modularlos. Se ha logrado entender, también, los principios generales del funcionamiento de nuestros órganos de los sentidos y de la percepción de la luz, el sonido, el calor, etc., y se les ha localizado en algunas áreas del sistema nervioso. Además, se sabe el papel de éste en el funcionamiento de algunos órganos importantes como el corazón (*cf.*, Tapia, 1987). Hay, incluso, conocimientos que empiezan a dar resultados en cuanto a establecer los mecanismos de ciertas enfermedades neurológicas, aunque también se ha comenzado a proponer elementos para tratamientos eficaces viables.

Los retos que ha impuesto el estudio del cerebro han sido muchos. En una gran parte de la historia de su estudio, es posible advertir que éste se efectuaba exclusivamente después de la muerte de una persona. Solamente, entonces, se podía abrir el cráneo y realizar cortes en el cerebro sin el riesgo de provocar daños de gravedad. Sin embargo, este procedimiento, tan limitado, si bien proporcionaba información sobre el cerebro no permitía conocer gran cosa acerca del funcionamiento de un cerebro sano y vivo. No obstante, lo anterior, en la actualidad la situación es distinta.

Se puede afirmar que los avances más importantes, al respecto, se han logrado a través del "escaneo" del cerebro (*i.e.*, un método para "fotografiar" el funcionamiento del interior del cerebro sin necesidad de intervenir, perforar o invadir el cráneo). A continuación se describen, brevemente, las principales técnicas de exploración del cerebro.

#### **a) El electroencefalograma (EEG)**

El descubrimiento de las propiedades eléctricas del músculo y del nervio se remonta a los experimentos de Galvani, alrededor de 1791. Este hallazgo condujo a la descripción del potencial de acción del nervio por parte de Du Bois-Reymond (Jiménez, 1997). La importancia de su trabajo radica en que hizo suponer que el cerebro podría poseer características eléctricas similares. Posteriormente, Caton en 1875, registró una variación continua de potencial mediante dos electrodos colocados en la superficie cortical de conejos y monos. Esta variación se presentó en los animales sin estimulación externa alguna y no se relacionó con el ritmo cardíaco ni con la respiración. De manera similar, en 1890, Beck encontró ondas cerebrales en la corteza cerebral del perro. Sin embargo, fue Berger, en 1929, quien presentó la primera publicación de potenciales cerebrales en el hombre normal en condición de vigilia. Él encontró dos amplios ritmos: alfa y beta, los cuales Neminski, en 1925, había observado en perros. Asimismo, designó al registro obtenido mediante esta técnica no invasiva con el nombre de electroencefalograma (EEG), la cual podía usarse como índice de anomalía en enfermedades cerebrales, como la epilepsia. Adrian y Matthews (1934, cit., en Cleary, 1982), posteriormente, desarrollaron aparatos de registro más sensibles y duplicaron el trabajo de Berger; ellos demostraron que los registros no se podían atribuir simplemente a procesos tales como la actividad muscular o a las pulsaciones en el sistema circulatorio, e

hicieron un intento para clasificar los patrones asociados con las condiciones patológicas, edad, nivel de actividad, etc.

El electroencefalograma que se registra en el pericráneo es, por supuesto, sólo una medida burda de la actividad de un gran número de neuronas corticales, y en cierto grado subcorticales. Incluso, se ha planteado, que un electrodo de aguja insertado en el cerebro de un animal experimental registra la actividad de millones de células. Se podría esperar que la actividad combinada de tantas células neuronales fuera simplemente de carácter aleatorio. Hasta cierto grado, éste es el caso, aunque también se pueden distinguir en el EEG varias señales de actividad cortical. Estas pueden variar en los siguientes parámetros: la amplitud de las ondas registradas (voltaje expresado en microvolts  $\mu\text{v}$ ); la frecuencia, expresada en cps o hertz (hz), lo cual permite definir cuatro bandas: delta (1-3 hz), theta (4-7 hz), alfa (8-12 hz) y beta (13-20 hz, en general, superior a 12 hz); la regularidad (sincronización) o irregularidad en la frecuencia; la morfología; la topografía; y la reactividad (Hazeman y Masson, 1982, cit. en Jiménez, 1997).

Básicamente, el EEG registra, por medio de electrodos (habitualmente, discos metálicos cóncavos) que se colocan en la parte exterior del cráneo, las señales eléctricas que se transmiten en el interior del cerebro. Los electrodos son fijados por una pequeña gasa cubierta con colodión, una sustancia proteínica pegajosa. La superficie de los electrodos es cubierta con una crema que facilita la transmisión de los potenciales eléctricos. Los electrodos son colocados, usualmente, de acuerdo a un sistema estándar (el sistema 10-20, *cf.*, Jasper, 1958) donde se refiere técnicamente a cada ubicación como derivación (*e.g.*, O1, CZ, etc.).

Usualmente, un polígrafo se encarga de amplificar y trazar en un papel una señal eléctrica que representa la diferencia en voltaje entre pares de electrodos y un área neutral eléctricamente (*i.e.*, electrodo de referencia). Aunque, tradicionalmente el EEG puede producir tan sólo un trazo gráfico de patrones de ondas eléctricas, en la actualidad con el empleo de técnicas y tecnologías nuevas se puede transformar la actividad eléctrica del cerebro en una representación esquemática de éste (*v.gr.*, logrando un "mapa" cerebral) que permite diagnosticar problemas de aprendizaje o neurológicos, entre otros.

#### **b) La tomografía axial computarizada (TAC)**

En este procedimiento se utiliza una computadora para generar una imagen del cerebro mediante la combinación de miles de placas de rayos X tomadas desde ángulos ligeramente distintos. Es de gran utilidad para mostrar anomalías en la estructura del cerebro, tales como hinchazones o abultamientos de determinadas partes; sin embargo, no proporciona información acerca de la actividad cerebral (Feldman, 1996).

#### **c) Imágenes por resonancia magnética (IRM)**

Este método de "escanear" (fotografiar) el cerebro consiste en producir un poderoso campo magnético que ofrezca una imagen especialmente detallada de las estructuras cerebrales. Las imágenes que se obtienen con esta opción son generadas por medio de computadoras.

#### **d) La tomografía por emisión de positrones (TEP)**

Una de las herramientas más poderosas para el estudio del cerebro viviente y su función en la conducta apareció hacia fines de la década de 1970 merced a la investigación de L. Sokoloff. Para entender la contribución de Sokoloff en necesario saber que la glucosa es el combustible principal del cerebro y que las neuronas usan más

glucosa si están activas y menos cuando se encuentran en reposo. También es importante conocer que si se inyecta una sustancia llamada desoxiglucosa, las células la toman como si fuera glucosa y la metabolizan de manera similar; el producto del primer paso en el metabolismo de la desoxiglucosa ya no puede ser metabolizado; sin embargo, puede marcarse con una sustancia radiactiva y medirse; esta cantidad indica cuán activo estuvo un grupo de células (incluso que tan activas estuvieron células individuales). Cuanto más trabajo se haya realizado, más combustible se consumió y se sintetizó más proteína. Los científicos miden la radiactividad desde el exterior del cráneo mientras la persona o el sujeto animal viviente está activa o inactiva. El nombre de este procedimiento se conoce como *tomografía transaxial por emisión de positrones* (TEP) (cf., Davidoff, 1990).

Este procedimiento, en esencia, proporciona una indicación de la actividad real del cerebro en un momento dado. Comienza con una inyección de isótopos radiactivos en el cerebro. Luego que se determina la ubicación de la radiación dentro del cerebro, una computadora puede establecer cuáles son las regiones de mayor actividad del cerebro (cf., Feldman, 1996).

Cada una de las técnicas descritas ofrece posibilidades muy interesantes, no sólo para su diagnóstico y el tratamiento de los padecimientos y las lesiones cerebrales, sino también para una mayor comprensión del funcionamiento normal y natural del cerebro. Entre todas ellas se puede responder preguntas relativas a: a) la química cerebral, en la que subyacen conductas de todos tipos; b) el funcionamiento cerebral de poblaciones especiales (e.g., personas alcohólicas, esquizofrénicas y víctimas de embolias); c) los cambios en el funcionamiento del cerebro conforme pasa el tiempo (e.g., durante la infancia y la senectud, o antes y después de perturbaciones, drogas o terapia).

En relación al estudio del cerebro Crick (1981) ha mencionado que:

**“... se está estudiando el cerebro a muchos niveles, desde el molecular en sus sinapsis hasta el de complejas formas de comportamiento, y ... se está abordando con diversos enfoques -químico, anatómico, fisiológico, embriológico y psicológico- el sistema nervioso de muchos animales diferentes, desde los simples invertebrados hasta el hombre mismo. No obstante, a pesar de la rápida acumulación de conocimientos detallados en este campo de investigaciones, el modo de funcionar del cerebro sigue siendo todavía profundamente misterioso”** (p. 220; el resaltado con negritas es del autor de la tesis).

Por otro lado, se ha señalado, en el campo del estudio del cerebro, que al iniciarse en una nueva disciplina, es un ejercicio provechoso intentar distinguir entre los temas que, aun distando mucho de ser entendidos, parecen por lo menos susceptibles de ser explicados mediante aproximaciones de uno u otro tipo y aquellos otros para los que, por ahora, no parece que se pueda contar con ninguna explicación, ni siquiera a grandes líneas o en esbozo. En el primer caso se podrían colocar temas como la naturaleza química y eléctrica de las neuronas y sinapsis, la habituación y sensibilización de cada neurona, los efectos de los fármacos sobre el sistema nervioso, entre otros. En este grupo estaría la neuroanatomía y la neurofarmacología, casi completas, y una gran parte de la neurofisiología. Por otro lado, hay algunas capacidades humanas que se resisten a nuestra manera actual de entenderlas. Se “presiente” que ahí hay algo difícil de explicar, pero resulta casi imposible decir clara y exactamente en que consiste la dificultad.

En este sentido, el objetivo central del presente trabajo está situado en una posición intermedia entre ambos tipos de temas ya que si bien se dispone, en cierta forma,

de las técnicas pertinentes para la exploración del funcionamiento del cerebro involucrado en una actividad cerebral que está relacionada con una capacidad intelectual, la de resolución de problemas, en particular los de índole probabilístico, el conocimiento disponible no permite decir claramente como es ésta, aunque creemos que es susceptible de ser conocida.

Al parecer, no existe evidencia, excepto a muy grandes líneas, sobre la actividad cerebral, especialmente la que se lleva a cabo en la corteza cerebral, durante el proceso de solución de problemas de tipo matemático. No obstante, que en diversos estudios llevados a cabo se han encontrado datos que obligan a pensar que ciertas facultades superiores (e.g., la del lenguaje) dependen de regiones especializadas del cerebro humano. Por ejemplo, se sabe desde hace más de cien años que por lo menos dos regiones definidas del córtex cerebral son esenciales para la aptitud lingüística y que parecen estar explícitamente organizadas para el procesamiento de la información verbal. También, que ciertas estructuras de la superficie interna de la parte inferior del lóbulo temporal, incluido en hipocampo, son indudablemente necesarios para una prolongada retención de los recuerdos. Aún más, en algunos casos, la especialización funcional de un sistema de neuronas parece estar definida con toda precisión: así, a ambos lados de la corteza cerebral humana hay un área a la que concierne principalmente el reconocimiento de rostros. Geschwind (1981), también, ha planteado que: "...los dos hemisferios cerebrales están especializados en diferentes tipos de actividad mental" (p. 142).

Por lo tanto, es probable que otras actividades mentales estén también asociadas a determinados "retículos" de neuronas. Se dice (cf., Geschwind, 1981) que, entre otras, las capacidades musicales y artísticas parecen depender de sistemas cerebrales especializados, no obstante que la disposición de sus circuitos aún no ha sido estudiada.

¿Qué permite suponer lo anterior, o que apoya dicha suposición?. Básicamente, lo siguiente: a) los sistemas nerviosos de todos los animales tienen en común cierto número de funciones básicas, de las que las más notorias son el control del movimiento y el análisis de la sensación (Geschwind, 1981; Pinillos, 1975). Lo que distingue al cerebro humano, según diversos autores, es la variedad de actividades más especializadas que es capaz de aprender; b) que una de las características distintivas del cerebro humano consiste en la manera de repartirse las funciones entre los dos hemisferios cerebrales. Una observación de la experiencia cotidiana que da pauta para conjeturar sobre el no muy simétrico funcionamiento cerebral es que la mayoría de la gente tiene preferencia por la mano derecha, que es controlada por el lado izquierdo del cerebro. Las capacidades lingüísticas residen también preponderantemente en el lado izquierdo. Por estas razones se decía antes que el hemisferio cerebral izquierdo era el dominante, y el del lado derecho el subordinado. En años recientes ha sido revisada tal concepción y se ha hecho indiscutible que cada hemisferio tiene sus especialidades. Entre aquellas para las que es dominante el lado derecho, se pueden incluir ciertas predisposiciones y aptitudes para la música y para el reconocimiento de complejos patrones visuales, además le concierne de modo particular la expresión y el reconocimiento de la emoción; c) relacionado con lo anterior, la información que se ha obtenido a través de uno de los principales medios de estudio del cerebro, propuesto por Otfried Foerster y Wilder Penfield, consistente en cartografiar las regiones responsables de varias funciones cerebrales. Ellos, en 1920, estudiaron las respuestas que suscitaba la estimulación eléctrica de varios puntos del córtex, en pacientes que estaban conscientes durante la intervención quirúrgica y que habían sobrevivido a la causa más común de deterioro del cerebro en el hombre: la trombosis cerebral o ataque de apoplejía (i.e., la oclusión de alguna arteria en el cerebro, a consecuencia de la cual mueren los tejidos que debía alimentar la arteria bloqueada). Dichos estudios demuestran que existen regiones con especialización somatostésica o motriz de la corteza cerebral. Por un lado, el mapa cortical conocido como *homúnculo*

*de Penfield y Ransmussen* confirma que a cada lugar de la corteza puede asociársele, incluso, con alguna parte del cuerpo (*q.v.*, figura 1); por otro lado, otro mapa del córtex humano también muestra regiones cuyas especializaciones funcionales han sido identificadas (*q.v.*, figura 2); d) en fechas recientes se ha pasado a una concepción distinta de los fenómenos cognitivos. Gardner (1995), ha propuesto una teoría donde plantea que la inteligencia no es una sino que es múltiple: lingüística, musical, lógica y matemática, espacial, corporal, etc. Los distintos tipos actúan de forma armónica pero cada uno de ellos son, relativamente, autónomos.

En relación a estos incisos podemos agregar que entre las regiones especializadas del cerebro que se han investigado con mayor profundidad están las que guardan relación con el lenguaje. Destacan los trabajos del investigador francés Paul Broca, realizados en los años 1860. Él hizo notar que la lesión de una determinada zona de la corteza originaba sistemáticamente una afasia o desorden del habla. Esta zona está a un lado del lóbulo frontal, y hoy se le denomina área anterior del lenguaje o, sencillamente, área de Broca (*q.v.*, figura 2). Hubo un segundo descubrimiento importante de él: señaló que mientras la lesión de esa área del lado izquierdo del cerebro originaba la afasia, una lesión similar en la zona correspondiente del lado derecho dejaba intacta la facultad de hablar. Geschwind (1980) menciona: “Este hallazgo se ha venido confirmando con múltiples pruebas: más del 95 por ciento de las afasias (desorden ocasionado por un daño cerebral que provoca problemas con la expresión verbal) causadas por lesiones del cerebro resultan del deterioro del hemisferio izquierdo” (p. 145, el paréntesis es del autor de la tesis). Otro tipo de afasia fue identificada por el investigador alemán Carl Wernicke, en 1874, ésta depende de la lesión de otra zona del córtex, también en el hemisferio izquierdo, pero localizada en el lóbulo temporal, no en el frontal. Esta región llamada en la actualidad área de Wernicke, se halla situada entre el córtex auditivo primario y una estructura denominada giro angular, la cual probablemente sirve de intermediaria entre los centros visual y auditivo del cerebro. Actualmente se ha averiguado que ambas áreas están conectadas entre sí por un haz de fibras nerviosas: el fascículo arqueado. Para una explicación pormenorizada sobre este aspecto se recomienda el texto de Luria (1973).

Un dato más que apoya la idea de la especialización del cerebro humano consiste en que una lesión en cualquiera de estas áreas se traduce, en principio, en una disrupción del habla, pero según sea una u otra el área afectada será totalmente diferente la naturaleza del desorden. Por ejemplo, en la afasia de Broca, el habla es trabajosa y lenta y la articulación débil e incorrecta. Frecuentemente, las respuestas a las preguntas tienen sentido, pero por lo general, no pueden ser expresadas en forma de frases completas y gramaticalmente bien construidas. Al sujeto le resulta difícil la conjugación de los verbos. Como resultado de todo ello, su habla tiene un estilo telegráfico (*e.g.*, su discurso podría ser: “Sí...lunes...papá y Daniel...miércoles a las nueve...a las diez en punto ...doctor...dientes”), pero también su escritura. En tanto que en la afasia de Wernicke el habla es fonética y gramaticalmente normal, pero semánticamente desconcertante; es decir, las palabras usadas son a menudo inapropiadas y a veces se interfieren silabas o palabras sin sentido (*e.g.*, un paciente puede dar la siguiente descripción: “la madre está fuera aquí trabajando su trabajo para ir mejor, pero cuando ella está mirando los dos chicos mirando a la otra parte. Ella está trabajando otra vez”).

Con base en el análisis de estos defectos del habla Wernicke formuló un modelo de la producción del lenguaje en el cerebro. Algunos autores (*cf.*, Geschwind, 1980; entre otros), mencionan que durante los últimos 100 años se ha hecho un gran acopio de nueva información, pero los principios generales elaborados por Wernicke todavía parecen válidos.

Estos estudios, han permitido identificar que la estructura subyacente de una enunciación se origina en el área de Wernicke. A continuación pasa por el fascículo

arqueado del área de Broca, donde suscita un detallado y coordinado programa de vocalización. Esto es transmitido al área anterior adyacente de la corteza motora, que activa los músculos apropiados de la boca, los labios, la lengua, la laringe y demás. También, que esta área, no sólo interviene en el hablar, sino que desempeña un papel importante en la comprensión de la palabra hablada y en el leer y en el escribir. Finalmente, con un modelo de tales características ha sido posible explicar muchos de los síntomas que caracterizan las afasias.

Conviene insistir, de nuevo, en que en la mayoría de las investigaciones sobre la especialización de los hemisferios cerebrales se han empleado sujetos que han sufrido daños cerebrales o a través de autopsias. Al margen de ello, ha sido posible identificar las áreas que intervienen en otros procesos. Entre ellos se pueden mencionar los siguientes:

a) reconocimiento de rostros, donde están involucradas regiones situadas en las caras inferiores de los lóbulos temporal y occipital a ambos lados del córtex. Lesiones donde se destruyen estas áreas alteran la capacidad de reconocer a las personas por sus rasgos faciales (*q.v.*, figura 3).

b) la pronunciación de palabras oídas y de palabras escritas (*q.v.*, figura 4).

c) ciertos procesos de la memoria, los cuales parecen estar asociados a estructuras de la cara interna de los lóbulos temporales (*v.gr.* el hipocampo) (*q.v.*, figura 5).

d) una de los hallazgos recientes, que más han sorprendido, es el de que las reacciones emocionales que se siguen de las lesiones de los lados derecho e izquierdo del cerebro son diferentes. Las lesiones del lado izquierdo van acompañadas de los sentimientos de pérdida y de depresión. Las del lado derecho dejan al paciente sin preocupación alguna sobre su estado.

De lo anterior se deriva el argumento de que si a funciones tan estrictamente definidas, como las mencionadas anteriormente, les corresponden retículos neuronales específicos parece probable que otras muchas funciones, entre ellas la de solución de problemas probabilísticos, tengan similares correspondencias.

La ardua tarea en el estudio del cerebro es doble: trazar el mapa de las regiones especializadas del cerebro y el describir su funcionamiento interno. Falta resolver muchos problemas acerca de la química y la fisiología del cerebro. Por ejemplo, es necesario aprender mucho sobre la manera en que los neurotransmisores actúan para excitar o inhibir la actividad neuronal; sobre como los receptores pueden ser modificados en su cantidad, arreglo en la membrana de las neuronas y sensibilidad a su correspondiente neurotransmisor. También, es fundamental conocer como la neurona es capaz de integrar la información que recibe simultáneamente desde tantos cientos de neuronas diferentes para que finalmente envíe o no señales eléctricas.

Hace falta, asimismo, tener una idea más completa e integrada de la organización de los circuitos neuronales y de qué transmisor o transmisores funcionan en las sinapsis involucradas entre las neuronas que los componen. Se requiere conocer cómo un circuito afecta o modifica la acción de otros circuitos, especialmente en cuanto a la integración de la función primordial de cada circuito, pues cabe la posibilidad de que determinadas funciones mentales sean el resultado de la actividad de muchos circuitos funcionando al mismo tiempo.

Los aspectos enunciados son solo una pequeña parte de los muchos aspectos que aún falta por conocer y comprender. Es cierto que se ha avanzado mucho desde la época de los griegos (*q.v.*, figura 6) pero, como lo ha indicado Tapia (1987), lo que falta por saber para entender los detalles del funcionamiento de los núcleos y circuitos cerebrales excede, considerablemente, lo que ya se sabe.

Con relación a la investigación que en este sentido se ha desarrollado en lo relativo al proceso de resolución de problemas estocásticos, la situación es la siguiente: en la literatura revisada no se han encontrado estudios que describan directamente un

perfil de actividad cortical durante la resolución de problemas de índole matemático, ni estadístico, tampoco de probabilidad. Por ejemplo; entre los trabajos que se han publicado se pueden mencionar los siguientes: Fasotti, Eling y Bremer (1992) quienes estudiaron a pacientes (n=40) con lesiones cerebrales diversas, en lóbulo frontal (30) y , en lóbulo occipital (10), en su dificultad para resolver problemas aritméticos verbalmente. En tanto, Dagenbach y McCloskey (1992), reportaron un estudio de caso de un paciente con daño cerebral en su dificultad para organizar y recuperar información aritmética que le permitiera resolver problemas aritméticos. Ellos mismos reportan una serie de investigaciones que involucran sujetos normales (e.g., Aschraft y Battaglia, 1978; Groen y Parkman, 1972; entre otros) y sujetos con daño cerebral (e.g., Sokol et al, 1991 y 1994; Warrington, 1982; entre otros); sin embargo, señalan que la atención se ha enfocado a cuestiones de aritmética y consideran que ésta ha sido relativamente escasa.

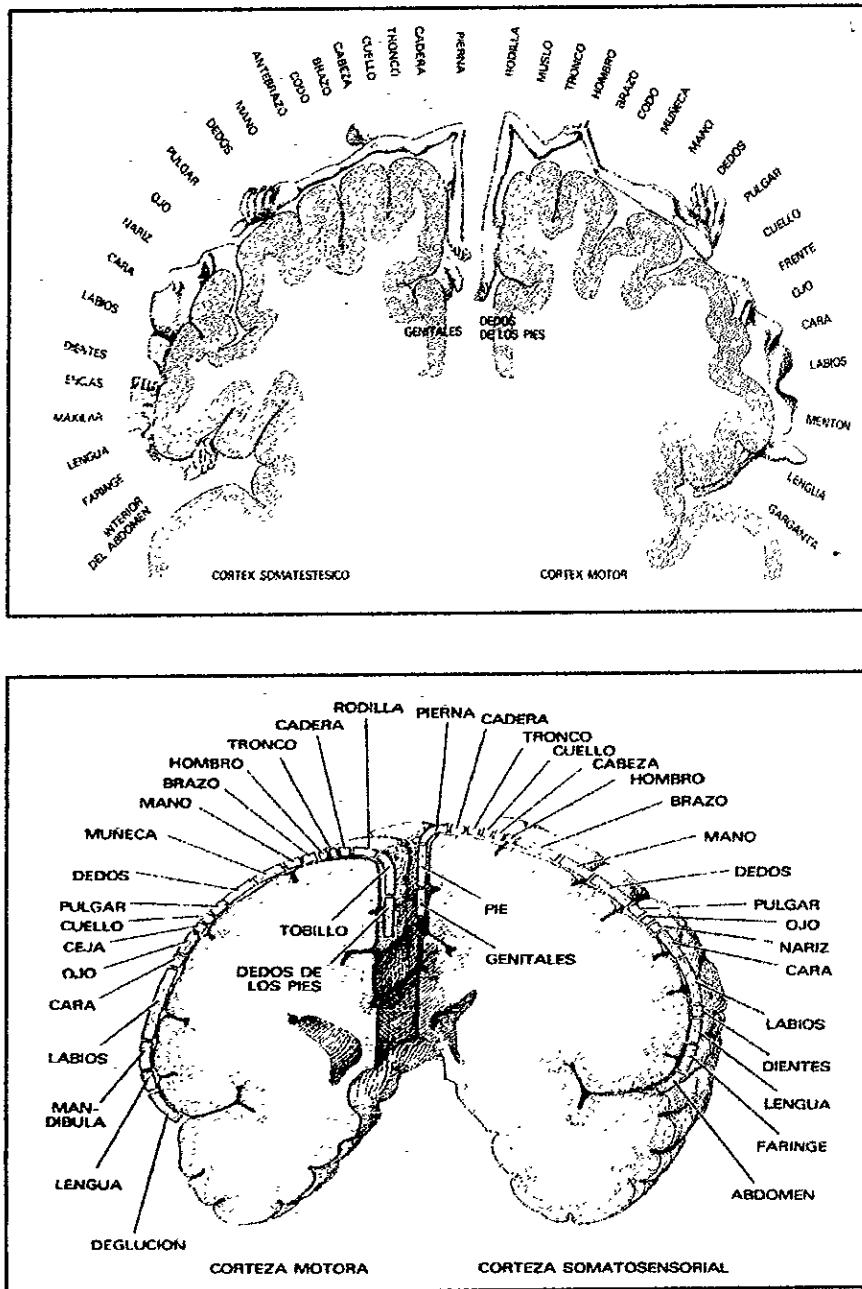
Otro trabajo realizado en esta línea, y que desempeña un papel central en nuestro estudio, es el de Hamdy (1990), quien investigando sobre estilos de pensamiento hizo una comparación del uso (*sic*) del cerebro entre estudiantes de matemáticas y de historia. Sus resultados, en general, fueron que los de matemáticas usaban más el lóbulo (*i.e.*, hemisferio) derecho que los de historia y que existen diferencias significativas en estilos de pensamiento para aprender (*learning thinking styles*) en los alumnos de primer grado de matemáticas respecto a los de cuarto grado.

Este último trabajo es particularmente importante ya que, por un lado, es diferente a los anteriores en términos de que se realizó con sujetos "sanos" y activos; sin embargo, adolece de detalles respecto al procedimiento empleado para llegar a tales conclusiones.

De lo anterior se deduce que, desde la perspectiva neurofisiológica, hay una ausencia de investigación sistemática en esta temática.

¿Que se esperaba en el desarrollo de nuestro trabajo?:

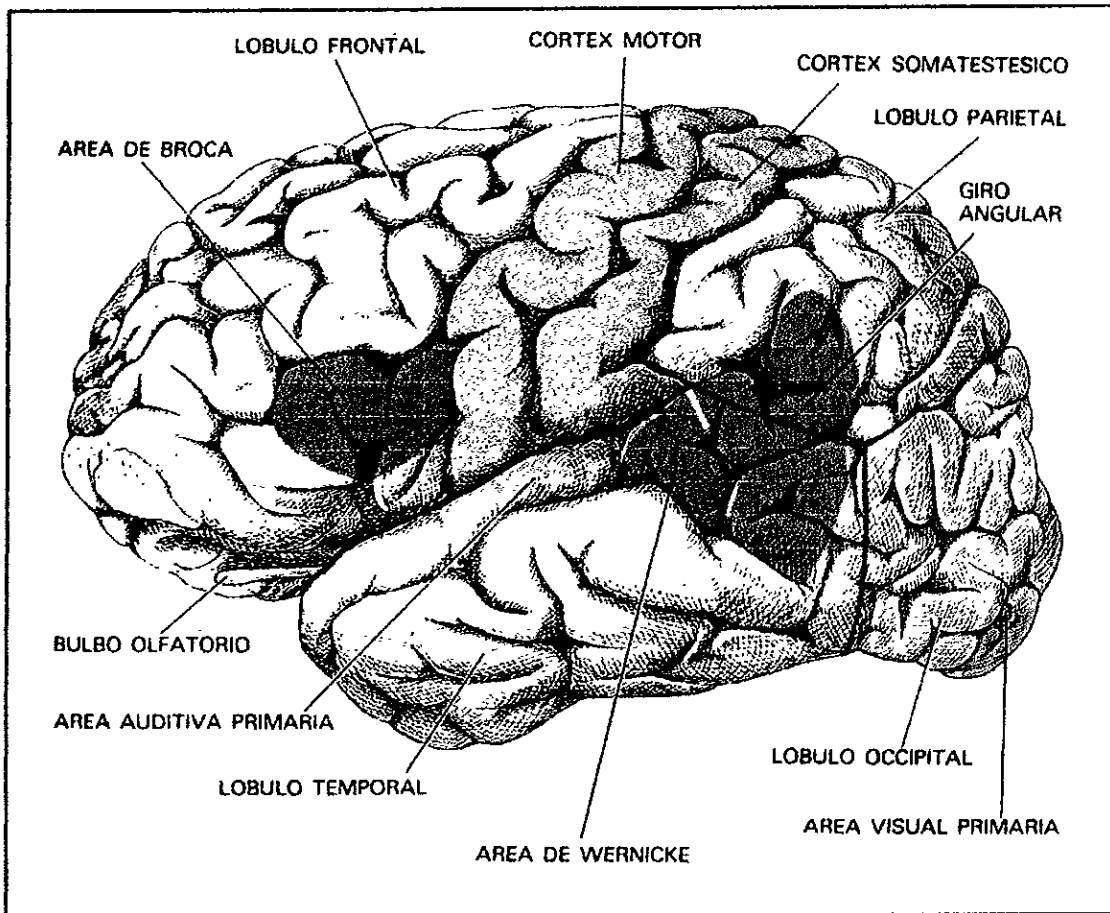
- a) Principalmente, con base en los resultados del reporte de Hamdy (1990), que existiera predominancia de actividad EEG en el hemisferio derecho, en el proceso de resolución de problemas de probabilidad.
- b) Que así como Hamdy había observado diferencias EEG entre estudiantes de dos áreas distintas, encontraríamos desigualdades en la actividad cortical de los estudiantes de éxito *versus* los de no éxito.
- c) Que fuera posible identificar una zona sistemáticamente activa durante el proceso de la resolución de problemas de probabilidad, ya que se puede hacer referencia a una especialización cortical de procesos.



**Figura 1.- Áreas motoras y somatosensoriales de la corteza cerebral.** Constituyen las proyecciones de las áreas motoras y somatosensoriales (sensación en la piel) del cuerpo. Estas regiones están especializadas en el sentido de que a cada lugar de las mismas puede asociarse con alguna parte del cuerpo. En otras palabras casi todo el cuerpo puede ser representado entre los pliegues del córtex, resultando así dos *homúnculos* contrahechos. Ambas ilustraciones representan lo mismo.

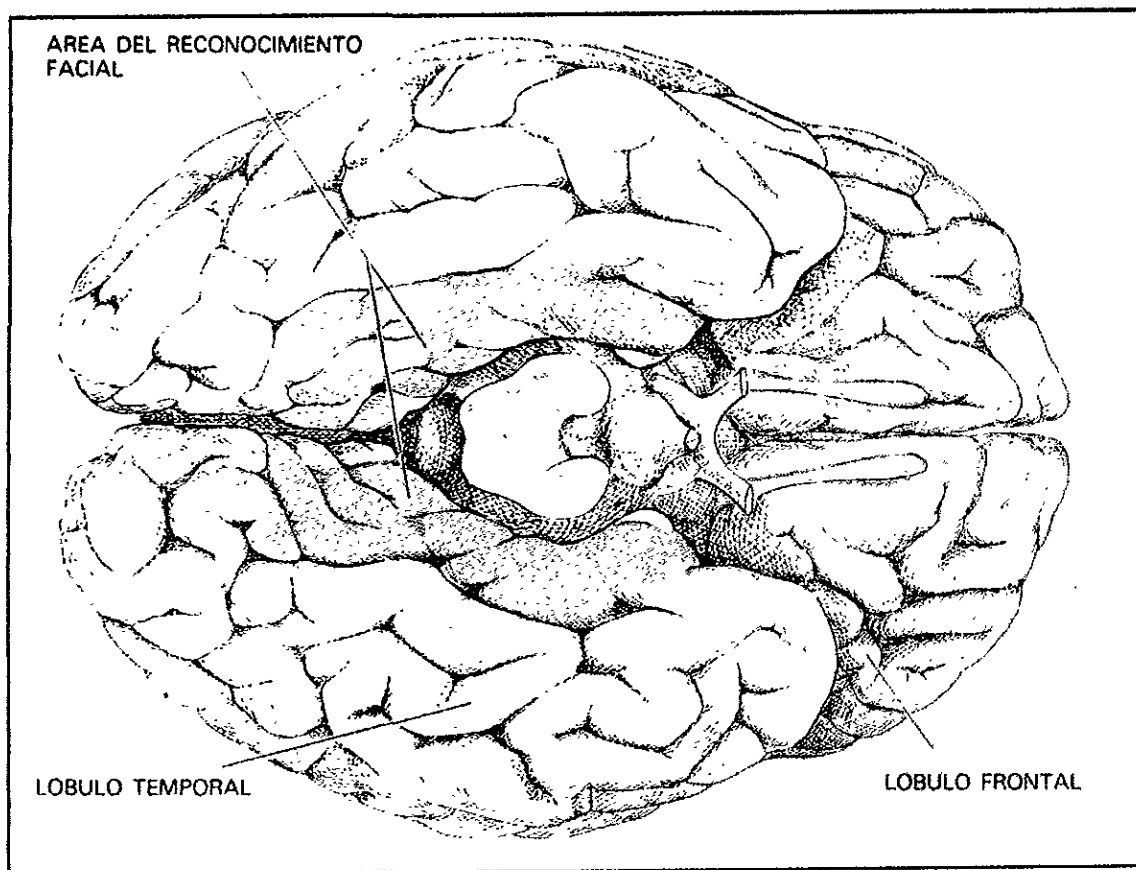
*Fuente:* (de la ilustración superior) Geschwind, N. (1981) Especializaciones del cerebro humano. *El cerebro*. Scientific American. Barcelona (España): Editorial Labor.  
(de la ilustración inferior) Lassen, N.A., Ingvar, D.H., y Skinhöj, E. (1981) Función cerebral y flujo sanguíneo. *El cerebro*. Scientific American. Barcelona (España): Editorial Labor.





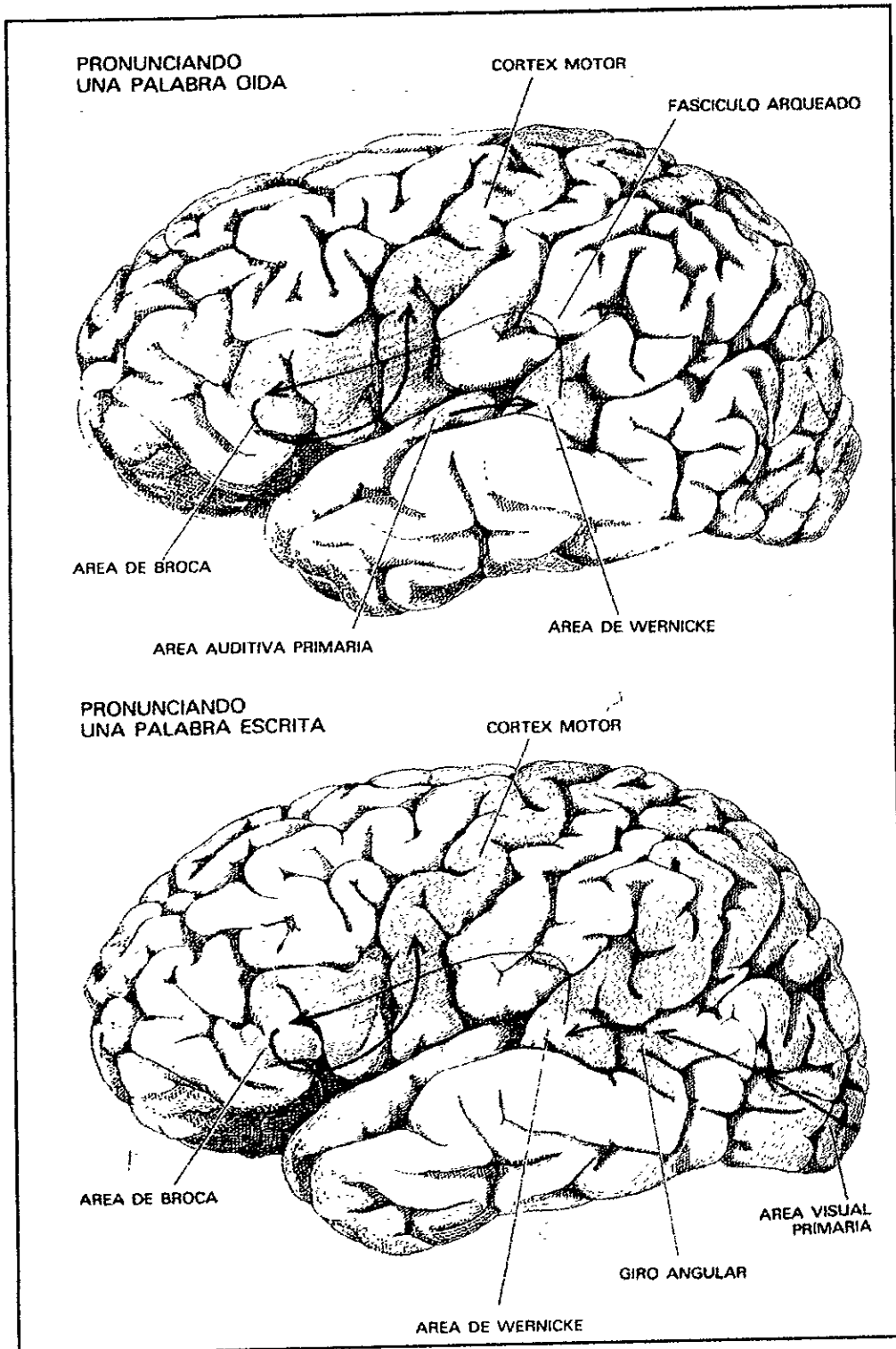
**Figura 2.-** Mapa de la corteza cerebral humana que muestra algunas de las regiones cuyas especializaciones funcionales han sido identificadas. Obsérvese que aparentemente gran parte de la corteza realiza funciones elementales: generación del movimiento (zona del córtex motor) y análisis primario de las sensaciones. Estas zonas, que incluyen las regiones somatestésica y las áreas primarias visual, auditiva y olfativa, se dan en todas las especies que tienen una corteza bien estructurada. Otras áreas, las de oscuro más intenso, están más estrictamente desarrolladas.

*Fuente:* Geschwind, N. (1981) Especializaciones del cerebro humano. *El cerebro*. Scientific American. Barcelona (España): Editorial Labor.



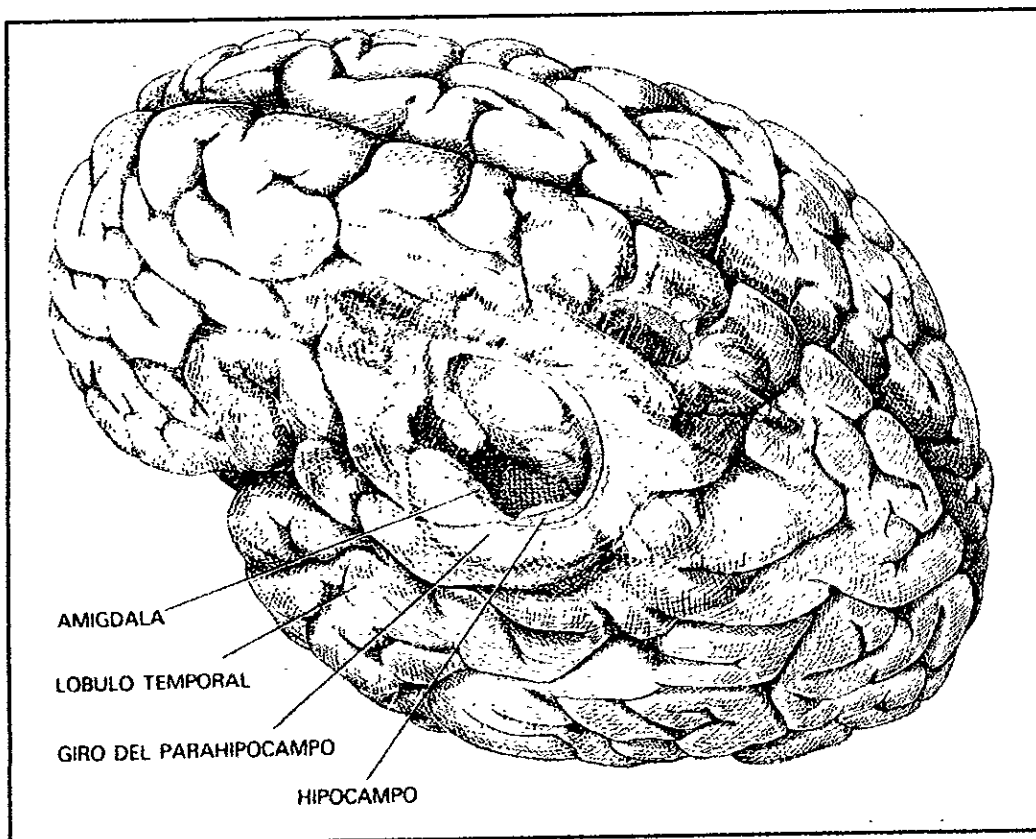
**Figura 3.- Localización cortical del reconocimiento de rostros.** Es una facultad regida, al parecer, por regiones situadas en las caras inferiores de los lóbulos temporal y occipital a ambos lados de la corteza, que aquí se contempla desde su zona basal.

*Fuente:* Geschwind, N. (1981) Especializaciones del cerebro humano. *El cerebro*. Scientific American. Barcelona (España): Editorial Labor.



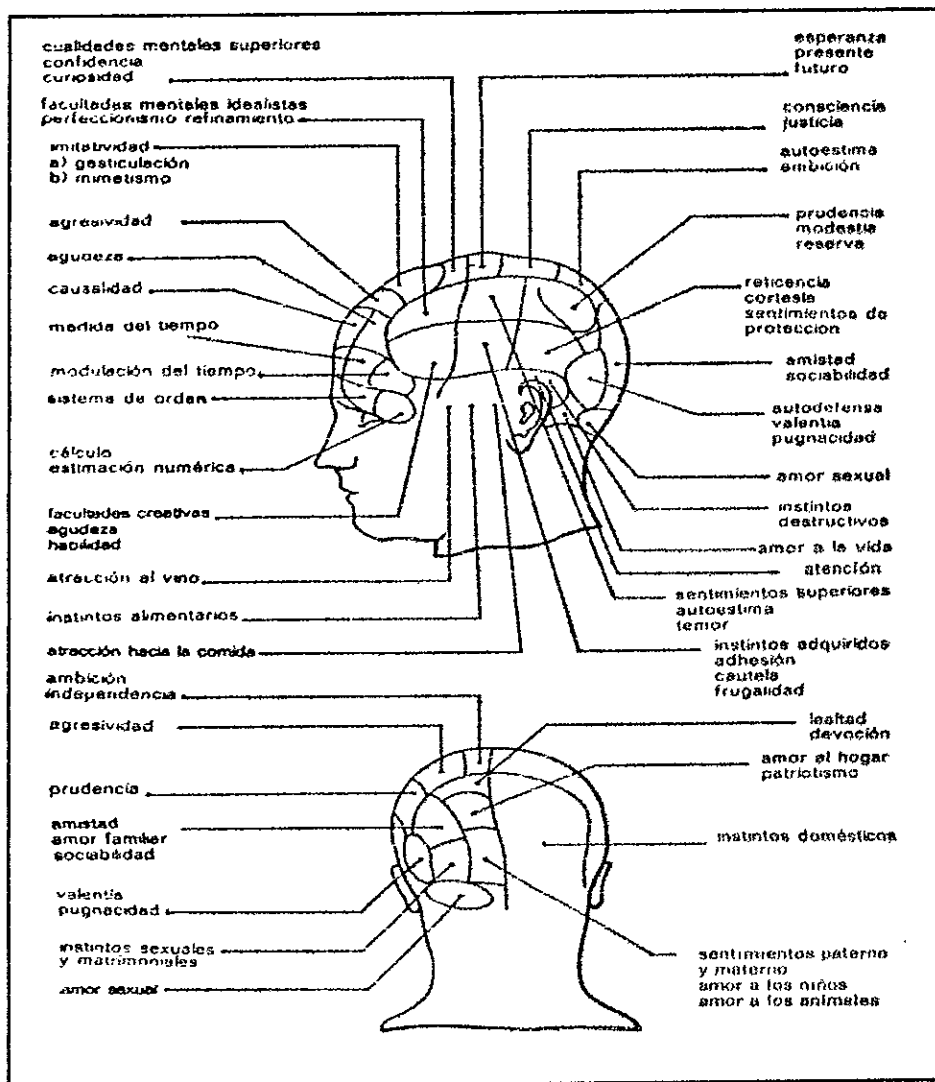
**Figura 4.- Circuito cortical de la habilidad del lenguaje.** En el lenguaje, en este caso el de la pronunciación de palabras escritas, se requiere de la cooperación de varias áreas de la corteza. Cuando se lee una palabra escrita la sensación se registra en la corteza visual primaria, al parecer luego se transmite al giro angular, que asocia la forma visual de la palabra con el correspondiente modelo auditivo en el área de Wernicke. La pronunciación de la palabra corre a cargo, finalmente, de los mismos sistemas de neuronas que en la pronunciación de una palabra oída. Con la línea oscura se indican las conexiones de esta habilidad.

*Fuente:* Geschwind, N. (1981) Especializaciones del cerebro humano. *El cerebro*. Scientific American. Barcelona (España): Editorial Labor.



**Figura 5.- Conexiones corticales en el proceso de la memoria.** Estos parecen estar asociados a estructuras de la cara interna de los lóbulos temporales, tales como el hipocampo (línea de color oscuro). Este dato se deriva del hecho de que lesiones bilaterales de estas áreas causan un grave y duradero desorden de la memoria, caracterizado de la incapacidad para retener nueva información.

*Fuente:* Geschwind, N. (1981) Especializaciones del cerebro humano. *El cerebro*. Scientific American. Barcelona (España): Editorial Labor.



**Figura 6.- Mapa frenológico de Gall.** Ya en la Edad Media, filósofos y naturalistas consideraban que las "facultades" mentales podían estar localizadas en los "tres ventrículos cerebrales" ya a comienzos del siglo 19 el anatomista Gall sostuvo con convicción que las "facultades" humanas están situadas en áreas particulares y estrictamente localizadas del cerebro.

*Fuente:* Luria, A. R. (1986) *El cerebro en acción* (vol. I). Barcelona (España): Ediciones Orbis.

Como consecuencia de todo lo anterior, se diseñó el presente estudio con los siguientes elementos:

### ***Importancia del problema a estudiar***

Dada la escasez de información en torno a un perfil, neurofisiológico, motivacional y de estilos de cognición, consideramos que era importante identificar o proponer uno que contenga estos elementos para la solución de problemas correspondientes al área de la probabilidad donde, como señala Block (1995), son escasos los estudios tanto en lo relativo a la enseñanza como en el proceso de aprendizaje. Incluso, dentro de los pocos que se han desarrollado, dice él, se puede advertir que algunos no son de investigación, más bien abordan problemas específicos sobre su enseñanza (*i.e.*, son propuestas didácticas):

“...de las aproximadamente 200 tesis de maestría del DME del CINVESTAV, solo siete de ellas (Lema y Morfin, 1981b; Ávila, 1982; Ojeda, 1986; Sánchez, 1990; Orozco, 1992; Escobedo, 1992; Moreno, 1995) abordan problemáticas sobre enseñanza de la probabilidad, es decir el 3.5 por ciento...Hay también una tesis de doctorado (Alarcón, 1982) sobre este tema y se están realizando otras dos tesis de doctorado, las cuales están enriqueciendo la investigación sobre la enseñanza de la probabilidad...En la revista *Educación Matemática* encontramos sólo un artículo de investigación sobre enseñanza de la probabilidad (Alatorre, 1991) y otro más aborda problemas de su enseñanza sin ser de investigación (Flores, 1990b)” (Block, 1995, p.80).

Desde nuestro punto de vista, la importancia de identificar, y disponer, de una caracterización se relaciona con:

- 1°.- La posibilidad de disponer de “datos” que posteriormente se constituyan en un perfil de descripción, evaluación, diagnóstico y de pronóstico sobre el rendimiento escolar de los alumnos.
- 2°.- Su utilidad. Ya que un perfil de esta naturaleza serviría como un predictor del desempeño del alumno.
- 3°.- Sería posible establecer comparaciones entre diversas poblaciones de estudiantes.
- 4°.- Una caracterización, sobre cualquier variable, posibilitaría evaluar la relación existente entre perfiles de diferentes variables (*e.g.*; la motivacional *vs* la actividad neurofisiológica, etc.).

### ***Justificación del estudio***

Aunque el objetivo general de este trabajo es, en gran parte, un problema de interés para el campo de la educación matemática y, eventualmente, de las principales disciplinas que la constituyen (matemáticas, sociología, filosofía y psicología), consideramos que dada la complejidad del fenómeno (en este caso particular, resolución de problemas) era conveniente estudiar variables (*e.g.*, la motivación, la componente biológica (específicamente neurofisiológica), etc.) que podrían tener una relación importante con la ejecución adecuada -exitosa- en la resolución de problemas sobre procesos probabilísticos. En este estudio se incorporó la metodología para el estudio del sistema nervioso ya que si bien en bastantes casos los métodos de la psicología son esenciales -lo que el organismo hace sólo lo podemos saber observándolo-, también, es cierto que en algunos casos la psicología sola resulta

estéril; por lo tanto, consideramos que era fundamental combinar la investigación del comportamiento con estudios paralelos del “interior” del cerebro (*i.e.*, la caja negra); en otros términos, el enfoque que prevaleció en el presente trabajo fue que deberíamos investigar el fenómeno no sólo desde fuera de la caja negra (el cerebro) sino también por dentro de la misma caja negra.

Por otro lado, un aspecto que también justificó la temática y la metodología de este trabajo es la concepción de Gardner (1993) sobre los fenómenos cognitivos. Él dice que la inteligencia no es una, sino múltiple: lingüística, musical, lógica y matemática, espacial, corporal, etc. Es decir, que en el caso de la inteligencia, como ejemplo de proceso cognitivo, no hay un solo proceso. Por lo tanto, podemos esperar características especiales -únicas- para los procesos psicológicos (*v.gr.*, motivación, estilo cognitivo, etc.) implicados en tareas (*v.gr.*, de resolución de problemas, de actividad cortical, etc.) relacionadas con el aprendizaje de la probabilidad.

### *Propósito del estudio*

Identificar y estudiar diferencias en la motivación, la actividad neurofisiológica y el estilo de cognición, en estudiantes con éxito y estudiantes sin éxito en la resolución de problemas de tipo estocástico. Adicionalmente, caracterizar a éstos dos tipos de estudiantes en dichas variables.

### *Planteamiento de la (s) pregunta(s) de investigación*

En este estudio se pretendió dar respuesta a las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Existen diferencias en las características motivacionales entre alumnos exitosos en la resolución problemas de ensayos de Bernoulli *versus* alumnos sin éxito?, ¿en qué aspectos motivacionales serán tales diferencias?
- 2.- ¿Existe diferencia en la estrategia empleada para la resolución de problemas probabilísticos respecto a la utilizada por los alumnos no exitosos?
- 3.- ¿Existe un estilo cognitivo característico de sujetos exitosos en contraste al estilo cognitivo de los no exitosos en la resolución de problemas estocásticos?
- 4.- ¿Existe alguna predominancia hemisferial en la tarea de resolución de problemas de tipo probabilístico?
- 5.- ¿Será idéntica la actividad neuronal para los alumnos que resuelven con éxito los problemas en comparación a los que no los resuelven con éxito?
- 6.- ¿Cómo será la caracterización de la actividad EEG específica, o propia, de la resolución de problemas de probabilidad?

### *Identificación de variables*

Variable dependiente: Forma de solucionar problemas de probabilidad (Ensayos de Bernoulli), de forma exitosa o no exitosa.

Variables independientes orgánsmicas: Motivación, estilo cognitivo y actividad neurofisiológica

### VARIABLES EXTRAÑAS:

1.- El estado emocional (*e.g.*, inquietud, temor, etc.) que podría generar en algunos sujetos la situación, quizá completamente novedosa, de un registro EEG. Esta variable fue controlada mediante la técnica de constancia de las condiciones, la cual establece que a todos los sujetos se les administre el mismo tratamiento experimental y que el registro de los datos sea siempre de la misma forma (Mc. Guigan, 1978); también, fueron sometidos al mismo protocolo durante el registro EEG.

2.- La información que podrían haber recordado los sujetos sobre el tema de ensayos de Bernoulli pudo ser diferente entre ellos. Igualmente, esta variable se controló mediante la constancia de las condiciones, por lo cual se impartió un cursillo sobre dicho tema y para disponer de una estimación de su recuerdo se les aplicó una evaluación inicial, a todos los sujetos.

### *Definiciones operacionales*

**Perfil:** Es la representación en una escala de un conjunto de puntuaciones (u observaciones) cuantitativas o cualitativas de un conjunto de individuos, organizada de tal manera que pueden identificarse las posiciones (*v.gr.*, altas y bajas) de una puntuación u observación particular.

**Motivación:** Grado en que influye un estado interno del individuo, constituido por estímulos ambientales, a la activación o incitación de la conducta de aproximación a las matemáticas, o cualquiera de sus ramas, para lograr su dominio, excelencia o competencia.

**Estudiante exitoso:** Sujeto que presenta un proceso de resolución, y/o la resolución, correcto (a) a un problema de probabilidad de tipo ensayos de Bernoulli. Así como haber aprobado con una calificación "alta" la unidad de probabilidad del curso de estadística descriptiva de la Carrera de Psicología de la FES Zaragoza.

**Resolución de problemas:** Conducta, o actividad, que implica la coordinación del conjunto de experiencias y estrategias de un individuo en un esfuerzo para encontrar una respuesta (solución) a una situación (problema) que deriva preguntas e ideas y para la cual a él se le han proporcionado los elementos, aunque no en un sistema de respuesta totalmente constituido, para enfrentar y obtener la respuesta a dicha situación.

**Estilo cognitivo:** Tipo de estrategias y experiencias (heurísticas, intuitivas, y de conocimientos) que se emplean en la resolución de un problema.

**Actividad neurofisiológica:** Organización del funcionamiento bioeléctrico de la corteza cerebral durante una tarea de solución de problemas rutinarios y no rutinarios de probabilidad (Ensayos de Bernoulli).



## MÉTODO

### Sujetos:

a) Fueron seleccionados, mediante un muestreo intencionado, un total de 11 alumnos (N=11) de la Carrera de Psicología de la FES Zaragoza, UNAM. Seis de sexo femenino y cinco de sexo masculino, su edad promedio era de 19.6 años, con un rango de 7 años (25-18) y con una varianza de 4.4. Los criterios de inclusión empleados para su selección fueron los siguientes:

- 1.- Que hubieran tomado en el semestre inmediatamente anterior, cuando mucho, al desarrollo de su participación en este estudio, el curso de matemáticas o estadística donde se impartió el tema de probabilidad, en particular el de ensayos de Bernoulli (Distribución Binomial). Se consideró indispensable que tuvieran algunas nociones generales de lo que es el tema pero que aún no estuvieran fuertemente influidos por este tema, o involucrados en él.
- 2.- Identificados bajo el criterio personal del profesor que impartió el curso de matemáticas y probabilidad, como exitosos o no exitosos, de acuerdo a la definición expresada en este trabajo.
- 3.- Sin ninguna alteración neurológica severa (e.g., focos epileptogénicos, tumores, etc.), para obtener información al respecto, se considero el reporte proporcionado por el propio sujeto, aunque se intento confirmar con base en un registro EEG que se realizó con cada uno de ellos y que sirvió como línea base de su actividad EEG. Adicionalmente, previo a la Etapa 4 del estudio, se efectuó una entrevista de diagnóstico de alteraciones neurológicas.
- 4.- Que hubieran cursado con el mismo profesor la clase de matemáticas aun cuando no la hubieran aprobado en su totalidad o el tema (unidad) de ensayos de Bernoulli, en particular. Asimismo, que se encontraran cursando, por primera vez, la clase de estadística.
- 5.- Se aseguró que todos fueran del mismo grupo, con el fin de posibilitar su participación en las actividades en grupo (v.gr., la asistencia a la Etapa 2 del estudio).

Le fue solicitado a una profesora del área de matemáticas y estadística de la Carrera de Psicología que con base en ciertos requisitos, que le fueron sugeridos, seleccionará a algunos de sus estudiantes para que participaran en un estudio. A pesar de habersele proporcionados tales criterios, en los que ella se basó fueron los siguientes: la calificación obtenida en la unidad temática de probabilidad y su participación y desempeño general en las clases de teoría y taller de matemáticas.

Es necesario aclarar que los Ss con quienes se inició el estudio no fueron todos los propuestos inicialmente por la profesora ya que no todos aceptaron participar; sin embargo, se incorporaron otros cuatro para hacer un total de 11 Ss.

Una vez seleccionados los Ss, a todos se les aplicó, antes (pre) y después (post) de la Etapa 2, un "examen" de problemas sobre la prueba de Bernoulli, con el fin de reforzar la clasificación de exitoso o no exitoso, que había de cada uno de ellos.

Posteriormente, según sus resultados respecto a conducta de éxito (Grupo A) o no éxito (Grupo B) algunos Ss fueron asignados a uno de dos grupos únicamente para fines relativos al análisis de datos; pero, durante su participación en todo el estudio recibieron siempre el mismo tratamiento experimental. Durante todas las etapas del estudio previas al análisis de los datos se mantuvo un arreglo experimental de tipo doble ciego (*cf.*, Scott y Wertheimer, 1982), en el cual no fue involucrada la profesora que realizó la primera

selección de los Ss porque era quien conocía las características de ellos. En la Tabla 2 aparecen las características de los Ss de acuerdo a diversos rasgos. En la tabla la letra A indica alto desempeño o conducta de éxito, la B representa bajo desempeño o conducta de no éxito en la solución de problemas de probabilidad (prueba de Bernoulli). No en todos los Ss correspondió la clasificación asignada por la profesora con la que exhibieron durante su desempeño en varias condiciones del estudio (v.gr., en pre y postest). Los tres Ss donde hubo esta diferencia, fueron descartados de algunas partes del análisis de resultados, aunque se les sometió a todo el tratamiento experimental. En la Tabla 2, también, aparece la calificación obtenida en la unidad de probabilidad del curso oficial de matemáticas. En el Grupo A la media de calificaciones fue igual a 89.5, con una desviación estándar de 11; en tanto, en el Grupo B el promedio fue de 36 con una desviación de 31, cabe aclarar que un sujeto de este grupo obtuvo una calificación de 1.5. Los valores, en porcentajes, corresponden al total de soluciones o procesos correctos logrados en los problemas que les fueron presentados en el pretest y postest. Un comentario breve basado en nuestras observaciones sobre lo que ocurrió en la ejecución de los Ss de la condición de pretest a postest ha sido incluido en el apartado del análisis de resultados.

b) También participó una profesora de la Carrera de Psicología del área de matemáticas y estadística, quien hizo la selección de los Ss, con base en la ejecución, en la clase de matemáticas, que había observado de ellos durante el semestre lectivo 98-II; además, fue quien impartió un cursillo sobre la prueba de Bernoulli.

Tabla 2

## Características de los sujetos experimentales

SUJETO	SEXO	Datos dados por la profesora		Puntaje en		CLASIFICACIÓN FINAL
		Clasificación	Calificación	PRE	POST	
010MS98	F	A	70	33 %	33 %	A
010SN98*	F	A	100	33 %	0 %	B
010NM98	F	B	47	0 %	0 %	B
010RR98	F	A	81	0 %	33 %	A
010DL98	M	B	1.5	33 %	0 %	B
010JM98	M	A	100	33 %	66 %	A
010IP98	M	A	100	33 %	50 %	A
010JS98*	M	A	81	33 %	16.6 %	B
010CR98*	M	A	86	0 %	0 %	B
010TQ98	F	B	60	0 %	16.6 %	B
010SA98	F	A	98	33 %	66 %	A

*Nota.* - En los Ss marcados con un asterisco no existe coincidencia entre la clasificación sugerida por la profesora y el desempeño observado en el cursillo de probabilidad. Para la explicación de las otras anotaciones remítase al texto.

**Instrumentos, materiales y aparatos:**

1.- El instrumento para la medición de la variable motivación estuvo basado en la escala propuesta por Rodríguez (1991) que aunque no fue diseñada *ex profeso* para el estudio de la motivación sino 'actitud hacia las matemáticas y la estadística',

consideramos que por ser coherente con nuestra definición de motivación era de utilidad en este estudio. Nuestra versión del instrumento estuvo constituida por una serie de adjetivos bipolares (*e.g.*, desagradable-gradable, inútil-útil, etc.) de acuerdo al método de diferencial semántico de Osgood (*cf.*, Rodríguez, 1976). El instrumento fue validado mediante el criterio de jueces o expertos, que en este caso fueron tres profesores de la Carrera de Psicología, de la FES Zaragoza. También, se realizaron dos piloteos, el primero con 13 alumnos y el segundo con 30 que al igual que los sujetos experimentales cursaban el segundo semestre de Psicología. Un ejemplar de la versión final del instrumento aparece en los anexos (*q.v.*, anexo 1).

2.- Una versión modificada de la Escala Combinada de Contrariedades y Satisfactores, diseñada por A. Lazarus, constituyó el instrumento 2. El uso de esta escala se justificó en que dado el dinamismo del proceso motivacional era necesario un tipo de control de los eventos que podrían “alterar” el estado motivacional habitual de los sujetos (*q.v.*, anexo 2).

3.- Para la medición del estilo cognitivo se emplearon tres instrumentos: a) un protocolo, basado en la información descrita en el estudio de Bafuelos (1995), donde se hace referencia a los “pasos” mencionados por varios autores (*v.gr.*, Polya, 1957; Schoenfeld (*cit.* en Santos, 1992); entre otros), como aquellos que se emplean en el proceso de resolución correcta de un problema. En este protocolo los sujetos debían identificar el patrón o algoritmo que empleaban sistemáticamente para obtener la solución al problema expuesto; b) una adaptación del instrumento denominado «Mathematical Problem Solving Assessment - Short Form (MPSA-SF)», propuesto por Montague (1992). La adaptación evaluaba la solución de problemas de probabilidad y fue designado como Evaluación de la Solución de los Problemas Estadísticos – Versión Breve (ESPE-VB). Adicionalmente se usó la Prueba de Figuras Ocultas de Ottman, Raskin y Witkin (*q.v.*, anexo 3). Esta prueba se ha utilizado para la medición de dos tipos de estilo cognoscitivo, a los que Witkin, Ottman, Raskin y Karp (*cit.*, en Reyes, 1982) han denominado estilo dependiente del campo y estilo independiente del campo. La prueba consta de 25 reactivos organizados en orden de dificultad creciente. Cada ítem de esta prueba presenta al sujeto una figura geométrica completa en la que debe localizar y trazar una figura simple que ha visto previamente. En el desempeño adecuado de la tarea se requiere del sujeto una atención selectiva tan sólo para los aspectos pertinentes del estímulo complejo, con el fin de evitar los efectos de los estímulos distractores. La prueba se aplica con límite de tiempo. Del desempeño de los Ss se derivan varias calificaciones, la más importante es el total de ítems trazados correctamente (*cf.*, Reyes, 1982).

4.- Se elaboró, también, una propuesta temática para un cursillo sobre la prueba de Bernoulli. Este cursillo fue impartido por la profesora a todos los Ss, en la Etapa 2 del estudio (*q.v.*, anexo 4).

5.- El instrumento 5, lo constituyó un formato de registro observacional, compuesto por dos secciones. La sección A, se empleó para conocer el estilo didáctico que sigue la profesora durante la impartición del cursillo de ensayos de Bernoulli, esta sección fue utilizada por dos observadoras capacitadas para ello. Se consideraron confiables sus registros cuando alcanzaron un índice superior al 85 %. La sección B, estuvo diseñada para que la profesora registrara una valoración sesión por sesión sobre el desempeño

exitoso, o no exitoso, de cada uno de los Ss y una valoración de su participación durante todo el curso (q.v., anexo 5).

6.- Además, se diseñó una lista de problemas rutinarios y no rutinarios sobre la prueba de Bernoulli. Estos se emplearon en distintas fases del estudio. En los distintos apartados del anexo 6 aparecen clasificados según la fase en que se usaron:

Apartado 1.- Problemas empleados en la Etapa 1 y al concluir la Etapa 2 (pretest y posttest).

Apartado 2.- Problema empleado en la sesión de evaluación del estilo cognitivo (Etapa 3).

Apartado 3.- Problemas empleados en la Etapa 4 (sesión de registro EEG).

Todos los problemas fueron piloteados, con alumnos de la Carrera de Psicología del segundo semestre, para asegurarnos que tuvieran una redacción clara y apropiada y que fueran "comprensibles" para los Ss; además, se les solicitaba que evaluarán el nivel de dificultad. En el caso de los problemas del apartado 3 se buscó que implicaran un tiempo suficiente de 'trabajo mental', por parte de los alumnos, para poder efectuar adecuadamente los registros programados en la Etapa 4.

7.- Se empleó un formato de entrevista tipo no estructurada, la cual se emplea regularmente para el diagnóstico de daño neurológico. Esta se aplicó algunos días antes del desarrollo de la Etapa 4.

8.- También, con el fin de disponer de un referente sobre el cociente intelectual de los Ss se utilizó el Test de Dominós (de E. Anstey).

9.- Para la evaluación de la participación de diferentes zonas corticales y sus propiedades (e.g., tipo de onda EEG, latencia, duración, etc), durante el proceso de solución de problemas, se usó un equipo EEG Digital, Mca. MEDICID, Mod.-3E, de 19 canales (de fabricación cubana por la Cía. Neutronic), con los software TrackWalker y MindTracer, del Laboratorio de Psicología y Neurociencias de la Carrera de Psicología de la FES Zaragoza, UNAM.

#### **Situación experimental:**

El estudio se llevó a cabo en diversas instalaciones de la FES Zaragoza. El cursillo de probabilidad, la aplicación del pretest y el posttest y la administración grupal de varios instrumentos de evaluación en un aula habilitada para 50 alumnos, con pizarrón, butacas estudiantiles, etc. Las entrevistas y la aplicación individual de algunos instrumentos en un cubículo de investigación en el cual se dispone de un par de escritorios, sillones, iluminación artificial, equipo de cómputo, pizarrones, etc. Finalmente, el desarrollo de la Etapa 4 se efectuó en el Laboratorio de Laboratorio de Psicología y Neurociencias de la Carrera de Psicología de la FES Zaragoza, UNAM, el cual consta de tres compartimientos: en uno se situó al sujeto experimental con los electrodos colocados para la realización del registro, con iluminación controlada, sentado, frente a un escritorio y bajo aislamiento del resto del laboratorio; en el otro espacio se encontraba el equipo EEG y el personal que hacía la toma del EEG y proporcionaba las instrucciones.

### Procedimiento:

El número total de sesiones experimentales de la investigación fue de 10-11, las cuales no se efectuaron de forma consecutiva pero siempre en tiempos iguales a todos los sujetos. El procedimiento constó, después de haber seleccionado a los Ss, de las siguientes etapas.

**Etapa 1:** En la primera sesión a todos los Ss se les proporcionó información general sobre el objetivo y las características de la investigación a que se incorporarían, también se les aclararon todas sus dudas al respecto y se les solicitó que no desertaran del estudio; además, se les aplicó un "examen" (pretest) de conocimientos y problemas sobre la prueba de Bernoulli. La duración máxima no excedió los 60 mins.

**Etapa 2:** A partir de la segunda sesión dio inicio un curso breve, o cursillo, sobre ensayos de Bernoulli, de acuerdo a como se especifica en el anexo 4. La duración de cada sesión fue de 45 mins. aproximadamente. Al finalizar la sesión se aplicó a los Ss el instrumento 1. En cinco sesiones se completo el curso. Al concluir cada una de ellas el profesor efectuaba registros en el instrumento 5 (sección A). Al concluir el curso se aplicó una evaluación final empleando problemas rutinarios (postest); además, se administró la Prueba de Figuras Ocultas de Ottman, Raskin y Witkin. Asimismo, en la tercera sesión se les solicitó que respondieran el instrumento 2, el cual se volvió a emplear en la etapa 4 del estudio.

**Etapa 3:** En la siguiente sesión experimental se aplicaron los instrumentos para evaluar la variable estilo cognitivo. La aplicación de la adaptación del MPSA-SF se llevo a cabo de acuerdo al procedimiento que éste establece. Antes de formularles a los Ss las preguntas de la parte B del MPSA-SF, al momento de solicitarles que resolvieran un problema de prueba de Bernoulli se les indico que verbalizaran todo lo que "pensaban" durante la resolución (*e.g.*, cómo replantean el problema, cómo usan los datos que se proporcionan en el planteamiento del problema, etc.). Todas las verbalizaciones efectuadas fueron audiograbadas.

**Etapa 4:** En esta etapa se procedió a efectuar los registros de la actividad neurofisiológica, usando las derivaciones típicas del sistema 10-20 (*cf.*, Jasper, 1958). En la misma sesión se realizaron dos registros, uno de línea base y el otro mientras resolvían cuatro problemas, de los cuales tres fueron de probabilidad y uno de una rutina aritmética (*q.v.*, anexo 7). La duración de esta sesión fue de aproximadamente tres y media horas. Las instrucciones específicas se proporcionaron mediante una grabación magnetofónica. El contenido de dicha grabación aparece en el anexo 7. La sesión, en síntesis, se realizó de acuerdo al siguiente protocolo:

CONDICIÓN
1.- Ojos abiertos sin moverse (3 min.)*
2.- Ojos cerrados sin moverse (3 min.)*
3.- Hiperventilación, ojos cerrados (3 min.)*
4.- Fotoestimulación estroboscópica (3 min.)*
5.- Ojos cerrados sin moverse (3 min.)*
6.- Lectura: Presentación Problema 1 (no probabilístico), ojos cerrados.

7.- Resolución: Problema 1, ojos cerrados (3 min.)
8.-Escritura: Problema 1, ojos abiertos
9.- Postresolución de problemas, ojos cerrados sin moverse (1 min.)
10.-Lectura: Presentación Problema 2 (probabilístico), ojos cerrados.
11.- Resolución: Problema 2, ojos cerrados.
12.- Escritura: Problema 2, ojos abiertos
13.- Postresolución de problema, ojos cerrados sin moverse (1 min.)
14.- Lectura: Presentación Problema 3 (probabilístico), ojos cerrados.
15.- Resolución: Problema 3, ojos cerrados.
16.-Escritura: Problema 3, ojos abiertos
17.-Postresolución de problemas, ojos cerrados sin moverse (1 min.)
18.- Lectura: Presentación Problema 4 (probabilístico), ojos cerrados.
19.- Resolución: Problema 4, ojos cerrados.
20.-Escritura: Problema 4, ojos abiertos
21.-Postresolución de problema, ojos cerrados sin moverse (1 min.).
Nota: Las condiciones marcadas con un asterisco (*) son las que se aplican de rutina y que constituirán la línea base de la actividad EEG.

Entre las condiciones de rutina y las de la situación experimental *in sensu estricto* se hizo un receso, para que descansaran los sujetos, pero sin retirarles los electrodos del EEG.

Por último se aplicó, en una sesión de 35 mins., el Test de Dominós.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en este trabajo se han clasificado en diferentes rubros de acuerdo a cada una de las variables estudiadas. Dada la naturaleza exploratoria del trabajo, el análisis se concentró en la identificación de similitudes y diferencias en cada uno de los procesos implicados en la solución exitosa o no exitosa de problemas entre los dos grupos de sujetos experimentales. Sin embargo, antes de su exposición se presentarán algunas observaciones sobre lo ocurrido en el desempeño de los Ss durante el estado previo (pre) y posterior (post) al cursillo de probabilidad: aunque algunos sujetos en la condición de postest (e.g., 010RR98) no resolvieron correctamente alguno de los problemas pudimos advertir que esbozaban una solución a este. En estos Ss el error que sistemáticamente hallamos consistió en que intercambiaban la potencia correspondiente al éxito y al fracaso; esto es, asignaban la que era del éxito al fracaso y viceversa. Fue típico que en pre exhibieran un planteamiento de solución pobre ante los problemas, mientras que en post hubo más intentos por resolverlos. No obstante, también ocurrió lo contrario, por ejemplo, el sujeto 010JS98 en el problema 2 durante el post sólo esboza la solución, pero en el pre lo resolvió correctamente. Lo mismo sucedió con 010MS98, quien en el problema 1 presentó un desarrollo erróneo en el post aún cuando en el pre no había ocurrido esto. En Ss del Grupo B, por ejemplo 010TQ98, se mantuvo el nivel y "calidad" del desempeño tanto en pre como en post. En forma concisa, de pretest a postest ocurrieron tres comportamientos de la ejecución de los Ss, en la solución de los problemas: mejorías, retrocesos y estancamientos. Precisamente por esta situación se adoptaron, para la ubicación de los Ss en el Grupo A o en el Grupo B, criterios no únicamente basados en su éxito o no éxito de pretest a postest.

### A) *Resultados de la evaluación sobre la motivación*

En esta parte están incluidos los datos obtenidos mediante los siguientes materiales: los registros observacionales de la conducta de los sujetos y de la profesora; la escala combinada de contrariedades y satisfactores; y el instrumento diseñado para estimar la motivación a las matemáticas y la estadística. En ese orden son presentados:

#### a) registros observacionales de la conducta de los Ss

En la Tabla 3 está consignada la frecuencia con la que ocurren las diferentes categorías observacionales de conducta escogidas para apoyar la caracterización motivacional de los sujetos. Estos datos fueron obtenidos a partir de los registros efectuados durante las cinco sesiones de que constó la Etapa 2. Los valores, expresados en porcentajes, que aparecen en la tabla se refieren al número de veces que del total máximo, que fue cinco (i.e., el número de sesiones del curso de probabilidad), ocurrió cada una de las categorías observacionales. Las celdas que tienen un guión indican la ausencia de esa categoría en el sujeto correspondiente.

En tanto que en la Tabla 4 se presenta la predominancia y no predominancia de ocurrencia de las categorías conductuales exhibidas por los sujetos. Para ello se transformaron los porcentajes de ocurrencia ( $po$ ), reportados en la Tabla 3, por los signos + y -. El signo + indica la tendencia a destacar, o predominar, de la categoría conductual correspondiente; en tanto que, el - sugiere una tendencia a la ausencia, o no predominancia, de dicha categoría. El criterio de transformación fue el siguiente: si el valor de  $po$  fue superior a 40 se asignó un signo +, en caso contrario el signo -. Los resultados obtenidos permiten perfilar a los Ss del Grupo B (sujetos C, H y K), en general, con menos conductas típicas de motivación hacia una situación que la mayoría de los del Grupo A. Por ejemplo; no hay respuestas de participación en clase o de estar entre los

primeros en resolver algún ejercicio de los propuestos por la profesora, etc. Incluso, el sujeto C es uno de los dos únicos que permanecen en silencio durante la clase. El sujeto H parece constituir una excepción dentro del resultado general del Grupo B ya que presenta tres signos positivos; sin embargo, las conductas que en él predominan no representan totalmente una tendencia motivacional. Llama la atención, no obstante, que al parecer no hay una relación sistemática entre la cantidad de signos positivos con la calificación obtenida durante el curso de matemáticas (*q.v.*, tabla de las características de los sujetos, en el método), un caso concreto lo constituye el sujeto D, que tiene un signo + y una calificación de 100, aunque también ocurre lo contrario (*e.g.*, los sujetos F y G). Para analizar esta observación se decidió aplicar la prueba de correlación de Spearman. Se hallaron los siguientes resultados: en el Grupo A hay una  $r = .05$ , mientras que en el Grupo B resultó que  $r = .50$ , en tanto que la correlación total fue de  $.29$ . Esto apoya la anterior observación; es decir, no estuvieron asociados sistemáticamente un mayor número de signos + con una calificación alta, la cual se tomó como un parámetro de éxito, pero tampoco una menor cantidad de signos + con una baja calificación, en el Grupo A; aunque en el Grupo B es moderada la relación entre estos factores.

Tabla 3

Porcentajes de ocurrencia de las diferentes categorías conductuales usadas para caracterizar la motivación de cada uno de los sujetos <sup>1</sup>

Categoría observacional	Sujeto <sup>2</sup>										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Llegó puntualmente a la sesión	60	80	-	40	60	80	60	60	40	20	20
Pregunto durante la clase sobre el tema expuesto	-	-	-	-	20	20	20	20	-	20	20
Realizó las actividades indicadas por el profesor	80	60	20	40	80	80	80	60	60	40	40
Estuvo entre los cinco primeros alumnos que resolvió alguna tarea asignada por el profesor	60	20	-	20	20	60	80	20	20	-	-
Aclaro algún concepto	-	-	-	-	-	20	40	-	-	-	-
Permaneció en silencio durante la clase	-	60	60	-	-	-	-	-	-	-	40
Se retiró del salón antes de que concluyera la clase	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Interrumpe continuamente al profesor anticipándose a sus cuestionamientos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asistencia	1	1	80	80	1	1	1	80	80	80	80

<sup>1</sup> Los valores están expresados en porcentajes. El 1 representa el 100 por ciento.

<sup>2</sup> El código que se ha empleado para identificar a los sujetos no es posible incluirlo en la Tabla 1, por razones de espacio, por lo que se hará en lo sucesivo, eventualmente, referencia a los sujetos de acuerdo a la siguiente información.

Sujeto	Código
010SA98	A
010MS98	B
010DL98	C
010JM98	D
010JS98	E
010SN98	F
010IP98	G
010IQ98	H
010RR98	I
010CR98	J
010NM98	K



Tabla 4

Predominancia y ausencia en la ocurrencia de las categorías conductuales empleadas para caracterizar la motivación de cada uno de los sujetos

Categoría observacional	Sujeto										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Llegó puntualmente a la sesión	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-
Preguntó durante la clase sobre el tema expuesto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Realizó las actividades indicadas por el profesor	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-
Estuvo entre los cinco primeros alumnos que resolvió alguna tarea asignada por el profesor	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
Aclaró algún concepto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Permaneció en silencio durante la clase	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Se retiró del salón antes de que concluyera la clase	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Interrumpe continuamente al profesor anticipándose a sus cuestionamientos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asistencia	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>TOTALES (+)</b>	4	4	2	1	3	4	4	3	2	1	1

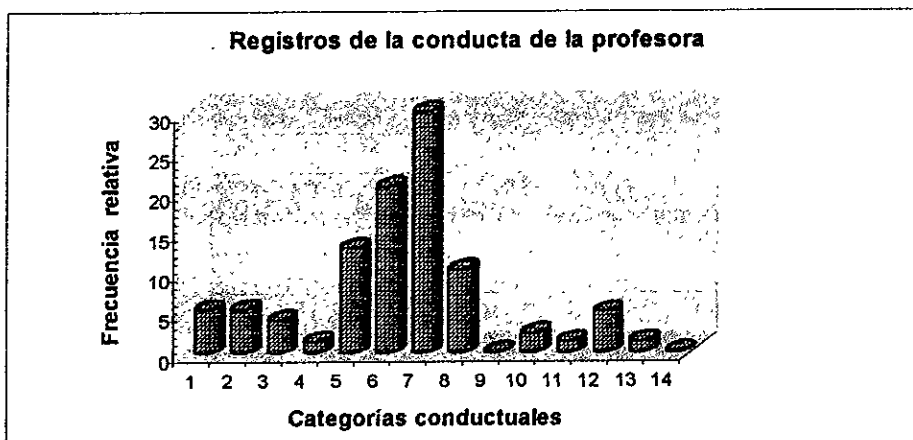
b) registros observacionales de la conducta de la profesora

En la Figura 7 se presenta la frecuencia relativa de ocurrencia de las diferentes categorías conductuales con las que se registró la forma de impartir la clase de la profesora. El objetivo de estos registros consistió en conocer las conductas que ella podía promover entre los Ss a partir de su estilo de trabajo docente, ya que se ha sugerido en varios trabajos que la imagen que el profesor ofrezca a sus alumnos influyen en el interés y empeño que puedan tener sus alumnos, lo cual servirá como piedra angular del proceso de enseñanza-aprendizaje. Nótese en la Figura 7 la predominancia de algunas categorías. En este rubro, las observaciones más importantes son las siguientes: especialmente promueve la participación del grupo, no enfoca su atención en un alumno de manera individual y se asegura de que queden claros los conceptos que se exponen durante la clase así como los problemas, o ejercicios, que presenta. Además, su forma de exponer no es necesariamente de un estilo tradicionalista. No pertenece al tipo de maestros que "trabaja para el pizarrón" ya que no es común que resuelva en silencio problemas sin ofrecer la explicación respectiva. Asimismo, tiende a hacer referencia a conceptos previos aunque no retroalimenta al alumno. También, se apoya en ejercicios; sin embargo, no acostumbra pasar al pizarrón a los alumnos, aunque promueve el trabajo por equipo.

Entonces, la justificación de la inclusión de esta variable consistió en disponer de una visión sobre la manera en que el trabajo docente de la profesora podía influir en el comportamiento motivacional de los Ss, dado que en la literatura (*cf.*, Zarzar, 1993) se ha sugerido la relación que existe entre las habilidades del docente y el proceso de enseñanza aprendizaje; a pesar de que anteriormente existía la muy difundida convicción de que para ejercer la docencia era necesario y suficiente con ser un experto en el área o materia que se iba a impartir. Sin embargo, posteriormente se demostró que aunque tiene mucha verdad esta creencia lo es pero relativamente: el poseer dominio en la materia que se imparte es una condición necesaria para ser un buen profesor pero no es suficiente, el serlo implica que el profesor sea capaz de enseñar tal materia o, en términos

de Zarzar, que sea capaz de propiciar que sus alumnos aprendan lo que ya aprendió (el profesor) o conoce bien.

Podemos concluir, este apartado, indicando que los resultados no sugieren que la forma de trabajar de la profesora, en el salón de clases, se constituya en una variable que reduzca la motivación de los alumnos hacia el tema de probabilidad, asimismo que promueve su comprensión y aprendizaje.



**Figura 7.- Frecuencia relativa de ocurrencia de las conductas exhibidas por la profesora durante la impartición de sus clases. Las categorías aparecen enlistadas abajo. Obsérvese que el trabajo se centra especialmente en fomentar la participación de los alumnos, aclararles sus dudas y en la explicación de conceptos.**

#### Código de las categorías conductuales

- |   |   |
|---|---|
| 1.- Expone durante la clase                                     | 8.-Interrogó al grupo en general sobre el problema que está presentando |
| 2.- Plantea un ejercicio  | 9.-Usó material didáctico   |
| 3.- Atiende a un alumno en especial (preferencia o favoritismo) | 10.-Analiza el proceso de resolución de un problema                     |
| 4.- Pasa al pizarrón a un alumno                                | 11.-Resuelve un problema sin explicarlo oralmente                       |
| 5.- Explica un concepto   | 12.- Hace referencia a conceptos de sesiones anteriores                 |
| 6.- Aclaró alguna duda de los alumnos                           | 13.- Retroalimenta al alumno  |
| 7.- Promueve "democráticamente" la participación del grupo      | 14.- Concluyó el tema especificado para la sesión                       |

#### c) resultados en la Escala Combinada de Contrariedades y Satisfactores (ECCyS)

Este instrumento se utilizó para disponer de información sobre cambios en el estado motivacional de los sujetos, en particular en la sesión en que se realizó la Etapa 4. En la Tabla 5 aparecen los resultados obtenidos en dos mediciones efectuadas con la ECCyS: en la tercera sesión de la Etapa 1 y en la sesión correspondiente a la Etapa 4. En la segunda columna de la Tabla 5 aparecen el puntaje obtenido al calificar de la manera típica la escala. En la siguiente columna aparecen los rangos positivos (+), negativos (-) y los empates o ligas (\*) y el nivel de significancia que se logran con el análisis estadístico aplicado. Se consideró conveniente la aplicación de una prueba estadística (La prueba de rangos señalados y pares igualados de Wilcoxon), la cual es una prueba para el caso de dos muestras relacionadas (*cf.*, Siegel, 1985), ya que, para este estudio en particular, aparte de permitir identificar si existe o no una diferencia, y su dirección (+ o -), entre la magnitud de la respuesta dada en contrariedades y satisfactores en cada una de los incisos de la escala, pondera los incisos según lo grande de la diferencia que haya entre la respuesta en contrariedades y satisfactores; es decir, da mayor peso al inciso que exhibe una diferencia grande entre satisfactores y contrariedades que al que muestra una

diferencia pequeña. Puesto que la ECCyS no fue aplicada al sujeto O10JS98 en el tiempo programado, su resultado no aparece en la parte correspondiente de la Tabla

Si la respuesta dada en contrariedades y en satisfactores fueron equivalentes entonces la hipótesis nula ( $H_0$ ) es verdadera; esto es, de acuerdo a la prueba estadística, esperaríamos encontrar algunas de las diferencias más grandes "favoreciendo" a las contrariedades y otras a los satisfactores. En otras palabras, algunos de los rangos mayores procederían de diferencias positivas (*i.e.*, contrariedad con mayor puntaje (*v.gr.*, 2=bastante) que satisfactor (*v.gr.*, 0 = nada)) mientras que otros procederían de diferencias negativas (*i.e.*, satisfactor con mayor puntaje que contrariedad); de tal manera que al sumar los rangos de signo positivo y los de signo negativo las dos sumas resultan iguales, conforme a la  $H_0$ . En cambio si la suma de los rangos positivos es muy diferente de los negativos, deduciremos que el puntaje en satisfactores difiere del de contradictores y se rechaza la  $H_0$ . Lo cual corresponde a lo esperado en nuestro estudio. Brevemente, el contenido de la tabla se obtuvo de la siguiente manera:

En la columna de Puntaje en la ECCyS aparece el puntaje de contrariedades y satisfactores obtenido mediante el procedimiento típico de calificación, lo que proporciona una estimación acerca de que tanto pueden estar influidos los sujetos por satisfactores o contradictores, con lo cual se vería afectado su estado motivacional. La interpretación de este dato se fortalece con la información de la segunda columna (diferencias positivas (+), negativas (-) y empates o ligas (\*)), la cual proviene del análisis estadístico. En la última columna se incluye el nivel de significancia. Estrictamente debería emplearse el valor de  $z$ , que proporciona el programa SPSS, ya que en todos los sujetos el valor de  $N$  (incisos en la ECCyS) fue mayor a 25; sin embargo, por razones prácticas se reporta en la Tabla 5 el valor asociado de  $p$ , en cada sujeto, ya que en la toma de decisión sobre  $H_0$ , el resultado es el mismo con base en  $p$  o con  $z$ . Los datos que aparecen en el primer renglón de cada sujeto fueron los obtenidos en la primera aplicación de la ECCyS, en tanto que los de la segunda línea son los de la aplicación efectuada en la sesión de la Etapa 4. La prueba de hipótesis se efectuó con un nivel de significancia de .05. Es decir, con tal nivel de probabilidad se sometió a prueba la hipótesis de que no existían diferencias significativas entre las respuestas en contrariedades y satisfactores.

Nótese que en los O10SA98 y O10TP98 no se rechaza la  $H_0$  en ninguna de las aplicaciones del instrumento; asimismo, que la puntuación más alta se presenta en la categoría de contrariedades y no en la de satisfactores como ocurre en los sujetos donde se rechaza  $H_0$  (*i.e.*, existe diferencia entre los puntajes en situaciones satisfactoras y situaciones contradictoras) a favor de la puntuación en satisfactores (*q.v.*, la columna de 'rangos' en la Tabla 5). Puede observarse que aún en varios de los casos donde no se rechaza  $H_0$  el puntaje de mayor valor corresponde a los satisfactores.

De lo anterior es posible inferir que, en general, no se afecta en dirección negativa el estado motivacional de los Ss en el transcurso del estudio.

Tabla 5

Resultados obtenidos en la prueba de los signos de los puntajes de los sujetos en la Escala Combinada de Contrariedades y Satisfactores.

SUJETO	PUNTAJE EN LA ECCyS		RANGOS			PROBABILIDAD ASOCIADA (valores de z) para dos colas
	ECCyS <sup>1</sup>	ECCyS <sup>2</sup>	+	-	*	
010RM98	11	41	20	5	19	.001 <sup>3</sup>
	8	18	10	5	30	.118 <sup>3</sup>
010CR98	6	31	16	2	16	.001 <sup>3</sup>
	5	33	19	0	17	.0001 <sup>3</sup>
010DC98	12	23	15	11	18	.137
	22	38	15	4	26	.030 <sup>3</sup>
010IP98	60	57	18	20	12	.810
	24	44	19	6	26	.031 <sup>3</sup>
010JS98	59	96	25	7	18	.0004 <sup>3</sup>
	14	42	25	10	13	.018 <sup>3</sup>
010MM98	22	46	21	5	15	.002 <sup>3</sup>
	12	13	10	10	19	.850
010NM98	18	55	20	7	13	.004 <sup>3</sup>
	9	37	19	5	20	.011 <sup>3</sup>
010SA98	60	51	11	19	5	.275
	53	43	14	16	11	.797
010SM98	14	59	23	10	6	.001 <sup>3</sup>
	22	44	18	8	7	.022 <sup>3</sup>
010TP98	25	32	20	16	15	.494
	31	41	17	11	8	.186
010MS98	21	65	27	0	6	.000 <sup>3</sup>
	37	52	17	2	9	.0011 <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Puntaje obtenido en la categoría de contrariedades

<sup>2</sup> Puntaje obtenido en la categoría de satisfactores

<sup>3</sup> Se rechaza la hipótesis nula

*Nota.*- En la columna denominada Rangos, el signo positivo se refiere al número de casos donde la respuesta en satisfactores fue mayor que en contradictores. El signo negativo indica lo contrario y el asterisco las ligas o empates (i.e., en satisfactores igual que en contradictores).

*d) resultados obtenidos en la primera parte del Instrumento para la Estimación de la Motivación hacia las Matemáticas y la Estadística (IEMME)*

Con el fin de analizar comparativamente los puntajes obtenidos en el IEMME por los dos grupos de sujetos en las 20 categorías de adjetivos bipolares que lo integran (1.- desagradable-agradable; 2.- compleja-simple; 3.- inútil-útil; 4.- fácil-difícil; 5.- necesaria-innecesaria; 6.- oscura-clara; 7.- incomprensible-comprensible; 8.- trivial-importante; 9.- aburrida-entretenida; 10.- inconsistente-sólida; 11.- odiada-preferida; 12.- interesante-aburrida; 13.- fea-linda; 14.- placentera-displacentera; 15.- árida-productiva; 16.- motivante-desmotivante; 17.- desastrosa-favorable; 18.- tranquila-fatal; 19.- hostil-adversa; 20.- tediosa-divertida) fueron computadas las medias aritméticas intragrupalmente tanto para los datos correspondientes a matemáticas, por un lado, como para los de estadística, por otro. Con los resultados se realizaron los perfiles comparativos de las

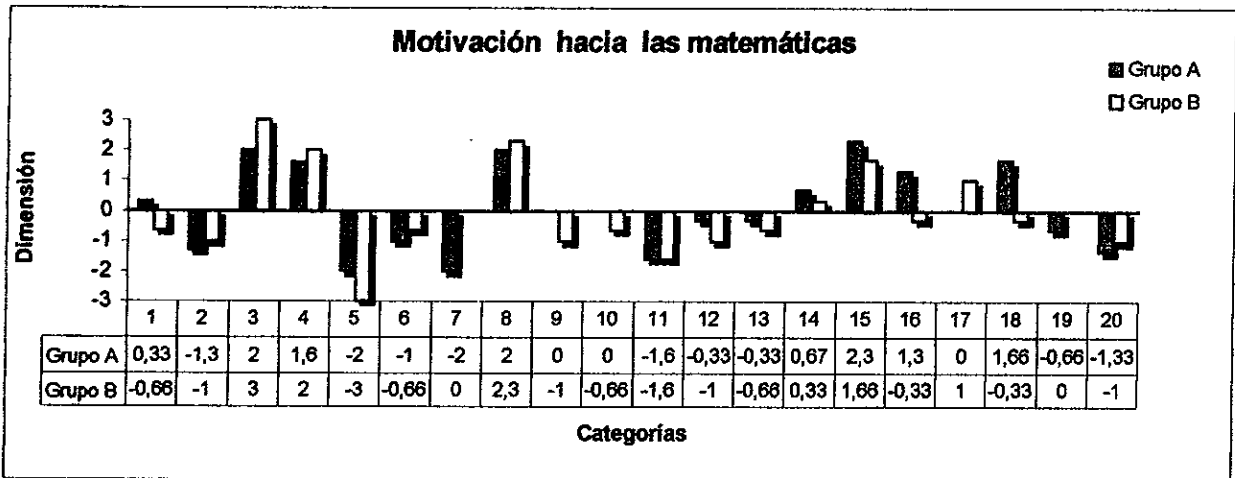
medias aritméticas los cuales se representaron en los escatorgramas que aparecen en las Figuras 7 y 8. En las dos figuras, la parte negativa del eje Y (o de la ordenada) representa el primer adjetivo o constructo de cada una de las categorías bipolares del IEMME, por ejemplo, desagradable, compleja, inútil, fácil, etc. La puntuación concedida por los Ss, en éstos adjetivos fue tomada como un valor negativo (*i.e.*, -1, -2 y -3), únicamente para fines de análisis. Cuando se comparan los perfiles construidos encontramos que existe similitud en la tendencia que siguen ambos grupos, en general, ante las dos disciplinas: matemáticas y estadística. En la Figura 7 las escasas diferencias evidentes que hay en el perfil se pueden observar en las categorías 1 (desagradable-gradable), 16 (motivante-desmotivante) y 18 (tranquila-fatal); sin embargo, llama la atención que con excepción de la categoría 1, donde la preferencia se orienta hacia el constructo de "agradable" en el Grupo A y hacia "desagradable" en el Grupo B, en los demás adjetivos los promedios obtenidos por los Ss del Grupo B resultaron mayores que los del A, inclinándose al adjetivo que sugiere que los sujetos de no éxito experimentan un mayor grado de interés, agrado, gusto y motivación a las matemáticas que los sujetos del Grupo A. En resumen, los resultados muestran que en el Grupo B los Ss reportan que sienten que la matemática es más útil, más necesaria, menos oscura, menos incomprensible, más importante, inconsistente, más interesante, más fea, menos displacentera, menos productiva y menos tediosa; en discrepancia de lo que se encontró en el Grupo A. No obstante que el Grupo A describe a la matemática, en relación al Grupo B, como de menor dificultad, no es mucha la diferencia. Por otro lado, mientras que en el B le otorgan un mayor grado de "más aburrida", para el Grupo A no es aburrida ni entretenida; y, finalmente, en ambos es igualmente odiada, en el grado de bastante.

Mientras que en estadística la situación es la siguiente: en primer lugar, existe una diferencia respecto a los resultados generales obtenidos en las matemáticas; específicamente en que el adjetivo hacia el cual se orientan las respuestas de los Ss es distinto en varios de ellos (*q.v.*, categorías bipolares 7, 9, 10, 11, 13, 14, 19 y 20). Además, ahora encontramos que el Grupo A asigna un mayor grado en cada categoría de la escala, salvo en la número 5, donde el Grupo B la considera más "necesaria" en un nivel (2.5; *i.e.*, entre bastante y muchísimo o muy) que el Grupo A (1.5; *i.e.*, entre escasamente y bastante), y en la 3 (inútil-útil) en la que es ligeramente más "útil" para el Grupo B. Las diferencias intergrupalmente se localizan en las categorías 2, 14 y 18, en relación a que, entre ellos, tienden a direcciones opuestas; favoreciendo al Grupo A en una descripción que sugiere mayor interés y disposición ante la estadística (*e.g.*, más "placentera" que "displacentera" y más "tranquila" que "fatal").

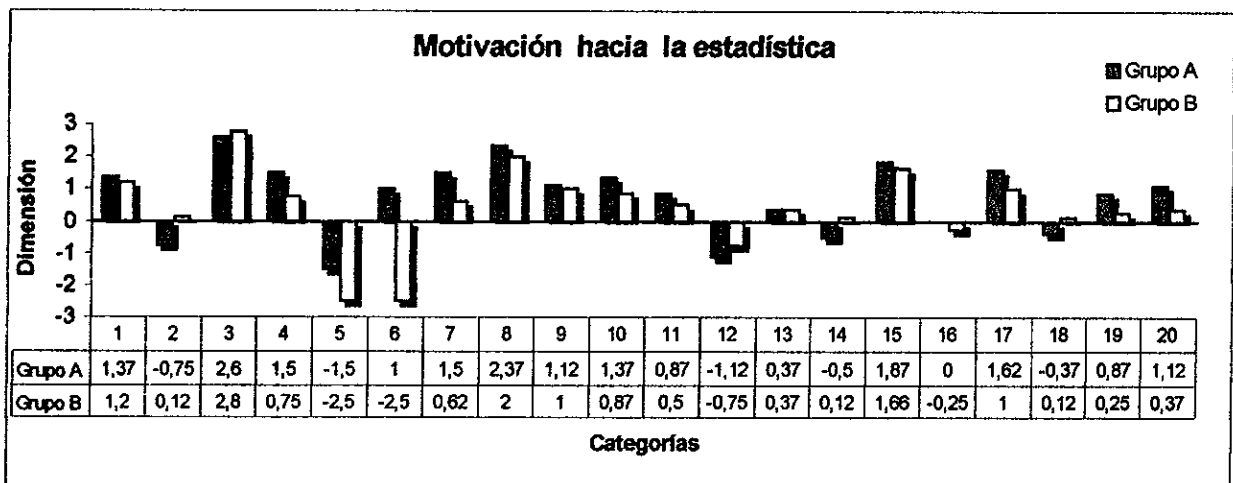
Entonces, de manera resumida, los resultados obtenidos sugieren que hacia las matemáticas el Grupo B (alumnos de no éxito) exhibe un mayor grado de interés, gusto, motivación, etc., que el Grupo A, pero hacia la estadística los resultados se presentan en la dirección contraria; sin embargo, parecería que no son significativas las diferencias que se observan ya que, en diversas categorías de la escala empleada, la tendencia de las respuestas con las que describen a las matemáticas y la estadística, ambos grupos, es similar.

Por lo anterior, y dado que el propósito de este trabajo consistía en hallar diferencias entre ambos grupos en la variable motivación hacia la estadística y las matemáticas, se decidió someter a un análisis estadístico la hipótesis de nulidad que establecía que la media aritmética de rangos, de los puntajes obtenidos en el IEMME, en cada una de sus categorías bipolares, es igual en el Grupo A y en el Grupo B. Se realizaron dos pruebas U de Mann-Whitney para los datos de matemáticas y de estadística, por separado. Los resultados indicaron que si existieron diferencias significativas, con  $p < .05$  entre los dos grupos en matemáticas (Media de rangos del grupo A= 20,67; Media de rangos del grupo B= 20,33) y en estadística (Media de rangos

del grupo A= 22,35; Media de rangos del grupo B= 18,65), con un valor de  $z = -0,09$  y de  $-1,00$ , respectivamente. Es decir, la probabilidad de que esta estadística ocurra por azar es menor de cinco veces en 100 y por lo tanto se concluye que es un acontecimiento significativo.



**Figura 7.- Perfil comparativo de las medias aritméticas obtenidas en la Escala de Estimación de la Motivación hacia las Matemáticas.**



**Figura 8.- Perfil comparativo de las medias aritméticas obtenidas en la Escala de Estimación de la Motivación hacia la Estadística.**

e) resultados de la segunda parte del Instrumento para la Estimación de la Motivación a las Matemáticas y la Estadística (IEMME)

Este conjunto de datos coadyuvaron en la búsqueda de rasgos motivacionales característicos de los estudiantes de éxito *versus* estudiantes de no éxito. La información de esta parte del instrumento fue sometida a un análisis de frecuencias discretas. Antes de pasar a describir los resultados obtenidos conviene hacer hincapié en que éstos muestran diferencias notorias entre los dos grupos, lo cual sugiere, como idea principal, que existe una disposición y comportamiento diferente entre ellos hacia las matemáticas, en general, y hacia la estadística, en particular. De la Figura 9 a la Figura 16 aparecen los resultados relativos a matemáticas, mientras que de la Figura 17 a la Figura 24 los relacionados con estadística. La Figura 9 muestra que en tanto el Grupo A considera a las matemáticas más bien difícil que terrible, entretenida, aburrida, etc., para el Grupo B es sobre todo terrible y aburrida. Además, encontramos que es diferente el adjetivo que en segundo lugar es usado para describirlas, en el Grupo A las frecuencias más altas fueron para importante (casi el 40 %) y entretenida (25 %) y en el Grupo B fueron solo dos adjetivos: difícil e interesante, con una frecuencia menor (*q.v.*, Figura 10). Incluso, (*q.v.*, Figura 11) cuando se les presentaron cuatro opciones para que caracterizaran a las matemáticas, la frecuencia relativa es casi similar (mayor a 60) pero para adjetivos diferentes: en el Grupo A, importante; en el B, necesaria. La segunda opción seleccionada fue en el Grupo A, por orden descendente de frecuencia: útil e interesante; en el Grupo B, con la misma frecuencia: útil y necesaria, aunque también se dio el caso que no se registro una segunda selección. A la pregunta: “¿lees libros sobre, o relacionados con, matemáticas, por gusto?”, en ambos grupos el 100 % respondió que no. En la Figura 12 se observa que el Grupo B no citó el nombre de algún libro de matemáticas que en alguna ocasión hayan revisado, pero en el Grupo A, un 50 % de los Ss si lo hizo. En la Figura 13 se aprecia la frecuencia de la temática del libro de matemáticas citado, obsérvese que son los textos de álgebra los más referidos. Cuando se solicitó que reportaran el nombre de algunas ramas que identificaran como propias de las matemáticas todos los Ss del Grupo A lo hicieron pero el B únicamente el 66.7 %. En la Figura 14 se pueden apreciar las áreas mencionadas en dicha pregunta. Una diferencia más la encontramos en el momento de indicarles que mencionaran algún conocimiento producido dentro de las matemáticas, del Grupo A el 50 % lo pudo citar, del Grupo B el 33.3 %. En la siguiente pregunta del IEMME, la cual requería que expusieran el nombre de personajes de las matemáticas, advertimos que en el Grupo B el 100% lo refirió, aludiendo a Baldor, Pitágoras y a Einstein; en tanto que del Grupo A sólo el 50 % lo pudo mencionar. La referencia de éstos fue a matemáticos griegos (*e.g.*, Tales de Mileto, entre otros). En cuanto a plantear una definición de las matemáticas la distribución de la frecuencia fue del 100 % en el Grupo A (*q.v.*, Figura 15). La frecuencia de los términos empleados en las definiciones de matemáticas dentro de cada uno de los grupos aparece en la Figura 16, nótese que en el Grupo A la mitad de los Ss la define como ciencia y, también, que es más rica la concepción de la matemática en dicho grupo.

Igualmente los resultados correspondientes a estadística, evidencian una diferencia entre grupos. De la Figura 17 a la 24 se resumen las respuestas de los Ss. Prácticamente en todas ellas es evidente una disposición distinta hacia la estadística entre los Ss del Grupo A y del B; tanto en los adjetivos usados para describir a la estadística, el poder mencionar textos y ramas de la estadística, así como en dar una definición de ésta. Uno de los datos más importantes es el que consiste en que cuando definen a la estadística, los del Grupo A, hacen referencia a sus funciones pero sobre todo (un 50%) a la relacionada con la de establecer inferencias. Lo anterior resulta interesante, porque en el momento de la aplicación del instrumento aún no han cursado, en sus clases

regulares, temas de estadística inferencial. En cambio, en el Grupo B, no ofrecen una definición (66.7 %) o lo hacen aludiendo a otra cosa que no es la estadística (*e.g.*, "se usan para hacer muestras de un grupo o una población"). Por otro lado, en el Grupo A, el conocimiento generado dentro de la estadística más mencionado se relaciona con distribuciones y con correlación; asimismo, pueden nombrar a algunos estadísticos (*v.gr.*, Pearson y Poisson), mientras que en el B, el 100%, no pudieron mencionar a ninguno. En síntesis, es especialmente llamativo el contraste que observamos entre las respuestas de uno y otro grupo. Podríamos decir que lo encontrado nos sugiere que hay una diferencia intergrupual del manejo y de la cantidad de información relacionada con las matemáticas y la estadística.

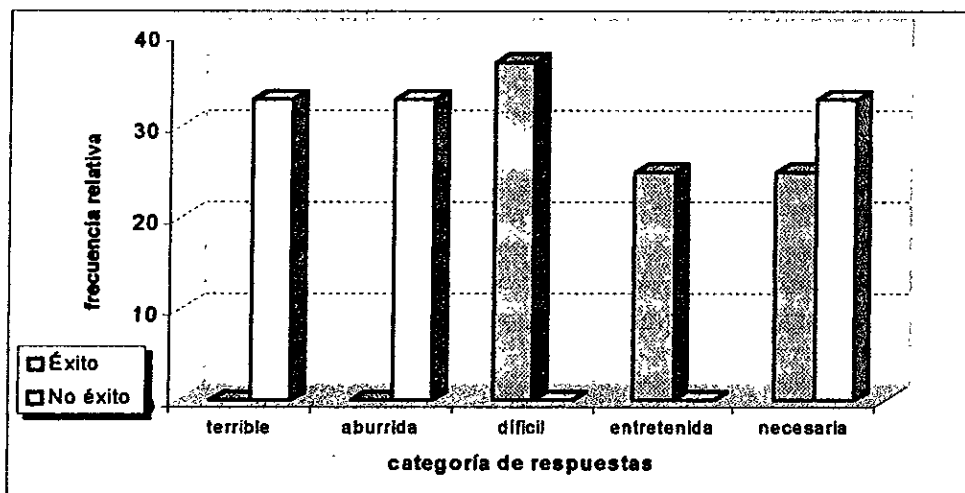


Figura 9.- Frecuencia, en cada uno de los grupos, de los adjetivos empleados en primer lugar para describir a las Matemáticas y áreas afines, correspondientes al IEMMyE.

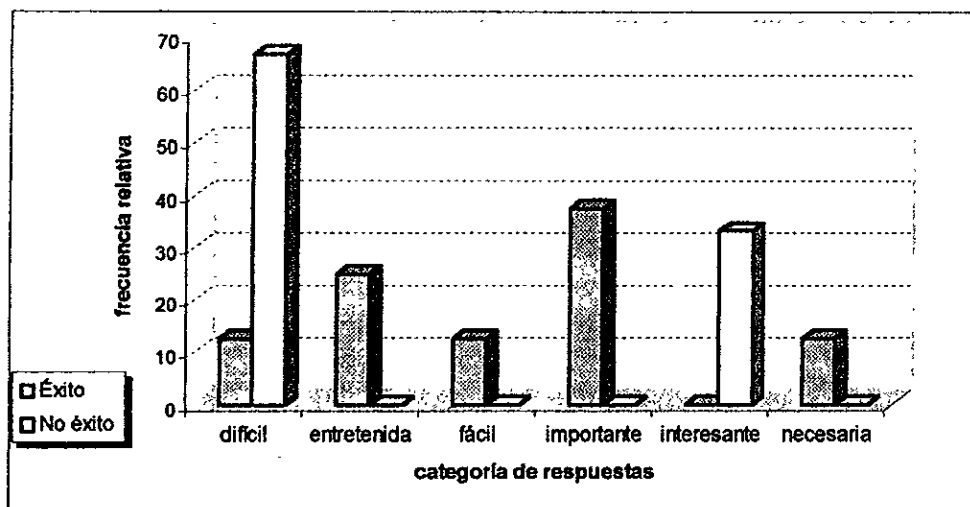
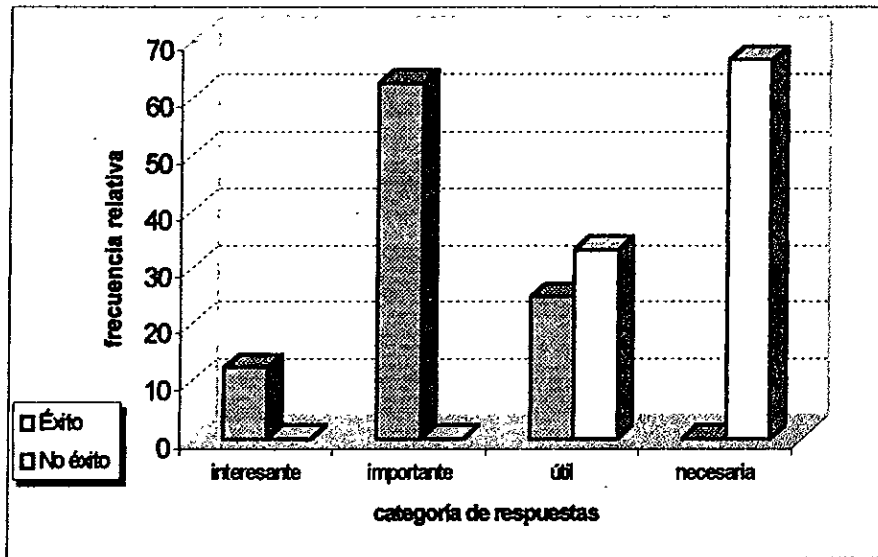
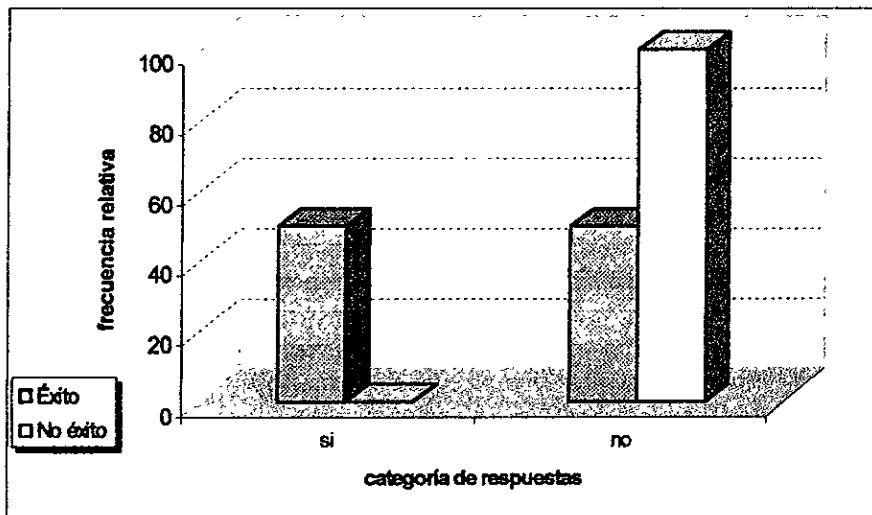


Figura 10.- Frecuencia, en cada uno de los grupos, de los adjetivos empleados en segunda instancia para describir a las Matemáticas y áreas afines, correspondientes al IEMMyE.

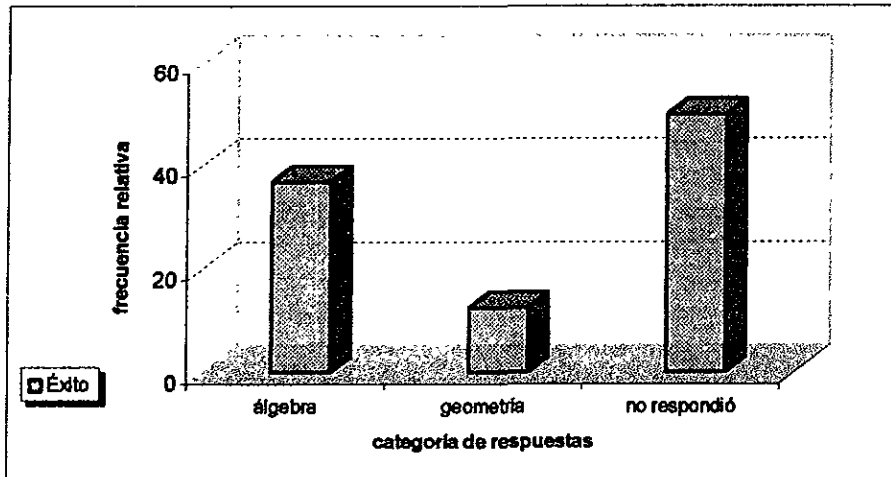




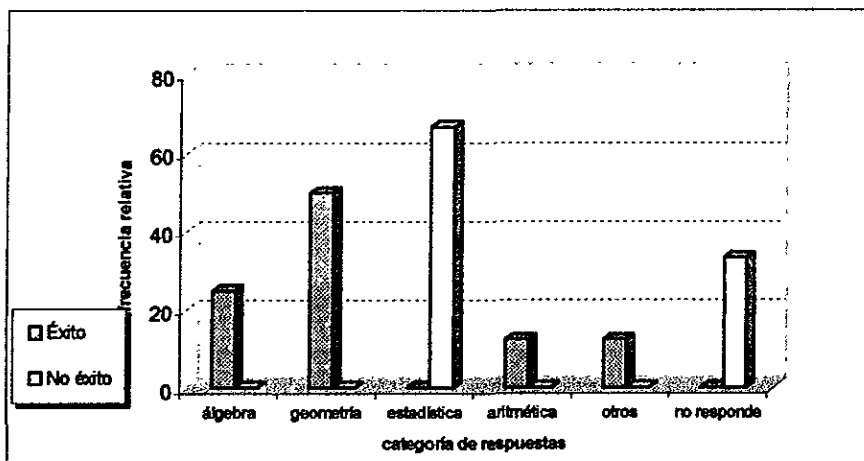
**Figura 11 .-** Distribución de la frecuencia, en cada uno de los grupos, en cuatro adjetivos sugeridos para calificar a las Matemáticas.



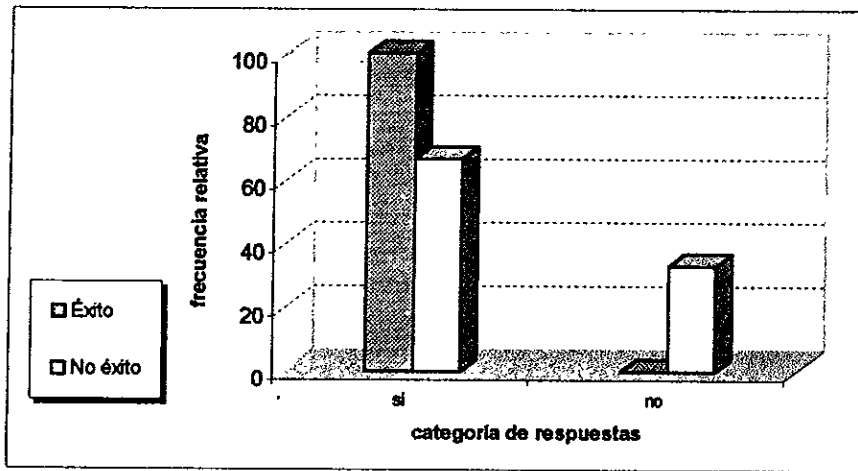
**Figura 12 .-** Frecuencia, en cada uno de los grupos, de si contestaron o no contestaron a la indicación, dentro del IEMMyE, de anotar los nombres de los libros de matemáticas que recuerden hayan leído.



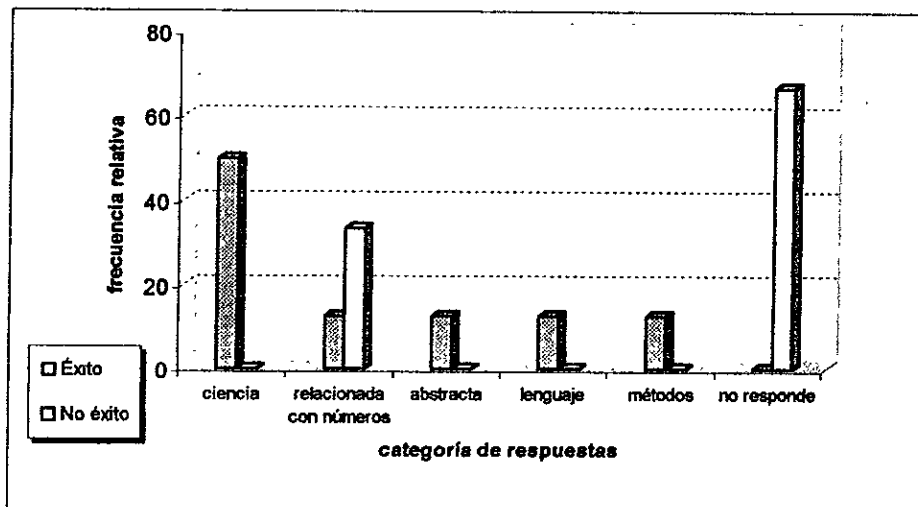
**Figura 13 .- Frecuencia de la temática de los libros citados sobre matemáticas, sólo en el Grupo A.**



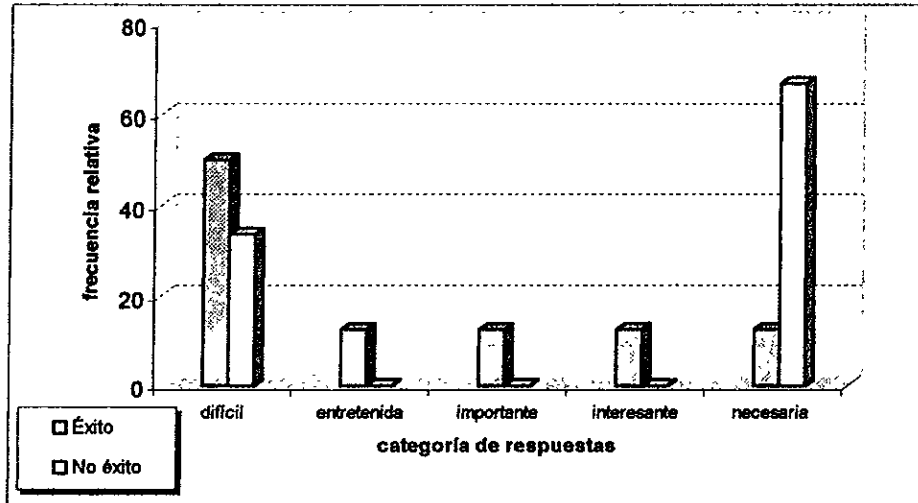
**Figura 14 .- Frecuencia de las áreas o ramas de las matemáticas, identificadas en cada uno de los grupos.**



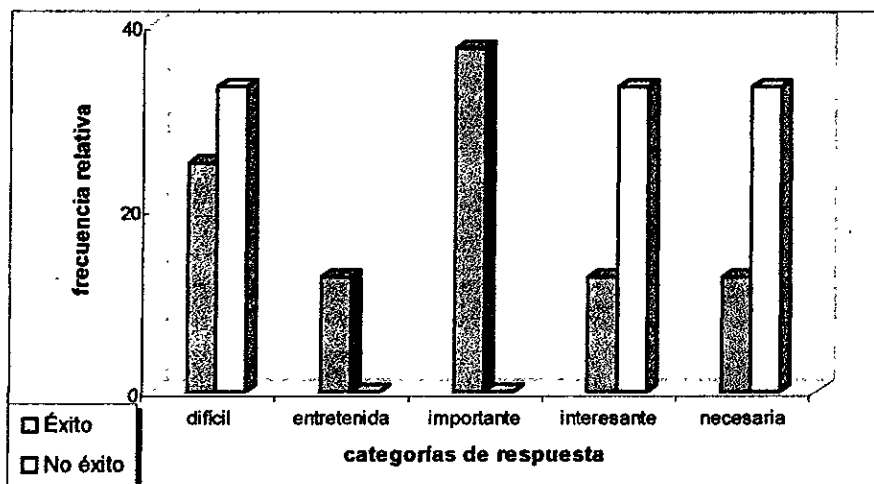
**Figura 15 .-** Distribución de la frecuencia de ofrecer o no una definición sobre las Matemáticas.



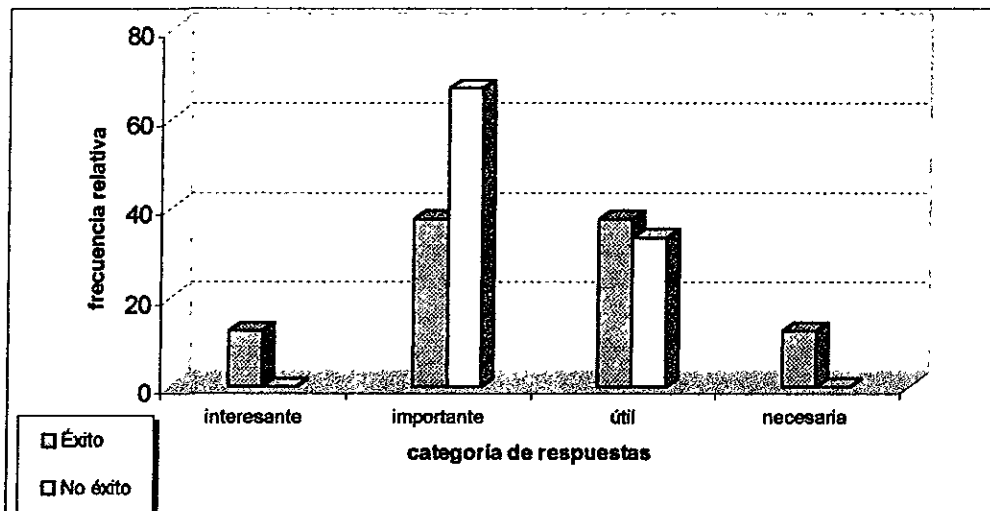
**Figura 16 .-** Distribución de la frecuencia de la palabra que caracteriza la definición de las Matemáticas, correspondiente a cada uno de los grupos.



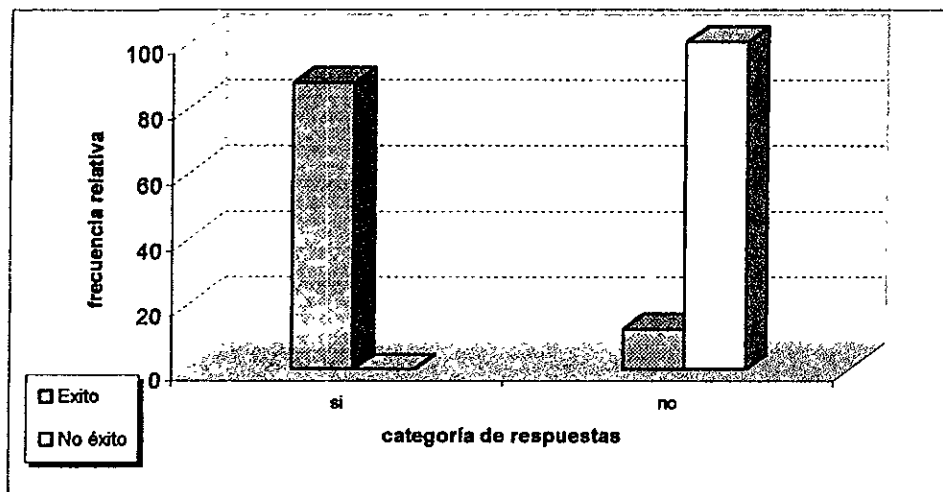
**Figura 17.-** Frecuencia, en cada uno de los grupos, de los adjetivos empleados en primer lugar para describir a la Estadística, correspondiente al IEMMyE.



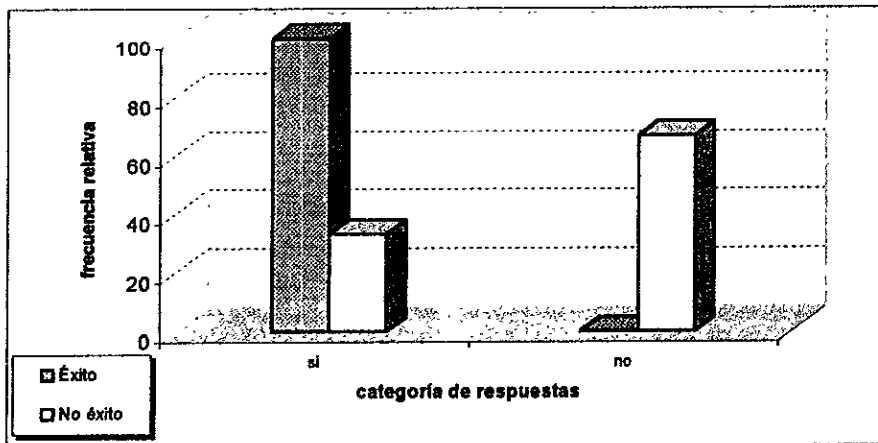
**Figura 18.-** Frecuencia, en cada uno de los grupos, de los adjetivos empleados en segundo lugar para describir a la Estadística, correspondiente al IEMMyE.



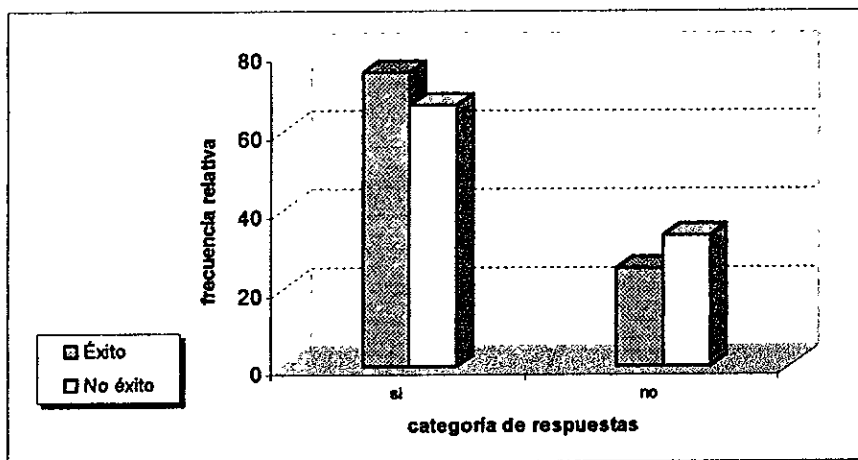
**Figura 19.-** Distribución de la frecuencia, en cada uno de los grupos, en cuatro adjetivos sugeridos para calificar a la Estadística.



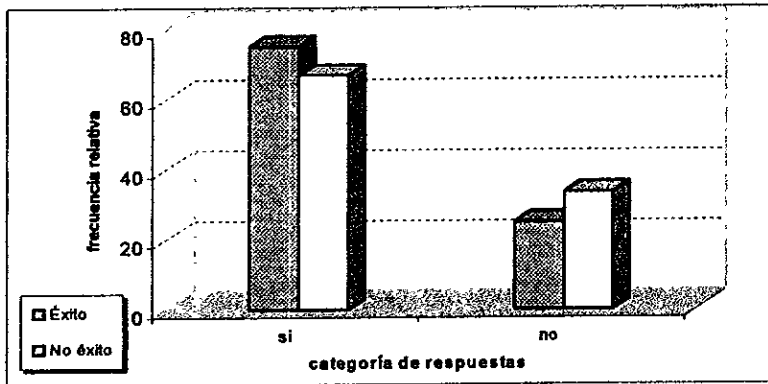
**Figura 20.-** Frecuencia, en cada uno de los grupos, de si contestaron o no a la indicación, dentro del IEMMyE, de anotar nombres de libros de estadística que recordaran haber leído.



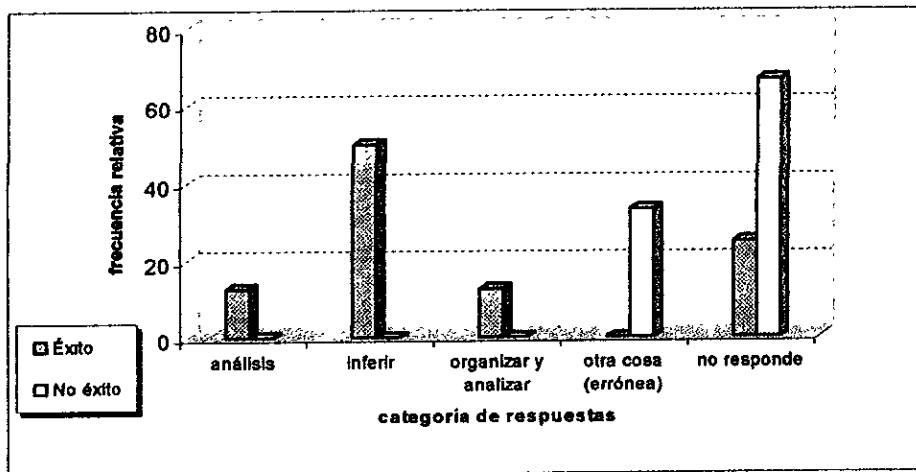
**Figura 21.-** Frecuencia, en cada uno de los grupos, de mencionar áreas correspondientes a la Estadística.



**Figura 22.-** Distribución de la frecuencia, en cada uno de los grupos, de expresar un conocimiento desarrollado dentro de la Estadística.



**Figura 23.-** Distribución de la frecuencia de ofrecer o no una definición sobre la Estadística.



**Figura 24 .-** Distribución de la frecuencia de la palabra que caracteriza la definición de la Estadística, correspondiente a cada uno de los grupos.

## B) Resultados de los estilos de pensamiento

### a) en la Prueba de Estimación de la Solución de Problemas Estadísticos–Versión Breve (ESPE-VB)

Esta prueba estuvo conformada por dos partes. La primera, estrictamente, fue la de ESPE-VB en tanto que la segunda consistió en un protocolo breve de entrevista constituido por cuatro preguntas de respuesta obligatoria y la quinta opcional. Para obtener los resultados del ESPE-VB se siguió la mayoría de las indicaciones generales para la interpretación de la prueba que sirvió de base para su diseño (*i.e.*, MPSA-SF). Los resultados están concentrados en la Figura 25. La calificación de cada una de las categorías de respuesta, específicamente, se realizó de la siguiente forma: PEE (Percepción de la Ejecución en Estadística) mediante el promedio de las respuestas a las preguntas 1 a 3. La AHE (Actitud Hacia la Estadística) con la de las preguntas 4 y 5. La AHSPE con la 6 y 7. El CSPE (Conocimiento de la Solución de Problemas Estadísticos) con las 8,9 y 10. El CL (Conocimiento de la Lectura) con las 11, 13 y 17. El UL (Uso de la Lectura) con la 12 y 14. EL CL2 (Control de la Lectura) con la 15 y 16. Las demás clases de respuesta se calificaron tomando como referencia las respuestas de toda la evaluación y las audiograbaciones efectuadas (*q.v.*, más adelante el apartado de “resultados de las audiograbaciones”).

A continuación se presenta una descripción más detallada de los resultados en cada una de las categorías, correspondientes a la primera parte de la prueba:

**PEE.-** En el Grupo A, no obstante que el resultado medio es superior a 3 (3.1) (*i.e.*, promedio) hay una diferencia a favor del Grupo A sobre el B, lo cual refleja una mejor percepción de su ejecución estadística. Incluso, el rango de los puntajes obtenidos en los ítems que conforman esta categoría de respuesta es de 2.6 – 4, en tanto que en el Grupo B es de 2 – 3.3. Cabe enfatizar el papel de 010DL98 dentro del Grupo B ya que “jala” hacia arriba los datos de su grupo, tanto en esta categoría como de las AHE y AHSPE. Al retirarlo del análisis el resultado en PEE sería 1.6, en AHE igual a  $\frac{1}{4}$  de las veces y en AHSPE no alcanzaría el resultado de  $\frac{1}{4}$  de las veces.

**AHE.-** Para los Ss del Grupo A, en el cómputo del promedio de las respuestas de los Ss el resultado fue superior a la de la mitad de las veces (*i.e.*, “ $\frac{1}{2}$  de las veces”). Hubo Ss que respondieron “ $\frac{3}{4}$  de las veces” y “siempre”. Cuando contestaron “siempre” consideraban que su gusto por la estadística se debe a su aplicabilidad en diferentes áreas y porque mediante ella se puede hacer una estimación de la realidad. En tanto que quienes contestaron “ $\frac{3}{4}$  de las veces” manifestaron no contestar siempre ya que indicaron: “algunas veces no le entiendo a algunos problemas” (el subrayado es del autor).

**AHSPE.-** Las preguntas de esta categoría fueron: ¿Te gusta resolver problemas estadísticos, por qué o por qué no?. Llama la atención la presencia de respuestas en la categoría “siempre” y “ $\frac{3}{4}$  de las veces”, en el Grupo A, lo cual no ocurrió en el B.

**CSPE.-** En A la mayoría de los Ss manifestó un conocimiento más amplio de estrategias para resolver problemas. Las respuestas revelaron que en la fase de identificación de datos, que ellos reportaron, existe conocimiento de los aspectos que deben observar: probabilidad de éxito y fracaso, el valor de  $n$ , el significado de los términos de la fórmula, etc. En tanto que en todos los Ss de este grupo se presentó una secuencia estructurada de un procedimiento para resolver problemas estadísticos; por ejemplo, después de localizar cierta información, dentro del planteamiento del problema indicaron que efectúan operaciones. En este aspecto no existió mayor variabilidad entre los sujetos. Mientras que en el grupo de no éxito, normalmente se concentraron en recordar una fórmula, sustituir y desarrollar los términos de ésta (*e.g.*, en la pregunta 9



reportaron que: “se aplica la fórmula de Bernoulli” y “contestar mediante la fórmula”). En tanto que las respuestas a la pregunta 10, aunque fueron distintas, evidenciaron la ausencia de una estrategia formal. Incluso 010TP98 dijo: “no tengo (una estrategia), uso la que me enseñan en clase” (el paréntesis es del autor de este trabajo).

CL.- En general, en el Grupo A, se efectuaba una lectura con una triple finalidad: comprender el problema o la pregunta, asociar con cosas de la vida cotidiana para entenderlo mejor (el sujeto 010SA98 respondió: “trato de imaginarme lo que están planteando, una fábrica y unos productos, trato de hacerme una representación mental y esto ayuda”), y estudiar la estructura de la pregunta. Los sujetos del Grupo B, en cambio, reportaron que durante la lectura del problema intentan recordar la fórmula con la que se resuelve y tratan de elaborar anotaciones de los datos más relevantes; sin embargo, no diseñan algún plan o estrategia para resolverlo. Hasta en los “números” (*sic*), indicaron, enfocan su atención.

UL.- También en esta categoría se apreciaron diferencias en relación al Grupo B. El rango del número de veces en que leyeron el problema fue de 1 a 3. Fue más frecuente que reportaran que dos veces y que posteriormente, si es necesario, solo leen las partes en donde permanecen dudas o para buscar algunos datos. Los Ss 010SA98 y 010CR98, reportaron que eventualmente recurren a diversos recursos (e.g., la consulta de apuntes, de cierto libro, etc.). Al tiempo que en el Grupo B lo que manifestaron fue: “muchas (veces), quizás unas diez” y “unas cinco o más”.

CL2.- Esencialmente, las preguntas que los Ss del Grupo A se formularon, en este rubro, estuvieron enfocadas a reconocer las características del problema, a la identificación del tipo de distribución, a valorar lo correcto del planteamiento del problema (“si tiene lógica o sentido el problema”). Nuevamente, se apreció mayor riqueza en las respuestas de estos Ss. En B, se asignó la calificación de “poco” ya que los cuestionamientos formulados mientras leían no fueron congruentes con la etapa de control de la lectura, en la cual deberían haberse formulado preguntas propias de las fases: mientras leen y después de la lectura; por ejemplo, ¿qué es lo que me están indicando? y ¿qué es lo que se desea que encuentre en el problema?. Más bien verbalizaron expresiones vinculadas a la inseguridad que, presumiblemente, experimentaron en la solución del problema: “¿cómo irá a salir el resultado?...¿lo que haré estará bien?”.

UP.- Entendiendo el parafraseo como colocar el problema en sus propias palabras, podemos decir que la información recopilada mediante las audiograbaciones sugiere que en ambos grupos existe una reinterpretación del problema, aunque ésta está más enriquecida en el Grupo A.

UV.- No fue un rasgo constante en todo el Grupo A; sin embargo, dos sujetos, 010SA98 y 010SN98, indicaron que representan mentalmente los objetos aludidos en el problema, en tanto que 010CR98 manifestó poner en un lenguaje matemático la pregunta del problema. Del grupo de no éxito, sólo uno reportó usar la visualización, la que desarrolló durante la lectura.

UH.- De nuevo, en A, observamos que no está generalizada dentro del grupo esta fase pero si que hubo algunos Ss que trazaron, de manera más minuciosa, un plan para resolverlo, el cual contiene en varios Ss la verificación del resultado y la búsqueda de elementos que les ayudarían a confirmar que se trataba de una distribución binomial. Vimos que el sujeto 010CR98 describió el plan más desglosado de su grupo: “Leo el problema, busco a que distribución se refiere por medio de las variables que proporciona el problema; anoto los datos; anoto la fórmula; verifico si los datos (de la sustitución) están en el sentido correcto de cual es la probabilidad de éxito y de fracaso; analizo la pregunta; aplico la fórmula; realizo las operaciones; obtengo el resultado y checo el resultado”. Nótese lo completo que fue la estrategia de éste sujeto. Aunque se calificó

como "poco", en B, en realidad debería calificarse como "nada" ya que en este contexto la formulación de hipótesis significó trazar o fijar un plan para resolver el problema.

UE.- Casi en ninguno de los Ss del grupo A o B ocurrió esta etapa. Según parece (*q.v.*, transcripción de las audiograbaciones), solamente en el sujeto 010TP98 fue clara la conducta de contrastar el resultado esperado con su resultado obtenido.

UC.- En la mayor parte de los Ss, de A, está perfectamente ubicada esta categoría de respuesta. En general, percibimos que fue más amplia esta fase dentro de este grupo que en el B.

UCH.- Ciertamente, no en todos los Ss del grupo de éxito pero si en varios se pudo observar la verificación de sus resultados a fin de comprobar el correcto desarrollo de su procedimiento. No es una respuesta común, en el Grupo B, solamente el sujeto 010DL98 reportó que la efectúa a veces.

Es pertinente mencionar que en la parte B de esta prueba el sujeto 010 NM98 no contestó íntegro el protocolo de entrevista ya que manifestó tener estrés por una problemática familiar: Dado que estaba estrictamente programada la aplicación de los instrumentos empleados en nuestro estudio, con la finalidad de controlar el efecto de algunas variables extrañas, no se consideró conveniente volver a programar su administración.

En los datos respectivos a la segunda parte de la prueba también percibimos diferencias. Mientras que en el Grupo A reportaron que un problema de probabilidad implica para el 50% de ellos una situación para usar el razonamiento; en el Grupo B, encontramos que lo que implicó un problema de probabilidad fue muy variable: la aplicación de una regla, una situación para usar el razonamiento y una situación donde se comprometen sus conocimientos. Además, en el Grupo A, con excepción de la opción e (*i.e.*, "una situación para evocar conceptos"), las otras tuvieron una frecuencia de elección igual al 12.5 %. En la pregunta 2: ¿en la solución de un problema de probabilidad?, el 50% del Grupo A manifestó que desglosa el problema y el 37.5 % declaró aplicar la misma regla; en el B, los resultados tuvieron una orientación diferente ya que el 66% reportó aplicar la misma regla en la solución de un problema. En relación a la siguiente interrogante de la prueba, más del 60% de los Ss del grupo de éxito consideró que resulta motivante la resolución de un problema de probabilidad, a diferencia del Grupo B para quienes no fue motivante resolverlo. Con excepción del sujeto 010DL898. Finalmente, en la última pregunta los Ss del grupo A, contestaron que la ruta que mejor describe su estrategia de solución de problemas es la siguiente: "identificación de los datos del problema; identificar la pregunta del problema; determinar las preguntas que se deben realizar; aplicar la operación respectiva; y la valoración de la respuesta obtenida. Lo anterior, resultó coherente con lo que observamos en la primera parte de la ESPE-VB y las audiograbaciones. En el Grupo B, los datos del ESPE-VB no proporcionaron apoyo alguno sobre la posibilidad de que empleen una estrategia o plan para resolver problemas.

En concreto, en el Grupo B no observamos ninguna estrategia desarrollada en la solución de problemas de probabilidad, a diferencia del Grupo A.

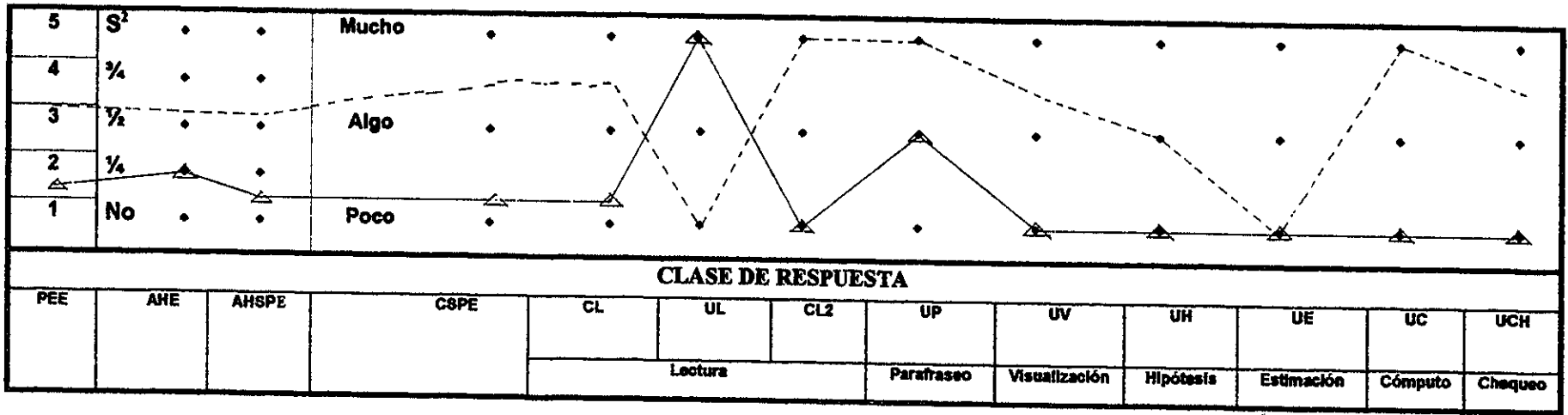


Figura 25.- Resultados correspondientes a la Prueba de Evaluación de la Solución de Problemas Estadísticos (ESPE-VB)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Con la línea --- se representa al Grupo A; con la línea — al Grupo B

<sup>2</sup> Siempre

*Nota.-* Las equivalencias de las clases de respuesta son las siguientes: PEE = Percepción de la ejecución en estadística; AHE = Actitud hacia la estadística; AHSPE = Actitud hacia la solución de problemas, en estadística (probabilidad); CSPE = Conocimiento de la solución de problemas estadísticos; CL = Conocimiento de la lectura; UL = Uso de la lectura; CL2 = Control de la lectura; UP = Uso del parafraseo; UV = Uso de la visualización; UH = Uso de la hipótesis; UE = Uso de la estimación; UC = Uso de la computación (cálculo); UCH = Uso del chequeo (verificación).

b) resultados en la Prueba de Figuras Ocultas

Aunque del desempeño de los sujetos, en la Prueba de Figuras Ocultas, se pueden derivar varias calificaciones, la más importante es el número total de ítems trazados correctamente por lo tanto fue el factor que se evaluó. La prueba se calificó como la marca la misma (cf., Bafuelos, 1995): un punto a cada uno de los 18 reactivos calificables. Esto permitió tener un rango de 0-18 puntos; de acuerdo con la clasificación estándar de calificación, la media teórica es de 9, con una desviación estándar de 3, lo que indica que los sujetos con un puntaje dentro del rango 0-6 puntos son dependientes del campo y los de 12-18 poseen un estilo independiente de campo. En la Tabla 6 aparece el análisis estadístico de los puntajes obtenidos por cada uno de los grupos. Se advierte que ambos grupos se ubican en el rango de estilo independiente de campo. Incluso en los dos grupos el puntaje mínimo está por arriba del límite inferior del rango que define el estilo independiente, no obstante el recorrido es mayor en el Grupo A y por lo tanto el valor de la desviación estándar. Con el coeficiente de asimetría se aprecia que respecto a la media grupal en el Grupo A los datos tienden a concentrarse más por debajo de esta lo cual no ocurre en el Grupo B; sin embargo, no es excesiva la diferencia con respecto a la media. Dado que hay una tendencia mayor en el Grupo A, observada en varios estadígrafos, hacia el estilo independiente, parece no mostrar mucha diferencia con relación a los valores que logra el Grupo B (diferencia de las medias = 1,37), por lo que se decidió realizar una prueba de la mediana (i.e., un procedimiento no paramétrico útil para probar si dos grupos difieren en sus tendencias centrales, más específicamente, la prueba daría información acerca de la probabilidad de que dos grupos se hayan tomado de poblaciones con la misma mediana). La prueba reveló que sí existen diferencias significativas con una  $p > .05$ . (q.v., Tabla 7). Por lo tanto concluimos que la puntaje es mayor en el Grupo A, aunque ambos grupos son independientes del campo. En numerosos estudios se ha encontrado que este tipo de sujetos parecen tener una atracción y habilidad más definida por las actividades de tipo analítico y científico; además, que entre los de estilo independiente y dependiente existen diferencias respecto a la facilidad con que se aprenden materiales de estudio con distintas formas de presentación. En este sentido, ambos grupos se encuentran en condiciones diferentes respecto a sus estrategias de planificación, construcción de modelos, analogías y verificación así como en la resolución de problemas ya que se ha notado, en diversos estudios, que los individuos con estilo independiente del campo resuelven con éxito problemas matemáticos, además de que aplican una mayor variedad de procesos heurísticos (cf., Heller, 1982; Blake, 1976)

**Tabla 6**

Análisis estadístico del número de respuestas correctas en la Prueba de Figuras Ocultas

Estadígrafo	Grupo A	Grupo B
Media	18,3	17
Mediana	19	17
Moda	19	Sin Moda
Desviación estándar	3,06	2
Coefficiente de asimetría	-0,23	0
Recorrido	8	4
Mínimo	14	15
Máximo	22	19

Tabla 7

Prueba de la mediana de las puntuaciones  
en la Prueba de Figuras Ocultas

	Grupo	
	A	B
Casos por encima de la mediana	3	0
Casos por debajo de la mediana	5	3

Casos	11
Mediana combinada	19
Probabilidad	.4909

c) resultados en las audiograbaciones

Para complementar la información recopilada en relación a los estilos de pensamiento de los sujetos, se realizó una audiograbación de las introspecciones de los sujetos mientras resolvían un problema (q.v., anexo 6, inciso b) que se aplicó durante la administración del instrumento MPSA-SF (Etapa 3). A continuación se presentan las transcripciones de las verbalizaciones grabadas en algunos de los sujetos, especialmente donde se aprecia mayor riqueza en sus introyecciones. Cabe indicar que todos los paréntesis que aparecen aquí son empleadas por el autor de este trabajo con la finalidad de ayudar en la comprensión de los registros practicados.

**Grupo A**

**Sujeto: 010JS98**

*"Pongo los datos...son diez piezas terminadas...n igual a 10...10 por ciento de los artículos son defectuosos, la probabilidad de que exactamente uno esté defectuoso, la probabilidad de que X sea defectuoso...un producto bueno como éxito y un defectuoso como un fracaso...éxito...fracaso...según mi fórmula...C n X (hace operaciones)...falta la combinación...entonces combinación n r por X por, tenemos que X es igual a 10...exactamente uno x es igual...volvemos a p, 1 menos es igual a ... (realiza operaciones)...10 por ciento serían...(operaciones)...9 llevamos 1, n es igual...X factorial...10...n factorial por X... n menos quince igual a cinco... esto es igual a tres...trescientos ochenta...nueve...es ...trescientos sesenta y nueve...llevamos...por...a veinte...así que...la probabilidad de que exactamente uno esté defectuoso ...es .1 entre...de que exactamente uno...ciento...noventa por cinco.*

**Sujeto: 010SA98**

*"Primero voy a anotar los datos del problema que son n igual a 10, número de la muestra es igual a diez, eh, la probabilidad de éxito sería igual a un producto bueno como un éxito, entonces sería igual la probabilidad de éxito igual a .90 y la de fracaso el diez por ciento, igual a .10, que sería el complemento del 90...bueno, aquí nos preguntan que quiere saber la probabilidad de que exactamente uno de ellos esté*

defectuoso, entonces sería la probabilidad de  $X$  igual a 1, eh, la fórmula de la distribución binomial es la combinación de  $X$  de  $n$  por la probabilidad de éxito por  $q$  a la  $n$  menos  $X$ , entonces...aquí, creo que ya me equivoque...no sí estoy bien, sí entonces ahora voy a desarrollar la fórmula que sería la combinación de 1 de 10 por... .90...a la diez, que sería el número de la muestra por .10, a la 10 menos 1 sería igual a 9... entonces, ahora la combinación de 1 de 10 sería...10 menos cinco igual a 10... .90, por .90 a la 10, que es igual a .348678 por .10 a la 9... que es igual a 1 a la .9, sería igual a ocho ceros nueve...a 1...bueno, ahora, voy a multiplicar 10 por .3448778 por... .0000...1...que es igual a .0003448 (hay otros ceros) que sería la probabilidad de  $X$  igual a uno...entonces, la probabilidad de que un producto sea defectuoso es de .3448 a la menos 8. Ya, bueno no se si esté bien.

**Sujeto: 010MS98**

"Hay una muestra de 10...un 10 por ciento de artículos defectuosos... $x$  es igual al número de productos defectuosos. Producto bueno, es decir éxito, es  $p$  igual a .90... producto malo, es decir fracaso, es igual a  $q$  .10... La fórmula  $p$  de  $x$  es igual a combinaciones de  $n$  en  $r$  por  $p$  a la  $r$  por  $q$  a la  $n$  menos  $x$ ...entonces,  $p$  de  $x$  igual a 1 por combinaciones de 10 tomadas de 1 por  $p$  a la uno por  $q$  a la 9...luego, se sustituye  $p$  por .90 y  $q$  por .10... meto los datos a la calculadora y el resultado es nueve ceros punto 9.

**Sujeto: 010SN98**

"...Primero busco el  $n$  que es el número de la muestra...luego  $p$  que es el éxito... lo resto de  $q$  que me lo está dando el valor de  $q$  después verifico si suman 21... (realiza operaciones)... puedo poner, más bien con números, ¡hay no me acuerdo!, ¿con números completos o decimales?... después veo la pregunta y resuelvo el problema...(hace, nuevamente, operaciones)...ya".

**Sujeto: 010RR98**

"Bueno dice que la muestra es de 10 piezas, entonces pongo  $n$  que es el símbolo de la muestra en probabilidad y este a 10... menciona los defectuosos... es  $q$  y es el 10 % este esto es 10 sobre 100, equivale a .10, de aquí puedo sacar  $p$  que sería .90... ay... la pregunta es la probabilidad de que exactamente 1,  $x$  igual a 1 es porque dice que exactamente uno de ellos está defectuoso... ahora lo que no entiendo es esto, un producto bueno como un éxito, un producto malo como un fracaso, a ver, bueno aquí ya se puede aplicar la fórmula... hem, sería  $p(x)$  igual a la combinación de  $x$  de  $n$  ... la probabilidad de éxito a la  $n$ , de fracaso a la  $n$  menos  $x$ , ¿puedo ver si la fórmula está bien?... ¡ay estoy mal aquí!, es la probabilidad de  $x$  digo el caso de la probabilidad de éxito era  $x$ , ajá, entonces  $x$  igual a 1,  $x$  igual a la combinación de hay... de 10 por .90 a la 1, por ¿estoy hablando muy quedito?, .10 a la 1 menos a la 10 menos... 1, ¡ay no me sale!... es así... entonces, ya resuelvo... 10... .10... .90 por, bueno aquí es como es elevado a la 1 es .90... .10... a la 9 ... cero, cero uno... hay... .90 a una ... regreso a la fórmula porque ya me confundí .10, eh... bueno, creo que es así... cero... mmhh... (escribe)... bueno, no se si esté bien así, pero ya acabe.

**Grupo B**  
**Sujeto: 010TQ98**

"Bueno, tengo que...los datos serían un producto, se toman una muestra que sería diez piezas...sería  $p$ , diez muestras y el 10 % defectuoso que sería .10, no, no...n sería 10 piezas,  $p$  sería .90, lo que se le debería de completar y se está preguntando la probabilidad de que uno de estos productos sea defectuoso, pero no me acuerdo (risas). Bueno se toma 1 como éxito y 1 como fracaso, entonces tienes la combinación, no primero sacas, ya no me acuerdo...(¿no la puedes parar?) ...a ver tienes diez piezas, en estadística, ¡ah! entonces estás tomando diez piezas, combinación 10, 100...y bueno deja ver si me acuerdo...hay Dios, sería la combinación de... es que no sé donde está igual aquí, no sé, no aquí dice que es por ciento, ¡hay no sé!...uno, ya (murmura)... la fórmula, entonces hago esta de 100 y le voy a sustituir y tengo así, diez entre  $r$  que es 100, combinación, 10 menos combinación...está malísimo, esto te va a salir muy mal, todo por mi culpa...son los datos totales entre los favorables, los totales serían diez piezas  $n$  y los favorables...ánde...los totales y los favorables, ¡ah! ya vi...aquí estuve mal, los totales serían  $n - 10$  y los favorables serían 1, entonces sería combinación 1 de  $n - 10$  y esto sería como... no me puedes decir cual fórmula ¿verdad? (risas)...bueno, entonces está igual a  $n$ , sería igual a 1, 10 por ciento de los artículos son defectuosos (relee) exactamente uno de ellos defectuoso, considerando un producto defectuoso como un fracaso...sería combinación 1 de  $n - 10$  y luego 1 de 1, entonces...en base a (sic) esta información...éxito y defectuoso... $n$  (murmura) 1, 10, sería igual a 1...hay, es que ya no me acuerdo... $n$  vale diez piezas...el 10 por ciento es...(murmura) 1 de 10, 1 de 1... sería  $r$  de  $r$ , diez menos 1, entonces...es igual...aquí hay una división (¿)...nueve (¿)...no es que ya no me acuerdo...y aparte esto (refiriéndose a la calculadora) ni siquiera sé como usarlo, no me da resultado de la combinación dice que es un error...no es que no me sale en esta, aquí no me sale, mira le marco de la combinación, luego ya no me acuerdo, entonces... combinación 1, dice que 10, pero no creo que sea ese el resultado, aparte, no pues es que no me acuerdo... porque ya no me acuerdo...pero a ver, se sacaría primero la combinación de 1 combinación 10... a ver el 1 sería la probabilidad de que uno de los productos sea defectuoso o sea 1 de los 10 sea defectuoso, entonces sería combinación 1 de 10 y luego la combinación 1 porque dice que un producto bueno como un éxito y un producto defectuoso como un fracaso, no pero nada más sería que un producto, uno de los diez pero si es un 10 por ciento de los artículos producidos entonces serían dos piezas de esas diez que se terminaron, o sea dos piezas de las diez son defectuosas y quieren saber la probabilidad de que exactamente uno de ellos esté defectuoso, entonces sería uno de los dos ¿no?, 1 del 10 por ciento sea defectuoso, entonces ya sería igual a  $n$ , y entonces...a ver...(murmura) la probabilidad de que exactamente uno de esos diez sean defectuosos, entonces se haría combinación de 1 de 10, combinación 1 de dos y llevamos dos... a ver...no pues yo creo que ya, porque no me acuerdo".

**Sujeto: 010DL98**

"Empiezo a leer el problema otra vez, en base a esto busco sacarle los datos...este, bueno ahora escribo la fórmula y los datos que obtuve, los voy a pasar a esta fórmula, fórmula...a continuación hago las operaciones...estoy sustituyendo ahorita...mmj...estoy haciendo operaciones en la calculadora para sacar el resultado final...mmj...el resultado no me coincidió voy a tener que hacerlo otra vez...mhm... obtuve el resultado, pero no estoy seguro de estar bien.

Cabe advertir que no todos los Ss resolvieron correctamente el problema presentado, incluso los sujetos 010TQ98 y 010DL978 verbalizaron su inseguridad al respecto. Lo mismo había ocurrido en la ESPE-VB. En general, se puede advertir una gran diferencia entre las características de las estrategias registradas, tanto intergrupalmente como entre los sujetos que lo resolvieron correcta e incorrectamente. Entre las observaciones particulares que podemos hacer están las siguientes:

Entre los Ss del Grupo A pese a que no hay equivalencia en la extensión del algoritmo o procedimiento empleado este sí tiende a tener el mismo tipo de elementos. Por ejemplo entre los Ss 010RR98, 010MS98 y 010SA98 se puede advertir que en ellos hay una tendencia a centrar la atención en la fórmula, de la probabilidad de Bernoulli, y en procurar sustituir los datos del problema dentro de esta; al mismo tiempo, se hace énfasis en las operaciones y en los procedimientos. La única diferencia es que el sujeto 010RR98 efectuó una reinterpretación de la pregunta, en otros sujetos (v.g., 010JS98) se presentó una relectura del problema. Es interesante destacar que tal situación ocurrió, igualmente, con un sujeto del Grupo B (010DL98). En el sujeto 010SA98, se pudo observar el seguimiento que hacía de un algoritmo muy rutinario y estructurado para resolver el problema. En síntesis, el rasgo más común de la estrategia empleada consiste en sustituir directamente los datos del problema por los términos de la fórmula de Bernoulli.

En tanto que todos los del Grupo B, no obstante que no resolvieron bien el problema, la estrategia que emplea uno de ellos es similar a la del Grupo A. Podemos resumir la estrategia de cada uno en los siguientes términos: hay un replanteamiento del problema y en una verificación de sus resultados; asimismo, se da un intento, en el sujeto 010DL98, por situar los datos del problema en cada uno de los elementos de la fórmula, aunque se presenta una insistencia especial en desarrollar una parte del procedimiento (las combinaciones) para calcular el resultado.

### *C) Resultados en la Prueba de Dominós*

Un proceso psicológico involucrado directamente con la solución de problemas es la inteligencia (capacidad para comprender el mundo, pensar racionalmente y emplear adecuadamente los recursos a su alcance cuando se enfrenta un problema o desafío), por lo que se decidió efectuar una estimación de esta. En la Tabla 8 aparece el puntaje obtenido por los Ss organizados según su grupo, así como la clasificación correspondiente en cada caso. Se puede observar que teniendo como referencia la categoría para la inteligencia de Término Medio en el grupo de éxito los sujetos están, en general, por arriba de esta categoría, en tanto que en el Grupo B es más dispersa la clasificación. El promedio aritmético de la calificación en este test es mayor para el Grupo A que el Grupo B (q.v., Figura 26); sin embargo la desviación estándar es mayor para el grupo B (4.58) que para el A (3.189), obsérvese que el sujeto 010DL98 logra una clasificación muy diferente del resto de su grupo.

Lo anterior y la desviación estándar obtenida posiblemente explican el porque al efectuar una prueba U de Mann-Whitney para someter a prueba la hipótesis de igualdad de medias entre ambos grupos, nos encontramos que aunque existe estadísticamente una diferencia entre ellas, los valores obtenidos indican una imposibilidad para tomar una decisión sobre  $H_0$  al nivel de significancia de .01.



Tabla 8

COMPARACIÓN TABULAR DE LOS  
PUNTAJES EN EL TEST DE DOMINÓS

GRUPO	SUJETO	PUNTAJE (PERCENTIL)	RANGO (CLASIFICACIÓN)
A	010SN98	38 (95)	Superior
	010RR98	31 (90)	Superior al Término Medio
	010IP98	38 (95)	Superior
	010JS98	34 (75)	Superior al Término Medio
	010CR98	31 (50)	Término Medio
	010SA98	33 (75)	Superior al Término Medio
B	010NM98	27 (25)	Inferior al Término Medio
	010DL98	36 (90)	Superior al Término Medio
	010TQ98	30 (50)	Término Medio

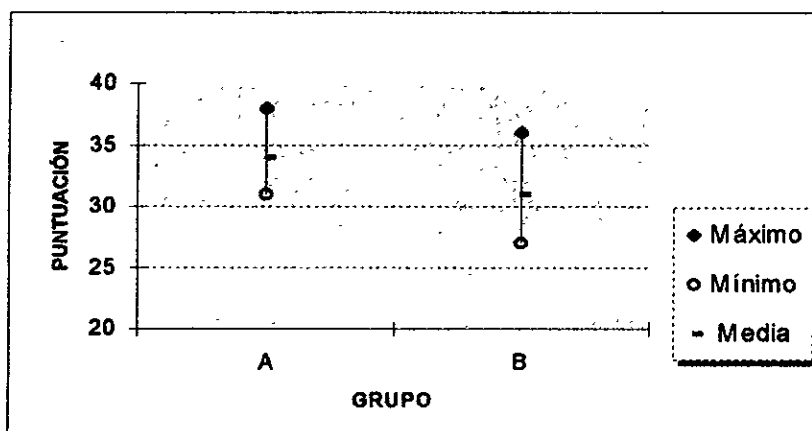


Figura 26.- Comparación del puntaje obtenido en la Prueba de Dominós (Inteligencia)

*D) Resultados obtenidos en los registros sobre la actividad cortical*

Los datos correspondientes a los registros EEG, pertenecientes a esta variable, fueron sometidos a un análisis de frecuencia que nos permitió disponer de los resultados en una modalidad cuantitativa, de diversas medidas, y en una representación gráfica. Para ello se siguió el procedimiento requerido para efectuar una exploración automática que nos permitió el equipo empleado para los registros. Básicamente, este consistió en seleccionar segmentos de todo el trazo EEG en las diferentes condiciones en que se tomó el registro, por ejemplo, línea base con ojos cerrados, con ojos abiertos, en la solución de un problema aritmético, etc., con el fin de hacer un reconocimiento de los diferentes ritmos, sus características y su localización, de acuerdo a los electrodos colocados (*i.e.*, de acuerdo a las diferentes derivaciones), generalmente, según el sistema 10-20. En la Figura



analizaron los registros de dos sujetos, ya que debido a un problema de naturaleza técnica fue imposible recuperar los datos correspondientes a la condición experimental de un sujeto (010NM98). Asimismo, que para efectuar el análisis comparativo entre ambos grupos, el cual se hizo únicamente con la condición 6 (*i.e.*, solución de problemas probabilísticos), se tomó solamente el registro de la actividad cortical originada en la resolución del segundo, de los tres, problemas de probabilidad presentados a los sujetos.

A fin de determinar las diferencias intragrupalmente en las condiciones seleccionadas en cada una de las medidas cuantitativas se procedió a representar gráficamente los resultados del análisis estadístico. En las Figuras 28 a 33 se muestra dicha representación. Adicionalmente, aparece en las Figuras 34 a 36 una comparación intergrupual del mismo tipo. En todas las figuras el eje de las abscisas, que representa las diferentes derivaciones empleadas, el 1 consiste en la derivación FP1, el 2 es FP2, el 3 es F, el 4 es F4, el 5 es C3, el 6 es C4, el 7 es P3, el 8 es P4, el 9 es O1, el 10 es O2, el 11 es F7, el 12 F8, el 13 es T3, el 14 es T4, el 15 es T5, el 16 es T6, el 17 es FZ, el 18 es CZ y el 19 es la derivación PZ. Siempre todas las derivaciones con el numeral par corresponden al hemisferio derecho y las del impar al izquierdo (*q.v.*, Figura 27).

Los principales hallazgos indican que los Ss del grupo A exhiben valores de mayor magnitud en los potenciales evaluados, en las tres condiciones, que los Ss del Grupo B; por lo tanto, en la condición de solución de problemas de probabilidad (C-6) fue mayor en el Grupo A que en el B. Sistemáticamente, estuvo más concentrada la actividad en las zonas frontal, occipital y temporal, en ese orden. Llama la atención que aunque en el Grupo A en la derivación FP2 disminuyó la actividad durante C-6 respecto a la condición de solución de problema aritmético (C-2), de todos modos fue mayor la magnitud de la actividad en el A que en el Grupo B (*q.v.*, *viz* la Figura 28). En el Grupo A lo más común consistió en encontrar diferencias, en varias derivaciones, entre la actividad producida en C-2 y C-6 sobre la generada en la condición de línea base (LB). Por otro lado, las frecuencias de aproximadamente 9 hz (*i.e.*, ritmo EEG alfa) fueron preeminentes en la zona occipital, en el Grupo A; en tanto que en el Grupo B fue ligeramente mayor la frecuencia notada.

Los resultados también revelaron que existe, en general, cierta tendencia similar en la forma en que se distribuye la actividad EEG en ambos grupos; sin embargo, siempre fue de mayor energía la respuesta en el Grupo A. Un hecho que atrajo la atención fue que en el Grupo A en las derivaciones pares (*i.e.*, las del lado derecho), en especial, se presentó la mayor magnitud de la actividad EEG mientras que en el Grupo B ocurrió en las derivaciones impares (*i.e.*, las del lado izquierdo); a pesar de que esto fue congruente con lo esperado, pudo ser consecuencia de la lateralidad predominante de los Ss; sin embargo, este dato no se exploró. Al comparar las frecuencias (o ritmos) generados en las zonas corticales comprometidas con la tarea de C-6, aparentemente, hubo diferencias intergrupualmente: el Grupo B exhibió frecuencias ligeramente más altas que las del Grupo A. Dado esta impresión se llevó a cabo una prueba *t* para evaluar tal diferencia. El resultado obtenido ( $t = -1.466$ ,  $p > .05$ , una cola) sugirió que esta no era significativa.

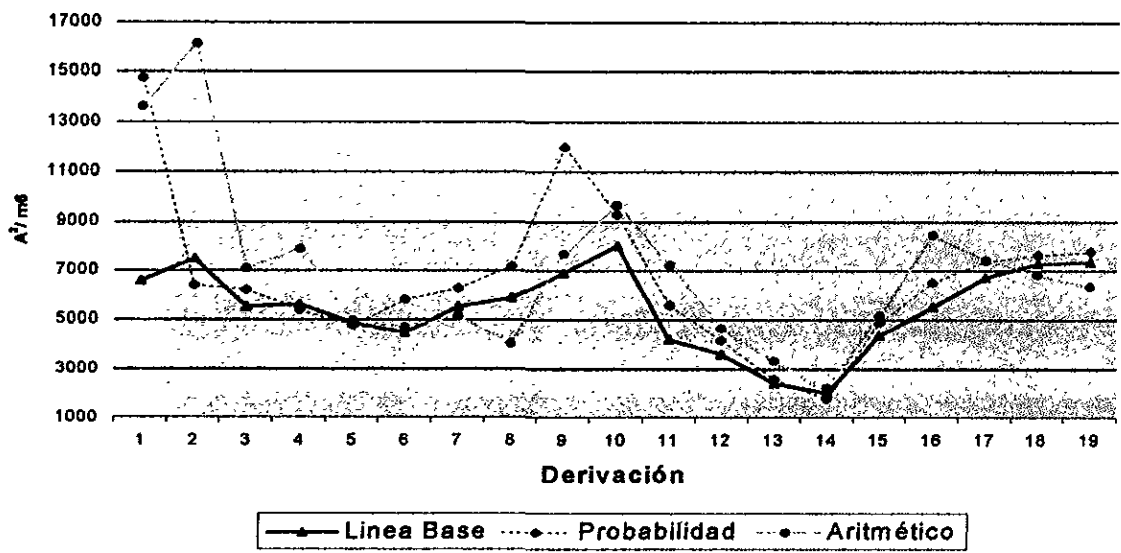


Figura 28.- Media de potenciales absolutos en tres condiciones del registro EEG del Grupo A.

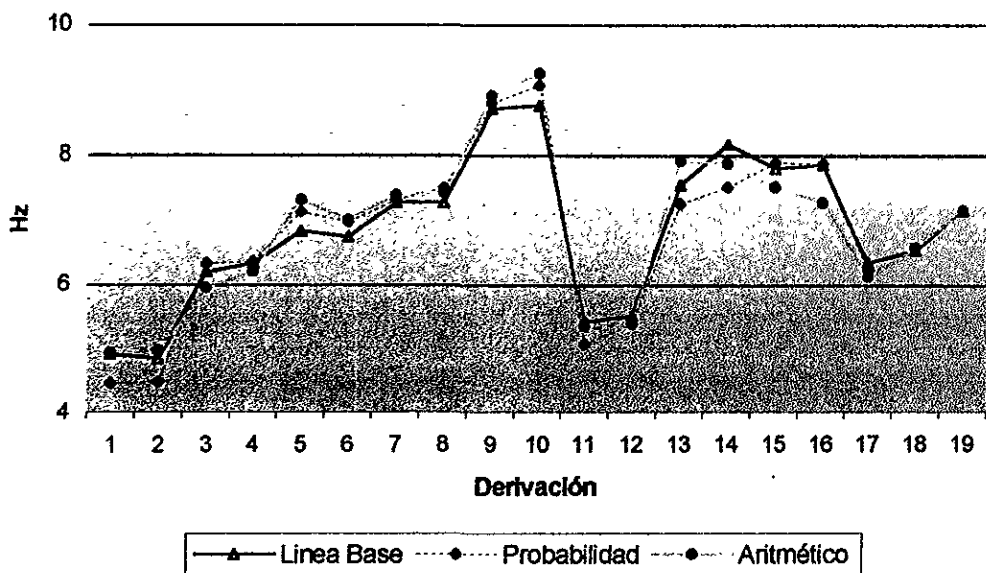


Figura 29.- Media de la frecuencia media en tres condiciones del registro EEG del Grupo A.

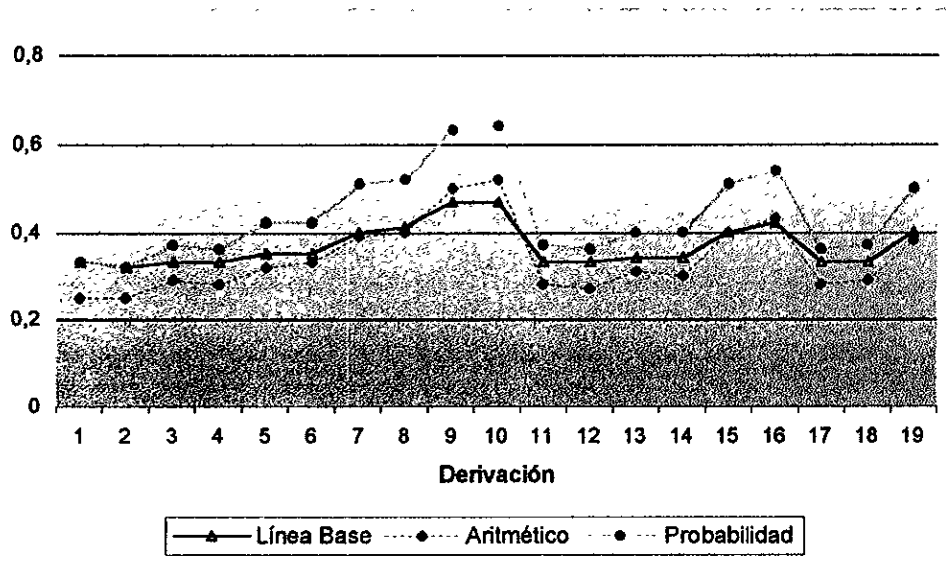


Figura 30.- Media de potencia relativa en tres condiciones del registro EEG en el Grupo A.

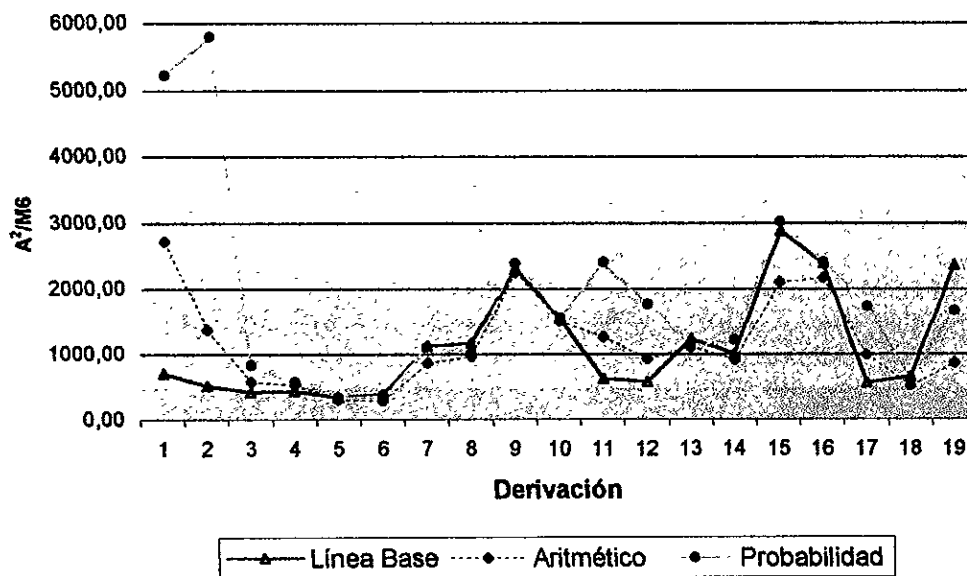


Figura 31.- Media de potenciales absolutos en tres condiciones del registro EEG del Grupo B.

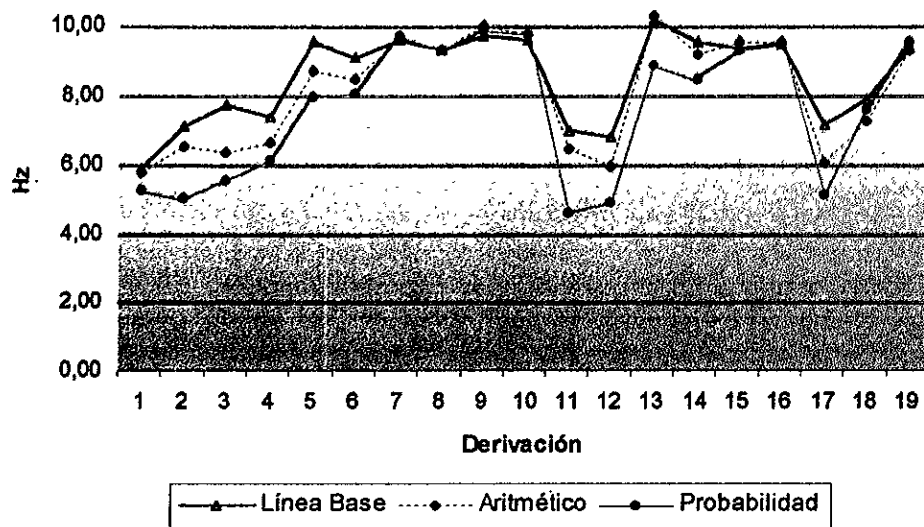


Figura 32.- Media de la frecuencia media en tres condiciones del registro EEG del Grupo B.

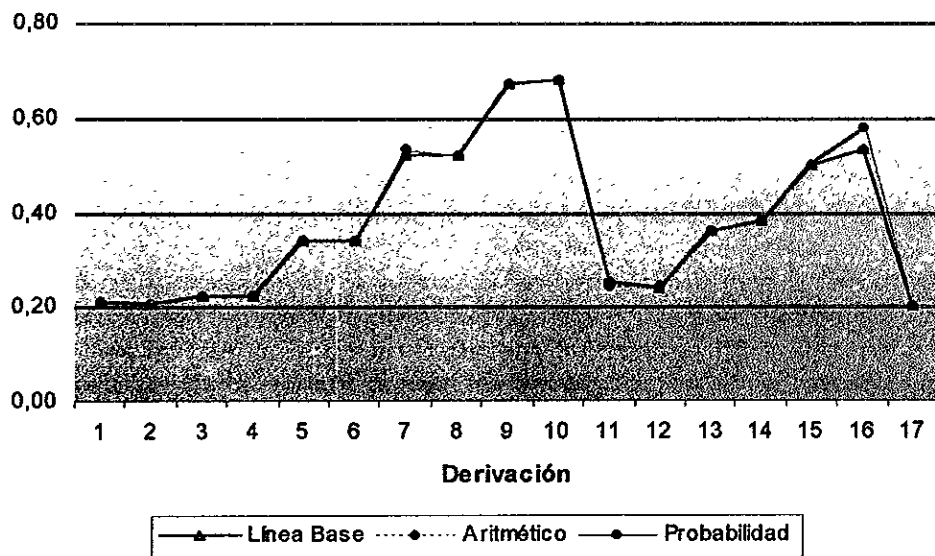
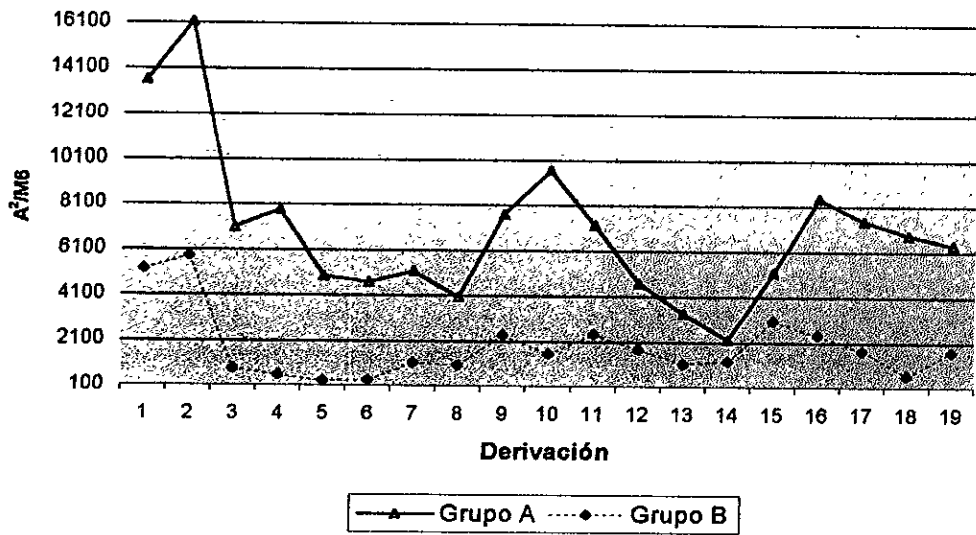
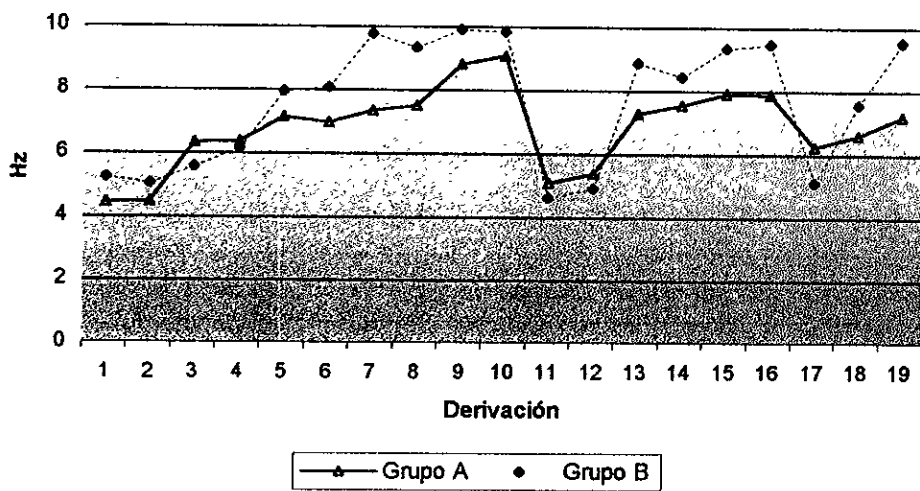


Figura 33.- Media de potencia relativa en tres condiciones del registro EEG en el Grupo B.



**Figura 34.-** Comparación intergrupar de la media de potenciales absolutos del registro EEG en la condición de resolución de problemas de probabilidad.



**Figura 35.-** Comparación intergrupar de la media de frecuencia media del registro EEG en la condición de resolución de problemas de probabilidad.

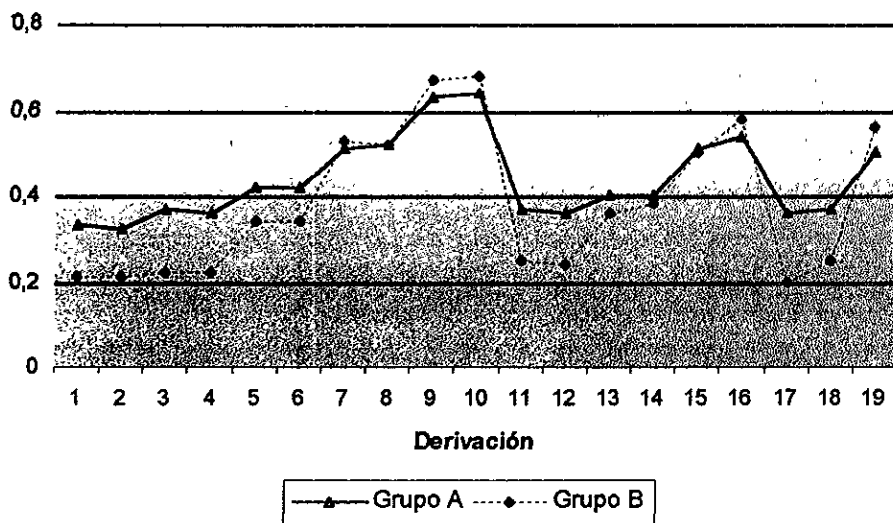


Figura 36.- Comparación intergrupar de la media aritmética de la potencia relativa del registro EEG en la condición de resolución de problemas de probabilidad.

Por otro lado, en este trabajo, también se pretendió obtener información relativa al "circuito" cortical comprometido con la resolución de problemas de probabilidad. Con la finalidad de disponer de una aproximación al respecto se elaboraron los mapas cerebrales de la actividad registrada en ciertas partes del registro EEG. Para ello se seleccionaron únicamente a dos sujetos de todo el estudio. Se procuró seleccionar al sujeto más representativo de cada grupo (010IP98 y 010TQ98). Los mapas cerebrales correspondientes aparecen en las Figuras 37 y 38. En ellos se muestra la actividad EEG desarrollada en los primeros momentos de las condiciones establecidas. Los tres primeros paneles de cada figura pertenecen a la de C-2 y los siguientes tres a la condición C-6. En su construcción se consideraron los primeros seis segundos del registro, posteriores a un punto de referencia, similar en ambos sujetos y condiciones; luego, se localizaron los puntos exactos correspondientes a los segundos dos, cuatro y seis. Nuevamente, de C-6 se empleó el registro de la actividad que resultó en el segundo de los tres problemas de probabilidad presentados a los sujetos. No fue posible monitorear la respuesta EEG en mapas cerebrales, por la enorme cantidad de unidades de análisis de las que potencialmente permite disponer el tipo de registro y sistema utilizado en este estudio; además, porque únicamente nos interesaba contar con una aproximación de lo que ocurre corticalmente en sujetos de éxito en comparación a sujetos de no éxito.

El principal resultado, de esta parte del estudio, fue que existieron diferencias, entre los dos sujetos, en la forma en que se distribuyó la actividad electroencefalo-gráfica de mayor potencial eléctrico a lo largo del área cortical tanto en C-2 como en C-6, lo mismo que entre las dos condiciones. Se puede observar, incluso, que en el sujeto



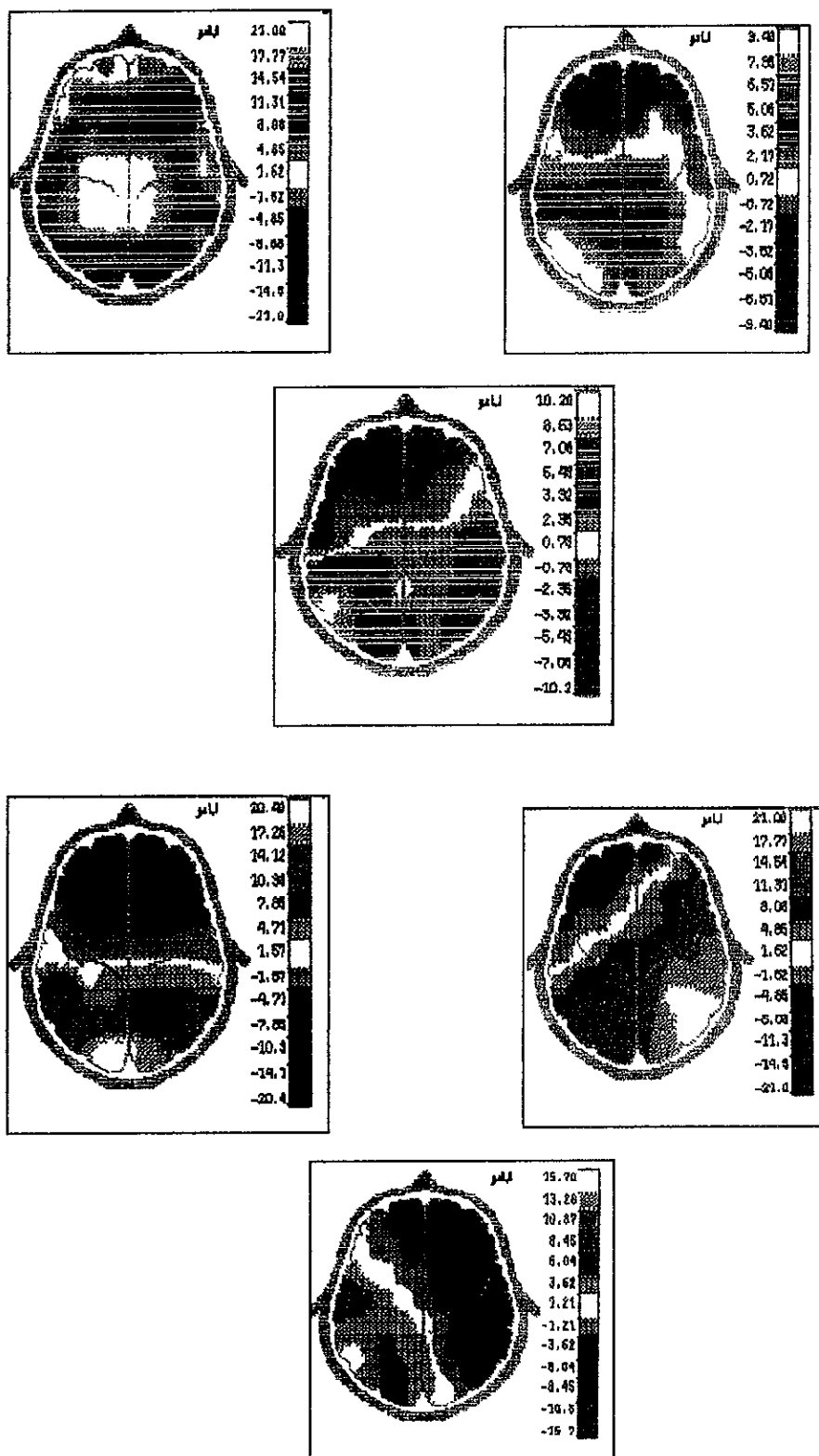


Figura 37.- Mapas cerebrales de la actividad ocurrida durante el proceso de resolución de problemas (aritmético y de probabilidad) de un sujeto del Grupo A. Los tres primeros mapas corresponden al problema aritmético.

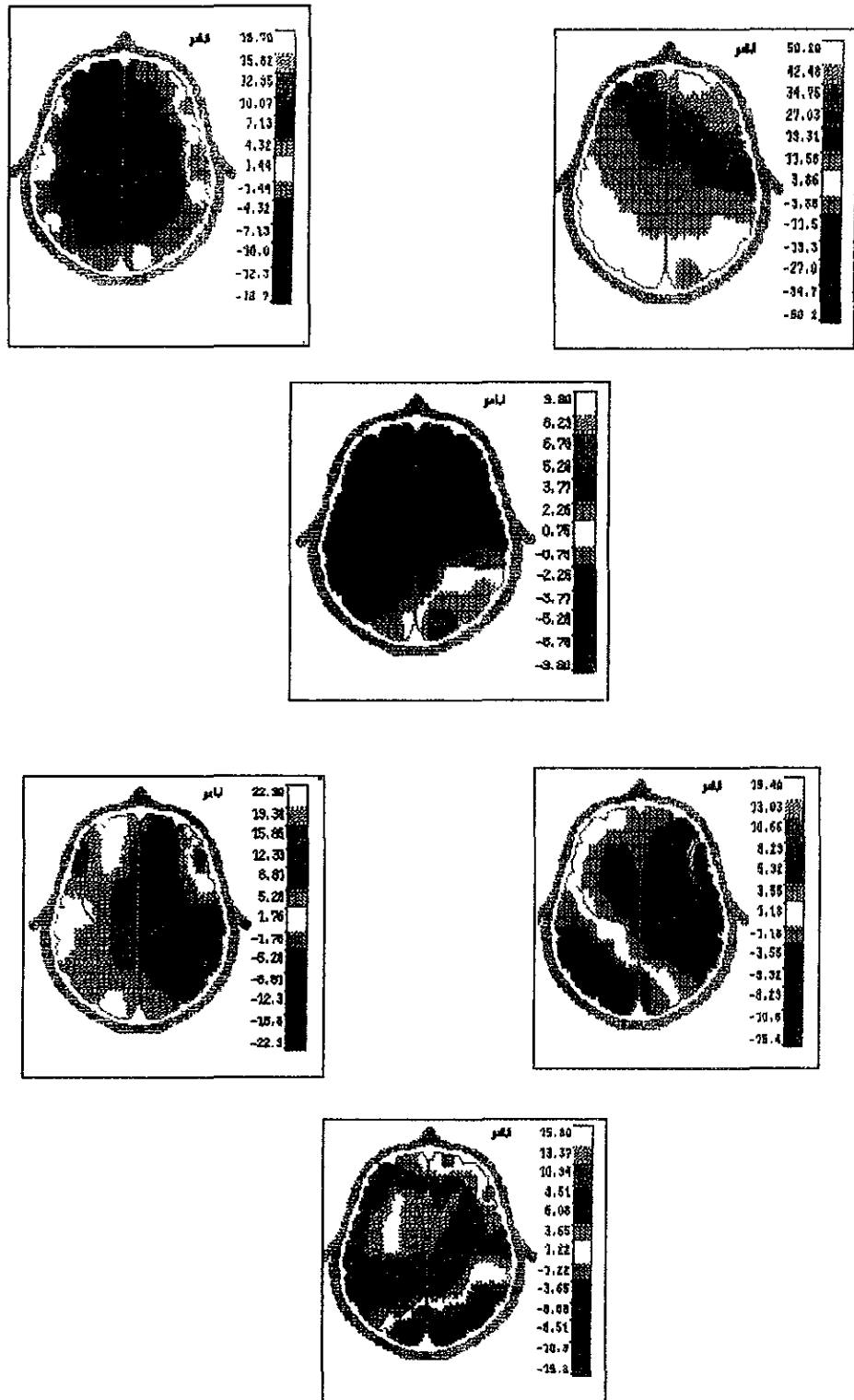


Figura 38.- Mapas cerebrales de la actividad ocurrida durante el proceso de resolución de problemas (aritmético y de probabilidad) de un sujeto del Grupo B. Los tres primeros mapas corresponden al problema aritmético.

del Grupo A fue más permanente la actividad de mayor potencial, inicialmente en toda la corteza cerebral concentrándose, en ese momento, sobre todo en zonas centrales (*i.e.*, CZ y PZ) para después ubicarse en zonas posteriores (O1). En el sujeto del Grupo B se puede advertir la presencia en una zona cortical mayor con frecuencias de bajo voltaje, que en 010IP98; asimismo, que no existieron consistentemente focos de más alto voltaje. Alternativamente, en C-6 el sujeto del Grupo B inició con actividad de alto potencial en, prácticamente, toda el área de la corteza, con algunos focos de mayor actividad, sobre todo en el hemisferio cerebral izquierdo. Esta actividad se mantuvo en todos los paneles lo cual, presumiblemente, sugiere una desorganización cortical. En el sujeto de A, se aprecia primero más actividad en zonas posteriores, principalmente occipital, casi en ambas derivaciones; pasando, luego, a casi toda la corteza pero preeminentemente en el hemisferio derecho para permanecer, finalmente, en el izquierdo y zona prefrontales y frontales. En resumen, se manifestaron diferencias, entre grupos y entre condiciones, en la forma en que se organizó la actividad cortical de los sujetos. Estos últimos datos no fueron del todo consistentes con lo esperado pero pudo haberse debido a la falta de más unidades de análisis.

En suma, los principales resultados de este estudio consisten en que no se encontraron diferencias intergrupales tajantes y concluyentes en algunas de las variables exploradas: en la variable motivación hacia la estadística se notaron diferencias estadísticamente significativas y se pudieron advertir diferencias en una mayor preferencia y conocimientos diversos, en matemáticas y estadística, en favor del Grupo A que del B. Mientras que en la variable de estilo cognitivo, a pesar de que ambos grupos cayeron en el mismo estilo de pensamiento, en los sujetos del Grupo A fueron mayores las evidencias de que la ubicación en el estilo independiente de campo fue la correcta, sobre todo porque el Grupo A resolvió más problemas de forma correcta; además, se observaron desigualdades en el tipo y riqueza de la heurística y estrategias empleadas en la solución de problemas, en las que el Grupo A superó considerablemente al B. Tampoco fueron iguales intergrupalmente los resultados en la evaluación de la inteligencia. Finalmente, en cuanto a la variable actividad EEG se encontraron divergencias.

## DISCUSIÓN

El análisis de los resultados de la presente investigación pone de manifiesto la existencia de diferencias en ciertas variables entre un grupo de éxito y uno de no éxito en la solución de problemas de probabilidad. Aunque cabe advertir que no en la magnitud esperada. No obstante, creemos que los hallazgos pueden ser considerados relevantes dado la ausencia de trabajos en esta temática.

Se ha observado, con curiosidad, que en el Grupo A (éxito) existe motivación hacia la estadística y en una menor medida hacia las matemáticas, en cambio en el Grupo B (no éxito) ocurre lo contrario. Con base en lo anterior podríamos conjeturar que esta diferencia es suficiente para explicar el mayor rendimiento en la resolución de problemas de probabilísticos de estos sujetos, ya que al tema de probabilidad se le asocia más, como si fueran áreas antagónicas, con la estadística que con las matemáticas. Aunque, es necesario aclarar, que en la literatura que hemos revisado existe disenso en cuanto a la relación de la disposición hacia las matemáticas con el logro en esa materia. Por ejemplo; Bending y Hughes (1954, cit. en Rodríguez, 1976), entre otros, sostienen que las actitudes de los estudiantes solo determinan parcialmente el logro en matemáticas. Pero otros (e.g., Ellingson, 1962; Stephens, 1960; cit. en Rodríguez, 1976; Aiken y Dreger, 1961) han reportado que la disposición de sujetos con alto logro en matemática es significativamente diferente de la inclinación hacia ella de sujetos con bajo logro. En tanto que Shapiro (1962, cit. en Rodríguez, 1976) obtuvo correlaciones significativas entre los puntajes de actitudes y logro en matemáticas. Para la medición del logro utilizó el promedio de notas escolares obtenidas en matemáticas. Incluso, en un estudio más antiguo, Brown y Abell (1965) concluyeron que la asociación entre disposición y logro resultaba más alta en matemáticas que en otras materias. Por último, Mastantuono, en 1970, obtuvo resultados significativos con una probabilidad de .01 al examinar las notas obtenidas en matemáticas y su correlación con cuatro diferentes tipos de escalas de actitudes. Esto es, a pesar de las discrepancias en los reportes respecto a la relación motivación hacia las matemáticas y rendimiento en matemáticas, la evidencia tiende a sugerir que la relación es en dirección positiva.

Por otro lado, no hay datos suficientes que hagan suponer que en el transcurso del estudio factores fortuitos hayan alterado significativamente, en general, el estado motivacional de los Ss. Inclusive, la participación de la maestra, que impartió el curso de probabilidad, parece no haber propiciado cambios disposicionales en una dirección negativa, sino por el contrario. Esto es importante, ya que en varios trabajos se ha demostrado que la eficacia en la enseñanza y la actitud del maestro hacia una materia son determinantes fundamentales de la disposición y el desempeño del estudiante en esa materia (cf., Rodríguez, 1976; Talayero, Micu y Aguilar, 1988). No obstante que no hay un consenso en la literatura acerca de que le corresponda al maestro motivar al alumno para que aprenda, al menos a nivel universitario. Autores, como González (s.f.) suponen que la motivación está dada implícitamente en la carrera escogida por el alumno, en este caso psicología, por lo que la motivación en las clases de matemáticas y estadística, que es donde se imparte el tema de Distribución Binomial, puede mantenerse única y directamente presentándole al alumno su aplicación en la resolución de problemas de psicología. En tanto que otros autores (cf., Talayero, Micu y Aguilar, 1988) han destacado la importancia de hacer 'consciente' a los profesores de cómo sus actitudes durante sus clases influyen en el interés y dedicación del alumno, siendo ello fundamental dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. En cambio en otros reportes (cf., González, s.f.) se advierte que la aversión que los alumnos reportan que han ido adquiriendo hacia las matemáticas ha sido condicionada por sus experiencias con estímulos aversivos: fundamentalmente maestros incapaces de habituar al estudiante al uso del razonamiento. En

siutesis, sí es importante el papel del maestro en el proceso motivacional. En el presente estudio, reiteramos, se considera que la profesora cubre convenientemente este factor y que por parte de ella no pudo verse influida, en sentido negativo, la motivación del alumno.

En el caso de los datos correspondientes al IEMMyE, según diversos estudios (*cf.* Banks, 1964; Phillips, 1979), cuando los estudiantes universitarios consideran útil a la matemática, poseen actitudes más favorables hacia esta materia con relación al proceso de su enseñanza-aprendizaje, nuestra suposición era que en el caso de la estadística la situación resultaría muy similar.

En este trabajo fue necesario explorar esta variable ya que para autores como Plaisance (1989) la ausencia de motivación provoca desinterés; por lo tanto, el fracaso escolar (que, en general, es una falta de éxito en el aprendizaje escolar, según Pallares, 1989 y Pérez, 1998) dentro del cual se puede situar el no éxito en la resolución de problemas, está íntimamente ligado con el desinterés, el cual a su vez se relaciona con la desvalorización del estudiante, pues si él va sintiendo y observando que cada vez que realiza alguna actividad lo hace mal, pierde las "ganas" (*i.e.*, interés) de seguir intentándolo y como una reacción normal genera hasta resentimientos contra las actividades escolares, con lo que se autoaisla y se mantiene al margen, negándose a participar en cualquier actividad escolar. Es decir, la motivación es un factor central, en cierta forma, en la tarea de resolución de problemas.

Habría que considerar, adicionalmente, el papel que puede jugar, en este contexto, la percepción de los Ss de su éxito y error sobre su actitud motivacional a las matemáticas y la estadística. En un estudio que se realizó sobre la influencia de estos factores en la autoconfianza matemática y la creencia sobre el esfuerzo como un mediador de la habilidad matemática y del error como una fase aceptable en el aprendizaje matemático, el autor encontró, entre otras cosas, diferencias por género: "Aunque las niñas, más que los niños, sienten que el error fue una fase aceptable en el aprendizaje matemático, está el hecho de que las niñas también piensan, más que los niños, que sus errores pueden contribuir diferencialmente en su agrado (por las matemáticas)" (Kloosterman, 1988).

En este mismo sentido, las diferencias intergrupales obtenidas sugieren la posibilidad de ubicarlos distintamente en los dos tipos de motivación académica citada en la literatura: intrínseca y extrínseca (*cf.*, Middleton y Spanias, 1999). El Grupo A estaría en el primer tipo, es decir sus motivaciones tenderían a enfocarse sobre las metas de aprendizaje, y el Grupo B en la motivación extrínseca, o en motivaciones centradas en la metas de ejecución.

Diversos autores han planteado que los individuos que se comprometen en tareas en las cuales están motivados intrínsecamente exhiben un número de conductas pedagógicamente deseables incluyendo la persistencia en encarar el fracaso, mayor tiempo sobre la tarea, procesamientos más elaborados, selección de tareas de mayor dificultad, mayor creatividad y toma de riesgo, selección de una ejecución y una estrategia más eficiente y pormenorizada, y la elección de una actividad en la ausencia de un reforzador extrínseco (*cf.*, Lepper, 1988).

Además, la motivación intrínseca está relacionada con las percepciones de los estudiantes de su competencia en matemáticas ya sea que ellos estén motivados por su curiosidad o por las calificaciones y ya sea que su orientación hacia el logro académico pueda o no ser caracterizado como el de un experto.

A pesar de lo anterior, es interesante que este tipo de motivación en otras áreas temáticas, según ciertos estudios (*e.g.*, Gottfried, 1985), parece estar correlacionada solo moderadamente con las variables mencionadas anteriormente.

Si bien existen varias concepciones sobre la motivación, incluso aplicadas al proceso del aprendizaje (*cf.*, Teevan y Birney, 1976), el modelo que consideramos que permea, parcialmente, nuestra concepción de esta variable es la de Clark L. Hull, en el sentido de que él considera que la motivación constituye un estado de impulso primario; se trata, entonces, de una acción inicial de patrones de movimiento o de conducta, que en este caso podrían estar orientados hacia el estudio o el conocimiento del campo de la estadística.

Es importante advertir dos cuestiones. Primera, que el avance logrado en el tema de motivación y matemáticas no es de gran magnitud. Middleton y Spanias (1999) al respecto han comentado que:

“Aunque el estado de la investigación sobre motivación en matemáticas no está en su infancia, apenas ha alcanzado la edad de un niño que empieza a caminar, pero que le gusta caminar, y que parece irse en muchas direcciones; frecuentemente entrando en dificultades”. (p.79).

Segunda, para ratificar lo anterior, en el artículo de estos autores donde se hace una revisión de los estudios y los hallazgos recientes en el área de la motivación en la educación matemática aparece una lista de 87 referencias bibliográficas, de las cuales sólo el 15 por ciento corresponden a investigaciones relacionadas específicamente con el papel de la motivación y el logro académico en matemáticas o con los procesos motivacionales y su influencia en el aprendizaje. Evidentemente, no todo este porcentaje de artículos aparece como publicado en revistas especializadas en educación matemática.

En otro orden, la evidencia empírica que nuestro estudio trataba de encontrar en relación al estilo cognitivo si bien no fue la esperada, ya que no se obtuvo un estilo cognitivo radicalmente diferente para cada uno de los dos grupos, los resultados apuntan en la misma dirección que los del estudio de Bañuelos (1995) acerca de que puede haber sujetos independientes de campo pero con rendimiento alto o bajo, o en el contexto de este trabajo de éxito o no éxito; también que emplean más estrategias los sujetos de alto rendimiento. Lo cual coincide con los presentes resultados, pese a que Bañuelos en su estudio utilizó problemas de cálculo; es decir, en ambos estudios no se emplearon problemas del mismo tipo.

Los hallazgos obtenidos también son coincidentes con los del estudio de Alsina (1990), solo que parcialmente, ya que ella señaló que los individuos de esfera independiente superan a los de esfera dependiente en cuanto al uso de los medios necesarios para resolver problemas exitosamente, así como en experiencia en el uso de los pasos definidos por Polya (1957) para la resolución de problemas. La discrepancia entre nuestros resultados con los de ambos estudios radica en que aún cuando los dos grupos de sujetos fueron de estilo independiente, solamente en los del Grupo A se observó la aplicación parcial del proceso descrito por Polya (1957). Es probable que la diferencia estadísticamente observada en los puntajes de la Prueba de Figuras Ocultas sea suficiente para considerar que, en realidad, los sujetos del Grupo B pertenecen al estilo cognitivo dependiente de campo. Merece la pena mencionar que algún sujeto del Grupo B puntuaba en ciertos instrumentos de una manera atípica a los demás sujetos de su grupo. Esta situación aunada al hecho de que se ha encontrado que los estudiantes de sexo femenino tienden a ser más de estilo dependiente que los de sexo masculino hace presuponer que quizás sin dicho sujeto en el Grupo B la calificación hubiera colocado al Grupo B en la categoría de estilo dependiente.

Complementariamente, los resultados son consistentes con las conclusiones de Alsina (1990) acerca de que los sujetos de esfera independiente se preocupan más por su trabajo y verifican el procedimiento usado y su solución, aspecto que ocurrió en este

estudio. Al respecto, Webb (1975, cit. en Alsina, 1990) observó que los individuos que aplican una gran variedad de procesos heurísticos (*i.e.*, estrategias generales de solución y reglas de decisión basadas en la experiencia previa) generalmente son mejores solucionadores de problemas matemáticos. Con esta observación, también existe afinidad. Llama la atención que el modelo seguido en la solución de problemas, por los sujetos del Grupo A, sea aproxime más, aunque no totalmente, al propuesto por Polya y no aparecen elementos de otros modelos (*e.g.*, el de Schoenfeld, el de Kantowsky o el de Melzak).

Por último, en la variable actividad cortical los resultados revelaron diferencias entre los dos grupos y proporcionan evidencia de que las áreas frontales y posteriores están comprometidas en estas tareas igualmente que con las de análisis aritmético. Se observó mayor actividad en diversos parámetros en los sujetos de éxito y una distribución distinta de la actividad EEG en las dos condiciones examinadas. Con los planteamientos de la especialización cortical encuentran sustento nuestras observaciones. De la misma forma, con las ideas de Luria y Tsvetkova (1964) acerca de que daños en el lóbulo frontal causan diversas alteraciones en el funcionamiento cognitivo, siendo uno de los más importantes la incapacidad para resolver problemas aritméticos. Aunque los pacientes con daño frontal poseen algunas habilidades matemáticas básicas, la resolución de problemas aritméticos con palabras es particularmente difícil para ellos. Las habilidades preservadas incluyen la capacidad para ejecutar operaciones aritméticas elementales tales como la adición y sustracción y usualmente se conservan las estructuras formales del lenguaje tales como la fonética y la sintaxis (Fasotti, Eling y Bremer, 1992). Habría dos posibles explicaciones para las diferencias vistas en la actividad de los dos grupos: a) la forma de presentar los problemas de probabilidad, que no fue de manera escrita sino leída, y que puede comprometer un proceso cortical diferente para los sujetos del Grupo B; y b) que existe una diferencia real en la actividad cerebral de uno y otro grupo de sujetos.

## CONCLUSIONES

El objetivo del trabajo consistió en determinar si existían diferencias en algunas variables entre los alumnos que resuelven exitosamente problemas de probabilidad *versus* quienes no los resuelven con éxito. El resultado general es que si existen diferencias, aunque no se encontraron en la magnitud que se esperaba.

Si bien no existen antecedentes que sirvan de parámetro para evaluar el grupo de resultados del presente trabajo, el avance realizado en la investigación en matemáticas ha servido como un referente importante. Con los resultados de estos trabajos la mayor parte de los nuestros son coincidentes.

La ausencia de trabajos en este campo ya ha sido advertida por varios autores (v.gr., Shaughnessy, 1992), quienes han señalado que la mayor parte de las contribuciones corresponden a psicólogos cognitivos, a matemáticos europeos o a educadores estadísticos. La razón que se ha aducido es que en el pasado se había enseñado en las escuelas muy poca probabilidad y estadística. No obstante, en el caso particular de la psicología y de otras carreras profesionales, la enseñanza de ambas materias es fundamental dentro de la formación escolar. Él considera que en el futuro puede ser aún más necesario que estas disciplinas combinen sus esfuerzos y sugiere la investigación cooperativa, entre la educación matemática y la psicología, a fin de lograr una serie de metas de manera más eficiente que con esfuerzos aislados.

Este trabajo ha explorado la participación, en el proceso de la enseñanza-aprendizaje, de variables más inherentes al alumno, como el ente aprendiz, más que las cuestiones propias de la enseñanza. Es decir, pretende señalar otros factores que podrían ser esenciales en la comprensión de la problemática del aprendizaje de la probabilidad. En este sentido el trabajo va más allá de lo que para Garfield (1988a, cit. en Shaughnessy, 1992) constituirían los cuatro problemas que impiden la efectiva enseñanza de la estocástica: el papel de la probabilidad y la estadística en el curriculum; el vínculo entre la investigación y la instrucción; la preparación de los maestros en matemáticas; y, la forma en que está siendo evaluado el aprendizaje actualmente.

Por otra parte, como en muchos otros trabajos, de este tipo, las preguntas que encontraron una respuesta contundente o definitiva son mínimas en comparación con las que se han producido durante y después del estudio. ¿Qué inquietudes quedan?

Las podemos clasificar en dos categorías, las de naturaleza conceptual y las de naturaleza metodológica. En el primer rubro, es pertinente hacer referencia a un aspecto que pudo haber influido en nuestros resultados globales: por un lado, es probable que los criterios empleados para clasificar a los sujetos en cualquiera de los grupos no hayan sido lo suficientemente finos para asegurar que los alumnos del Grupo B en efecto no sean de éxito, en particular consideramos que el sujeto 010DC98 en diferentes momentos del estudio provoca el efecto de "halar" los datos de su grupo (e.g., entre otros, los resultados de la prueba de inteligencia y las audiograbaciones). Sería necesario afinar el concepto, por ejemplo, agregando más indicadores de no éxito, prolongando la observación del rendimiento de los estudiantes o a través de varias entrevistas, para que no tenga lugar esta duda.

Asimismo, consideramos útil explorar a los sujetos de no éxito en cuanto a la ausencia de una estrategia general de su resolución de problemas, con la finalidad de conocer si es un rasgo típico o si no disponen de ella únicamente para problemas de tipo probabilístico. ¿Mejoraría su proceso de resolución de problemas enseñándoles alguna estrategia?, ¿Cuál sería la más adecuada: la del principio del desvío (bypass principle) de Melzack; la de Schoenfeld; etc.).

Por otro lado, se han reportado hallazgos que sugieren que la resolución de un problema puede estar afectada en función de la forma de su representación: textual,



gráfica o simbólica. Las diferencias más significativas se han observado entre la versión textual y la gráfica, ocurriendo una resolución mejor en problemas representados de manera gráfica, independientemente del rendimiento de los alumnos. Incluso, los alumnos independientes de campo resuelven mejor problemas de este tipo sólo que empleando menos estrategias heurísticas. Los problemas empleados aquí, pero al parecer es el estilo típico de presentar todos los de probabilidad, se pueden clasificar en la modalidad de textuales, en los que la "calidad" de la resolución, según estos hallazgos, se ve mermada. Quizás sería conveniente tratar de clasificar a los sujetos como exitosos o no exitosos a partir de su ejecución en las tres modalidades de presentación de los problemas, lo cual implicaría dedicar tiempo en buscar la manera de traducir a estas representaciones los problemas de probabilidad de Bernoulli. Empero, también es factible que una representación gráfica pudiera resolver la dificultad práctica que enfrentan aquellos alumnos que no solucionan con éxito los problemas de probabilidad y en consecuencia no habría alumnos sin éxito.

Respecto a las inquietudes metodológicas podemos señalar que en especial el uso de protocolos de verbalización de pensamientos requiere un entrenamiento de los sujetos en introspección ya que observamos, retrospectivamente, que no fue fácil para la mayoría de ellos verbalizar todos sus pensamientos. Queda pendiente el perfeccionamiento de esta parte del trabajo para un estudio subsecuente. De lo mismo nos percatamos en la etapa 4 del estudio, ya que no fue sencillo para los Ss trabajar la resolución de los problemas presentados. Alsina (1990) ha insinuado que hay diferencias cuando se resuelve un problema verbalmente y cuando se soluciona no verbalmente.

A manera de resumen, la respuesta que se puede ofrecer para cada una de las preguntas de investigación que se formularon para este trabajo es la siguiente:

1.- ¿Existen diferencias en las características motivacionales entre alumnos exitosos en la resolución problemas de ensayos de Bernoulli versus alumnos sin éxito?, ¿en qué aspectos motivacionales serán tales diferencias?

Si hay diferencias. Combinando los resultados de todas las evaluaciones efectuadas en este rubro, éstos sugieren, en la motivación hacia las matemáticas, que el Grupo B (alumnos de no éxito) exhibe un mayor grado de interés, gusto, motivación, etc., que el Grupo A (de éxito), en tanto que hacia la estadística la situación es la siguiente: en primer lugar, existe una diferencia respecto a los resultados generales obtenidos en las matemáticas; específicamente en que el adjetivo hacia el cual se orientan las respuestas de cada grupo de sujetos es distinto en varios de ellos; además, el Grupo A responde en un nivel mayor en cada categoría de la escala. Por lo tanto, la descripción hecha por el Grupo A, sugiere mayor interés y disposición ante la estadística (e.g., más "placentera" que "displacentera" y más "tranquila" que "fatal") que el Grupo B. Cabe mencionar que aunque gráficamente se apreció una disposición similar de ambos grupos hacia las dos disciplinas, estadísticamente si se encontraron diferencias significativas.

Una divergencia adicional consiste en que en el Grupo A se puede referir una motivación intrínseca en tanto que en el Grupo B una motivación extrínseca.

Igualmente hubo diferencias respecto a la concepción y caracterización de las matemáticas y la estadística entre ambos grupos, siendo de mayor riqueza la del Grupo A. Los hallazgos permiten plantear un mayor conocimiento de las matemáticas y la estadística en pro del grupo de sujetos de éxito.

2.- ¿Existen diferencias en la estrategia de los alumnos con éxito en la resolución de problemas probabilísticos respecto al estilo cognitivo de los alumnos no exitosos?

Aunque los dos grupos cayeron en el estilo cognitivo independiente de campo, existieron diferencias intergrupales en los puntajes con que se pudo ubicarlos en dicho estilo cognitivo. En otros datos relativos a esta misma variable las diferencias intergrupales fueron más evidentes, específicamente en lo relativo a la ausencia sistemática de una estrategia seguida para la resolución de problemas, por parte del Grupo B y no del Grupo A, siendo compatible con la descrita por Polya (1957) la del Grupo A, consistente en cuatro etapas o pasos: comprensión del problema, identificación del plan para su resolución, aplicación de las operaciones respectivas, y verificación del procedimiento y comprobación del resultado obtenido. Con ninguno de los procesos delineados por otros autores se hallaron aproximaciones. Además, los Ss de cada grupo identificaron estrategias diferentes utilizadas en la resolución de problemas. Igualmente, se encontraron diferencias en lo que cada grupo reportó que significaba la resolución de un problema de probabilidad: mientras que el Grupo A consideró motivante la resolución de problemas y que ésta constituía una oportunidad para usar el razonamiento, el Grupo B no.

De manera breve, los Ss del Grupo A resolvieron un número mayor de problemas estocásticos de forma correcta, con más riqueza en la heurística y estrategia empleada.

3.- ¿Existe un estilo cognitivo característico de sujetos exitosos en contraste con los no exitosos en la resolución de problemas estocásticos?

Según la Prueba de las Figuras Ocultas de Witkin, ambos grupos se pueden clasificar en el estilo de pensamiento denominado independiente de campo; sin embargo, la aplicación de un análisis estadístico a los puntajes observados en dicha prueba mostró diferencias intergrupales; asimismo, se observó que las puntuaciones del Grupo A se concentraron por encima de la media de sus puntajes (*i.e.*, asimetría negativa) mientras que en el Grupo B la concentración ocurrió por debajo de su propia media de puntajes (*i.e.*, asimetría positiva). En síntesis, se observaron diferencias en los puntajes intergrupales que colocan a los Ss, de los dos grupos, como de estilo independiente de campo.

4.- ¿Existe alguna predominancia hemisferial durante la tarea de resolución de problemas de tipo probabilístico?

En el Grupo A se concentra durante el proceso de resolución, especialmente, en el hemisferio derecho, lo cual resultó compatible con los hallazgos de Hamdy (1990). En el Grupo B la preeminencia de la actividad EEG se localiza en el hemisferio cerebral izquierdo, aunque en las diferentes condiciones de la Etapa 4 de este estudio, se apreció, al inicio de cada una de ellas, una considerable dispersión de la actividad EEG. Del mismo modo, las diferencias consisten en que para el Grupo A la actividad concluye en zonas prefrontales y frontales, después de haberse presentado en zonas posteriores, particularmente la occipital.

5.- ¿Será idéntica la actividad neuronal para los alumnos que resuelven con éxito los problemas en comparación a los que no los resuelven con éxito?

Uno de los resultados más interesantes de esta parte del trabajo consistió en que existieron diferencias en la distribución de la actividad EEG, siendo de más duración actividad de mayor voltaje en el sujeto del Grupo A, inicialmente en casi toda la corteza situándose a continuación en zonas centrales (CZ y PZ). En tanto que en el Grupo B, de no éxito, la actividad EEG inició en una zona cortical más amplia pero con bajo voltaje,

excepto al comenzar la resolución del problema, posteriormente tendió a localizarse en el hemisferio izquierdo.

6.- ¿Cómo será la caracterización de la actividad EEG específica o propia de la resolución de problemas de probabilidad?

De acuerdo a las medidas cuantitativas efectuadas de potencia absoluta, potencia relativa y frecuencia media de la actividad cortical, el principal dato radica en que los Ss del Grupo A muestran, en general, valores de mayor magnitud en todas las condiciones experimentales estudiadas. La actividad EEG se agrupó en las zonas frontal, occipital y temporal, en ese orden. La diferencia en la actividad EEG producida entre las condiciones de resolución de problemas de probabilidad (C-6) y aritmético (C-2) fue clara respecto a la fase de línea base (LB). Los registros realizados también indican que el ritmo alfa fue predominante en la zona occipital, para el Grupo A, en tanto que en el Grupo B el ritmo EEG fue de una frecuencia mayor a la del ritmo alfa, pero con una localización distinta. Los resultados igualmente revelaron que existe, en lo general, cierta similitud en la forma en que se distribuye la actividad EEG entre ambos grupos; sin embargo, siempre fue de mayor energía la respuesta en el Grupo A. Un hecho que atrajo la atención fue que en el Grupo A en las derivaciones pares (*i.e.*, las del lado derecho), en especial, se presentó la mayor magnitud de la actividad EEG mientras que en el Grupo B ocurrió en las derivaciones impares (*i.e.*, las del lado izquierdo).

En otro orden de cosas, un punto medular sobre el que es conveniente orientar una reflexión en un trabajo de esta naturaleza, desarrollado dentro del área de la educación matemática, se relaciona con la pregunta: ¿cuáles son sus implicaciones en la enseñanza de la probabilidad?

Si bien esta investigación puede resultar importante porque aporta información sobre la participación de la motivación, el estilo cognitivo y la actividad de la corteza cerebral en la resolución exitosa o no exitosa de problemas estocásticos, no es posible plantear todavía una respuesta definitiva. Un primer aspecto que lo dificulta es el nivel de conocimiento que, en general, hay en la literatura sobre el tema, ya que se adolece de información que apoye nuestros hallazgos, en particular en lo relativo a algunas de las variables que hemos explorado.

Una posibilidad para reforzar los resultados de esta investigación, la cual le otorgaría mayor grado de confiabilidad, consiste en efectuar algunas réplicas del trabajo. Otro elemento que dificulta, parcialmente, una propuesta didáctica para la enseñanza de la probabilidad es que la actividad cortical se refiere a una variable orgánica, inherente al alumno, respecto a la cual, en principio, no existen muchas opciones para modificarla. No obstante, algunos científicos como Santiago Ramón y Cajal han planteado que: "...todo hombre puede ser, si se lo propone, *escultor de su propio cerebro*, y que aun el peor dotado es susceptible, al modo de las tierras pobres, pero bien cultivadas y abonadas, de rendir copiosa mies.." (1945, s.p.). Aunque es posible procurar un aprendizaje más efectivo en función de buscar o adaptar una enseñanza de la probabilidad que respete el estilo de aprender del estudiante. Se ha reportado en trabajos como el de Campos (1999) que:

"cuando un individuo procesa información este acto tiene lugar o bien en el hemisferio derecho o bien en el hemisferio izquierdo del cerebro y el estilo de aprendizaje depende del hemisferio en el cual se desarrolla este proceso. Si se lleva a cabo en el hemisferio derecho procesa lo espacial/visual y el hemisferio izquierdo lo verbal/analítico...El cerebro entero participa en todo lo relacionado

con el aprendizaje pero según la tarea que emprenda el individuo participa un hemisferio determinado mientras que el otro únicamente sirve de colaborador” (p.279).

Los resultados dejan claro, sin lugar a dudas, varias sugerencias para la enseñanza de la probabilidad. Primero, una situación de aprendizaje, dentro de la cual se puede incluir el proceso de resolución de problemas, conduce a mejores resultados promoviendo previamente en el estudiante un estado motivacional. Una forma de lograrlo es insistiendo en el uso de la probabilidad, en particular, y de la estadística, en general, (v.gr., enfocando la introducción de los conceptos y el planteamiento de problemas hacia asuntos propios del área profesional del estudiante, o con planteamientos de problemas interesantes para que el alumno se “apropie” de ellos, etc.). Otra consistiría en seguir las implicaciones de las investigaciones desarrolladas en el área de motivación y matemáticas, las cuales posiblemente funcionarían para el caso de la probabilidad y la estadística. Middleton y Spanias (1999) han mencionado que los hallazgos de éstas sugieren que los patrones motivacionales son aprendidos, lo cual resulta particularmente relajante, y que los estudiantes generalmente aprenden el disgusto a las matemáticas lo cual se constituye en una parte integral de su auto-concepto matemático. Además que las motivaciones hacia las matemáticas son desarrolladas tempranamente, son altamente estables en el transcurso del tiempo y están influidas ampliamente por las acciones y las actitudes del profesor.

Inclusive se han realizado intentos por construir una motivación intrínseca para las matemáticas uno de ellos lo constituye el trabajo de Middleton, Littlefield y Leher (1992).

Segundo, dado que las características del proceso de resolución de problemas fueron distintas entre uno y otro grupo estudiado, la propuesta que se deriva de ello consiste en conceder un tiempo de las clases del curso de probabilidad, o estadística, para que, principalmente, los estudiantes de no éxito expongan y discutan en el camino su proceso de resolución, con la finalidad de que detecten las diferencias, no necesariamente en términos del resultado correcto-incorrecto a que conducen, entre un proceso exitoso y uno no exitoso para que reflexionen, busquen, propongan, formalicen, enriquezcan, justifiquen, afinen o aprendan una estrategia alternativa para la resolución de problemas. Es posible, que esto sea conveniente incluso para los estudiantes de éxito, ya que el proceso de resolución de problemas matemáticos, como lo han señalado algunos autores (Parra, 1990; entre otros), puede ser descrito como un medio para desarrollar el razonamiento matemático y una actitud positiva hacia las matemáticas; además, se constituye en una situación para someter a valoración la formación de los conceptos que interesa enseñar. Un aspecto que es fundamental en esta recomendación se refiere a que se requiere de una reconceptualización del proceso de resolución, por parte del profesor, para que considere el proceso como una fuente de conocimiento y no solamente como una estrategia que le permite asignar una calificación al alumno.

Recapitulando, se trataría de que el profesor, con base en las estrategias de resolución de los alumnos de éxito, diseñe clases en las que los estudiantes de no éxito exploren otras estrategias que los ayuden a entender, y resolver, un problema. Probablemente, las implicaciones con clases de estas características sean múltiples, entre ellas se lograría una actitud positiva del alumno de no éxito hacia la tarea de resolución de problemas.

En tercer lugar, teniendo como referencia los datos recabados concernientes a la actividad EEG, la enseñanza de la probabilidad quizás tuviera que ser diferenciada, en la secuencia temática, en los contenidos, en las características de los ejercicios y en los tiempos requeridos para cubrir los temas de los cursos, en vez de ser homogénea como

habitualmente se implementa. Esta heterogeneidad estaría en función de alguna valoración neurofisiológica a la que se sometería a los estudiantes, la cual en una etapa inicial tendría que ser laboriosa pero gradualmente podría ser más práctica y diligente.

Es decir, los resultados en general del trabajo, apuntan a que en la enseñanza de la probabilidad es importante que el profesor tome en cuenta que en cada uno de sus alumnos existen puntos fuertes y débiles, que los hacen peculiares entre sí en diversos factores, por lo que las exigencias y las características de los trabajos que les puede asignar, así como las técnicas de enseñanza requeridas tendrían que estar en función del tipo de pensamiento del alumno y de su estilo de asimilar, procesar y utilizar la información que se le da. Después de todo, el papel del profesor es facilitar el aprendizaje de sus alumnos mediante la enseñanza.

No está de más recalcar que es claro, por lo que se ha podido ver, que la investigación en esta área se encuentra apenas en un estado incipiente y que todavía resta bastante por hacer: mejorar muchos aspectos de procedimiento y evaluar otras variables, tan o más importantes que las que hemos abordado para que se esté, entonces sí, en posibilidades de proporcionar información importante al cuerpo de conocimientos en este campo. Por ejemplo, entre los factores que se deberían investigar están los siguientes: diferencias en autoestima en estudiantes de éxito y no éxito; el papel de la ansiedad ante una situación de resolución de problemas, ya que para algunos estudiantes esta situación es análoga a una de examen y, como se ha encontrado en diversos estudios (*cf.*, Spielberg, 1980), la ansiedad es un factor que afecta el rendimiento; la lista de variables que Goldin y McClintock (1984; cit., en Díaz-Godino *et al.*, 1991) han mencionado que pueden influir en la resolución de problemas; la diferencia que pueden determinar los estilos de aprendizaje en la resolución de problemas estocásticos (*cf.*, Salas, 1988); la relación entre estilos de aprendizaje (convergente, divergente, adaptador o acomodador y asimilador; *cf.*, Salas, 1988) con estilos de pensamiento en el proceso de resolución de problemas; etc.

Por último, la esencia real de este trabajo radicó en estudiar el papel de variables psicológicas en el aprendizaje de la probabilidad, pero, como ha pasado en otras disciplinas, cuando el objeto de estudio es muy inaccesible, por su complejidad o por su magnitud, se opta por seleccionar unidades representacionales de las entidades que lo conforman.

Así, a manera de ejemplo, un sistema psicológico (el conductismo) eligió el estudio de la interacción del estímulo y la respuesta, que eran entidades más simples, en lugar del estudio de la interacción del medio ambiente y la conducta. A una situación equivalente aspira el presente trabajo. Como variables de naturaleza psicológica, en esta ocasión, se escogió a la motivación y al estilo cognitivo, también, aunque no se resaltó, a la inteligencia y como símbolo del aprendizaje, al proceso de resolución de problemas. Adicionalmente, se incluyó una variable de naturaleza biológica, la actividad electroencefalográfica.

Sin embargo, el trabajo que se requiere para encontrar las variables más directamente involucradas con el proceso de aprendizaje es un trabajo todavía de muchos años de paciente labor por parte del educador matemático, el psicólogo, el profesor y el neurofisiólogo, entre otros profesionistas y científicos.

## REFERENCIAS

- Aiken, L. R. y Dreger, R. M. (1961) The effect of attitudes on performance in Mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 52, 19-24.
- Alarcón, B. J. (1996) Sobre el uso de ciertos problemas en la exploración del razonamiento probabilista de los alumnos. *Investigaciones en Matemática Educativa*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Alsina, Y. (1990) La resolución de problemas matemáticos por estudiantes mexicano-norteamericanos. *Educación Matemática*. 2 (3), 47-54.
- Artz, A. F., y Armour, T. E. (1992) Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem solving in small groups. *Cognition and Instruction*. 9 (2), 137-175.
- Aschcraft, M.H. y Battaglia, J. (1978) Cognitive arithmetic: evidence for retrieval and decision processes in mental addition. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*. 4, 527-538.
- Banks, J.H (1964) *Learning and Teaching Arithmetic*. Boston: Allyn & Bacon.
- Bañuelos, A. M. (1995) Resolución de problemas matemáticos en estudiantes de bachillerato. *Perfiles Educativos* (67), 50-58.
- Birenbaum, M., y Eylath, S. (1994) Who is afraid of statistics?. Correlates of statistics anxiety among students of educational sciences. *Educational Research* 36 (1), 93-98.
- Blake, R.N. (1976) The effect of problem context upon the problem solving processes used by field dependent and independent students: a clinical study (Doctoral Dissertation, The University of British Columbia, Canadá). *Dissertation Abstracts International*, 37, 4191A-4192A
- Block, D. (coord.) (1995) Matemáticas. En: Waldegg, G. (coord.) *Procesos de Enseñanza y Aprendizaje II* (vol. 2). México, Consejo Mexicano de Investigación Educativa A.C. y Fundación SNTE para la Cultura del Maestro Mexicano.
- Brown, K. E., y Abell, T. L.(1965) Research in the teaching of elementary school mathematics. *Arithmetic Teacher*. 12, 547-549.
- Brown, Th., y Brown, J. T. (1995) Prerequisite course grades and attitudes toward statistics. *College-Student-Journal* 29 (4) 502-507.
- Campos, C. Y. (1999) Estilos de aprendizaje y modelos de enseñanza en la educación matemática. *Memorias del VII Simposio Internacional en Educación Matemática*. México, Grupo Editorial Iberoamérica.
- Carlsmith, J. M., Ellsworth, P. C., y Aronson, E. (1976) *Methods of research in social psychology*. New York: Random House.

- Carlón, M. A., y Cruz, C. S. (1995) Conceptualización de matemáticas en alumnos de primaria, secundaria y bachillerato: reporte preliminar. *Memorias del V Simposio Internacional en Educación Matemática*. México, 16 al 18 de octubre de 1995.
- Cleary, A. (1982) *Instrumentación en psicología*. México: Limusa.
- Crick, F. H. C. (1981) Reflexiones en torno al cerebro. En: *El cerebro*. Scientific American. Barcelona (España): Editorial Labor.
- Dagenbach, D., y McCloskey, M. (1992) The organization of arithmetic facts in memory: evidence from a brain-damaged patient. *Brain and Cognition*. **20**, 345-366.
- Davidoff, L. L. (1990) *Introducción a la psicología*. México: McGraw-Hill/Interamericana.
- Díaz, G. J., Batanero, Ma.del C. y Cañizares, Ma. J. (1987) *Azar y Probabilidad Fundamentos didácticos y propuestas curriculares*. Madrid (España): Síntesis.
- Díaz, G. J., Gómez A, B., Gutiérrez, R. A., Rico, R. L., y Sierra V. M. (1991) *Área de Conocimiento. Didáctica de la Matemática*. Madrid (España): Síntesis.
- Fasotti, L., Eling, P. A. T., y Bremer, J. J. C. B. (1992) The internal representation of arithmetical word problem sentences: frontal and posterior-injured patients compared. *Brain and Cognition*. **20**, 245-263.
- Feldman, R. S. (1996) *Psicología*. México: McGraw-Hill/Interamericana.
- Gardner, H. (1993) *Estructuras de la mente. La teoría de las inteligencias múltiples* (2ª. Edición). México: FCE.
- Garfield, J., y Ahlgrew, A. (1994) Students reactions to learning about probability and statistics evaluating The Quantitative Literacy Project. *School Science and Mathematics*. **94** (2), 89-95.
- Geschwind, N. (1981) Especializaciones del cerebro humano. En: *El cerebro*. Scientific American. Barcelona (España): Editorial Labor.
- Goldstein, K. L., y Blackman, S. (1978) *Cognitive Style*. John Willey and Sons: EUA.
- González, G. G. (s.f.) Algunos factores que intervienen en la enseñanza de las matemáticas a futuros psicólogos. Ficha incompleta.
- Gottfried, A. E. (1985) Academic intrinsic motivation in elementary and junior high school students. *Journal of Educational Psychology*, **77**, 631-645.
- Groen, G.J., y Parkman, J.M. (1972) A chronometric analysis of simple addition. *Psychological Review*. **79**, 329-343.
- Gutiérrez, R. A. (1991) La investigación en Didáctica de las Matemáticas. En Díaz, G. J., Gómez A, B., Gutiérrez, R. A., Rico, R. L., y Sierra V. M. (1991) *Op. Cit*.

- Hamdy, A. El-F (1990) Tendencies of learning thinking styles and effect of mathematics learning. *Proceedings Fourteenth PME Conference*, Cd. de México, jul. 15-20.
- Hanson, S.J., y Olson, C.R. (eds.) (1990) *Connectionist modeling and brain function*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Heller, L.C. (1982) An exploration of the effect of structure variables on mathematical word problem-solving achievement. (Doctoral Dissertation, Rutgers University, The State University of New Jersey). *Dissertation Abstracts International*, 44, 416 A.
- Jasper, H. (1958) The ten twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalographic Clin. Neurophysiological*, 10: 371-375.
- Jiménez, R. G. (1997) *Efecto de diferentes agonistas del complejo GABA<sub>A</sub> /BZ / CL en el sueño de la mujer normal*. Tesis de licenciatura, FES-Z, UNAM, México.
- Kader, G., y Perry, M. (1994) Power on learning statistics with technology. *Mathematics Teaching in the Middle School*. 1 (2), 130-136.
- Kloosterman, P. (1988) Self-confidence and motivation in mathematics. *Journal of Educational Psychology*. 80, 345-351.
- Lassen, N. A., Ingvar, N.A. y Skinhøj, E. (1981) *Funciones cerebrales y flujo sanguíneo*. En: *El cerebro*. Scientific American. Barcelona (España): Editorial Labor.
- Lepper, M. R. (1988) Motivational considerations in the study of instruction. *Cognition and Instruction*. 5, 289-309.
- Luria, A. R. (1973) *The working brain: an introduction to neuropsychology*. New York: Basic Books, Inc. Pub.
- Luria, A. R., y Tsvetkova, L. S. (1964) The programming of constructive activity in local brain injuries. *Neuropsychologia*. 2, 95-107.
- McGuigan, F.J. (1978) *Psicología Experimental enfoque metodológico*. México: Trillas.
- Middleton, J. A., y Spanias, P. A. (1999) Motivation for achievement in mathematics: findings, generalizations, and criticisms of the research. *Journal of Research of Mathematical Education*. 30 (1), 65-88.
- Middleton, J. A., Littlefield, J., y Lehrer, R. (1992) Gifted students' conceptions of academic fun: An examination of a critical construct for gifted education. *Gifted Child Quarterly*, 36, 38-44.
- Montague, M. (1992) The effects of cognitive and metacognitive strategy instruction on the mathematical problem solving of middle school students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*. 25 (4), 230-248.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA



- Maris, V.S. (1990) Rendimiento escolar, estilos cognitivos y pensamiento formal. *Revista Española de Pedagogía*. 187, septiembre-diciembre, pp. 461-479.
- Narro, R. A. E (1989) *Sobre la concepción de la matemática (en ciencias sociales) y su importancia en la enseñanza*. Tesis de maestría en educación matemática. UACPyP del CCH, UNAM.
- Pallares, M. E. (1989) *El fracaso escolar*. Bilbao: Mensajero.
- Pérez, P. (1998) *Éxito y fracaso escolar*. Cuadernos de Pedagogía. Barcelona (España): Praxis, S.A.
- Phillips, R. B. (1969) Teacher attitude as related to student attitude and achievement in elementary school mathematics. En Rodríguez, F. N. (1991) *op cit*.
- Pinillos, J. L. (1975) *Principios de psicología*. Madrid (España): Alianza Universidad.
- Plaisance, E. (1989) *Interpretación del fracaso escolar*. México: Cultura Popular.
- Polya, G. (1957) *How to solve it*. New York: Doubleday.
- Ramón y Cajal, S. (1945) *Los tónicos de la voluntad*. Buenos Aires-México: Espasa-Calpe.
- Reyes, L.I. (1982) *Actitudes de los maestros hacia la profesión magisterial y su contexto*. Tesis de Doctorado. Facultad de Psicología UNAM, México.
- Reeve, J. (1994) *Motivación y Emoción*. México: Mc. Graw-Hill.
- Rodríguez, F. N. (1976) Actitudes hacia la matemática. *Revista Interamericana de Psicología*. 10, 99-111.
- Rodríguez, F. N. (1991) Estudio de las actitudes de los estudiantes universitarios hacia la matemática y la estadística. *Revista Interamericana de Psicología y Educación*. 4 (2), 69-83.
- Salas, S. R. (1988) Estilos de aprendizaje, especializaciones cerebrales y una enseñanza adecuada. *Revista de Pedagogía*. 38 (305), 14-19.
- Sánchez, G. J.L.y González, G. G. (1993) Interacción del estilo cognoscitivo con el método instruccional en el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Intercontinental de Psicología y Educación*. 6 (1 y 2), 257-269.
- Santos, T. L. M. (1992) Resolución de problemas; el trabajo de Alan Schoenfeld: una propuesta a considerar en el aprendizaje de las matemáticas. *Educación Matemática*. 4 (2), 16-24.
- Scott, W.A., y Wertheimer, M. (1982) *Introducción a la investigación psicológica*. México: El Manual Moderno.

- Shaughnessy, J. M. (1992) Research in probability and statistics: reflections and directions. En Grouws, D. A. (ed.) *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. NCTM. USA: Library of Congress Cat.
- Siegel, S. (1985) *Estadística paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta*. México: Trillas.
- Sokol, S.M., McCloskey, M., Cohen, N.J., y Aliminosa, D. (1991) Cognitive representations and processes in arithmetic: inferences from the performance of brain-damaged patients. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*. 17, 355-376.
- Sokol, S. M., Macaruso, R., y Gollan, T. M. (1994) Developmental dyscalculia and cognitive neuropsychology. *Developmental Neuropsychology*. 10 (4), 413-441.
- Spielberg, Ch. (1980) *Tensión y Ansiedad*. México: HARLA.
- Stephens, L. (1960) Comparasion of attitudes and achievement among junior high school mathematics classes. *Arithmetic Teacher*. 11, 474-477.
- Sutarso, T. (1992) Some variables in relation to students anxiety in learning statistics. *Annual Meeting of the Mid-South Educational Research Association*. Knoxville, TN., nov. 11-13.
- Tapia, R. (1987) *Las células de la mente*. México: SEP-FCE.
- Talayero, U., J.A., Micu, I. P, y Aguilar, G., Ma. L. (1988) Importancia de las actitudes del profesor. *Órgano del Centro de Didáctica Universidad Iberoamericana*. Otoño, 38-40.
- Teevan, R. C., y Birney, R. C. (1976) *Teorías sobre motivación del aprendizaje*. México: Trillas.
- Waldegg, G. (coord.) *Procesos de Enseñanza y Aprendizaje II* (vol. 2). México, Consejo Mexicano de Investigación Educativa A.C. y Fundación SNTE para la Cultura del Maestro Mexicano.
- Warrington, E.K. (1982) The fractionation of arithmetical skills: a single case study. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 34A, 31-51.
- Witkin, H.A., Moore, C.A., Goddenough, D.R., y Cox, P.W. (1977) Field-dependent and field-independent cognitive styles and their educational implications. *Review of Educational Research*, 47, 1-64.
- Zarzar, Ch. C. (1993) *Habilidades básicas para la docencia*. México: Patria.

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1**



b)

**Estadística**

3 2 1 1 2 3 .

Desagradable								Agradable
Compleja								Simple
Inútil								Útil
Fácil								Difícil
Necesaria								Innecesaria
Oscura								Clara
Incomprensible								Comprensible
Trivial								Importante
Aburrida								Entretenida
Inconsistente								Sólida
Odiada								Preferida
Interesante								Aburrida
Fea								Linda
Placentera								Displacentera
Árida								Productiva
Motivante								Desmotivante
Desastrosa								Favorable
Tranquila								Fatal
Hostil								Adversa
Tediosa								Divertida

**Parte III.-** Selecciona el inciso que mejor corresponda a tu respuesta o contesta lo que se te solicita.

1.- ¿Cuáles adjetivos usarías para describir, en general, a partir de tu experiencia escolar, a las matemáticas y áreas afines? (*puedes seleccionar más de uno*):

( ) ( ) ( ) ( ) ( )

- a) terrible      b) aburrida      c) difícil      d) entretenida  
 e) fácil      f) importante      g) divertida      h) interesante  
 i) necesaria      j) innecesaria

2.- Independientemente de tu experiencia escolar propia, ¿cómo calificarías a las matemáticas? (*puedes seleccionar más de una opción*): ( ) ( ) ( ) ( )

- a) interesante      b) importante      c) útil      d) necesaria

3.- ¿Lees libros sobre, o relacionados con, matemáticas, por gusto?: ( )

- a) si      b) no

4.- Anota el nombre de tres libros de matemáticas que en alguna ocasión hayas leído (sin que haya sido para un trabajo, un curso, etc.), así como su autor:

- a) \_\_\_\_\_  
 b) \_\_\_\_\_

5- Anota algunas ramas que consideres son propias o pertenecen a las matemáticas:

- a) \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_
- d) \_\_\_\_\_
- e) \_\_\_\_\_
- f) \_\_\_\_\_

6.- Anota, al menos, dos conocimientos que pertenezcan estrictamente al área de las matemáticas (por ejemplo, el teorema de Pitágoras)

- a) \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_

7.- Escribe el nombre de tres personajes matemáticos:

- a) \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_

8 - Escribe, en las siguientes líneas, una definición (propia o de algún autor) con la cual identifiques a las matemáticas:

---

---

---

9.- ¿Cuáles adjetivos usarías para describir, en general, a partir de tu experiencia escolar, a la estadística y áreas afines? (puedes seleccionar más de uno):

( ) ( ) ( ) ( ) ( )

- a) terrible      b) aburrida      c) difícil      d) entretenida
- e) fácil      f) importante      g) divertida      h) interesante
- i) necesaria      j) innecesaria

10.- Independientemente de tu experiencia escolar propia, ¿cómo calificarías a la estadística? (puedes seleccionar más de una opción): ( ) ( ) ( ) ( )

- a) interesante      b) importante      c) útil      d) necesaria

11.- ¿Lees libros sobre, o relacionados con, estadística, por gusto?: ( )

- a) sí      b) no

12.- Anota el nombre de tres libros de estadística que en alguna ocasión hayas leído (sin que haya sido para un trabajo, un curso, etc.), así como su autor:

- a) \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_

13.- Anota algunas ramas que consideres son propias o pertenecen a la estadística:

- a) \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_
- d) \_\_\_\_\_
- e) \_\_\_\_\_
- f) \_\_\_\_\_

14.- Anota, al menos, dos conocimientos que pertenezcan estrictamente al área de la estadística (por ejemplo, el teorema del límite central):

- a) \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_

15.- Escribe el nombre de tres personajes de la estadística, autores de algún conocimiento que se emplee en ésta:

- a) \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_

16.- Escribe, en las siguientes líneas, una definición (propia o de algún autor) con la cual identifiques a la estadística:

---

---

---

## **ANEXO 2**



## ESCALA COMBINADA DE CONTRARIEDADES Y SATISFACTORES

**Instrucciones:** Piensa cuánto fue una contrariedad y cuánto un satisfactor el día de hoy, cada uno de los enunciados que aparecen abajo. Marca con una cruz (X) el número más apropiado en cada oración. Por favor, pon una cruz en un número en ambas columnas: izquierda (de contrariedades) y derecha (de satisfactores). Marca tu respuesta según el código: 0 = nada; 1 = algo; 2 = bastante y 3 = muchísimo. Únicamente los enunciados que no sean aplicables a ti (por ejemplo, el relativo a hijos o a empleados, si no los tuvieras) ignóralos.

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Carrera: \_\_\_\_\_

### CONTRARIEDADES

¿Cuánto fue una contrariedad para ti?:

### SATISFACTORES

¿Cuánto fue un satisfactor para ti?:

0	1	2	3	1.- Tu (s) hijo(s)	0	1	2	3
0	1	2	3	2.- Tus padres o suegros	0	1	2	3
0	1	2	3	3.- Otros familiares	0	1	2	3
0	1	2	3	4.- Tu esposo (a) o novio (a)	0	1	2	3
0	1	2	3	5.- El tiempo que dedicas a tu familia	0	1	2	3
0	1	2	3	6.- La salud o bienestar de un familiar	0	1	2	3
0	1	2	3	7.- El sexo	0	1	2	3
0	1	2	3	8.-Dinero suficiente para tus necesidades	0	1	2	3
0	1	2	3	9.- Obligaciones familiares	0	1	2	3
0	1	2	3	10.- Tu (s) amigo (a) (s)	0	1	2	3
0	1	2	3	11.- Compañeros de trabajo	0	1	2	3
0	1	2	3	12.- Tus clientes, compradores, etc.	0	1	2	3
0	1	2	3	13.- Tu supervisor o empleado	0	1	2	3
0	1	2	3	14.- La naturaleza de tu trabajo	0	1	2	3
0	1	2	3	15.- La carga de tu trabajo	0	1	2	3
0	1	2	3	16.- La seguridad de tu trabajo	0	1	2	3
0	1	2	3	17.- El logro de una meta de trabajo	0	1	2	3
0	1	2	3	18.- Tu privacidad	0	1	2	3
0	1	2	3	19.- Dinero suficiente para educación	0	1	2	3
0	1	2	3	20.- Dinero suficiente para emergencias	0	1	2	3
0	1	2	3	21.- Dinero suficiente para tu diversión	0	1	2	3
0	1	2	3	22.- Ayuda económica para alguien que vive contigo	0	1	2	3
0	1	2	3	23.- Inversiones	0	1	2	3
0	1	2	3	24.- Fumar	0	1	2	3
0	1	2	3	25.- Beber	0	1	2	3
0	1	2	3	26.- Efectos de drogas o medicamentos	0	1	2	3
0	1	2	3	27.- Tu apariencia física	0	1	2	3
0	1	2	3	28.- El tiempo que pasas solo	0	1	2	3
0	1	2	3	29.- El ejercicio	0	1	2	3

**CONTRARIEDADES**¿Cuánto fue una  
contrariedad para tí?:**SATISFACTORES**¿Cuánto fue un satis-  
factor para tí?:

0	1	2	3	30.- Tu cuidado médico	0	1	2	3
0	1	2	3	31.- Tu salud	0	1	2	3
0	1	2	3	32.- Tus habilidades físicas	0	1	2	3
0	1	2	3	33.- El clima	0	1	2	3
0	1	2	3	34.- Nuevas noticias, en general	0	1	2	3
0	1	2	3	35.- La calidad del medio ambiente	0	1	2	3
0	1	2	3	36.- Asuntos políticos	0	1	2	3
0	1	2	3	37.- Tu colonia (vecinos, etc.)	0	1	2	3
0	1	2	3	38.- El ahorro	0	1	2	3
0	1	2	3	39.- Mascotas	0	1	2	3
0	1	2	3	40.- El cocinar	0	1	2	3
0	1	2	3	41.- El trabajo de la casa	0	1	2	3
0	1	2	3	42.- Reparaciones de la casa	0	1	2	3
0	1	2	3	43.- El trabajo del jardín	0	1	2	3
0	1	2	3	44.- El mantenimiento del automóvil	0	1	2	3
0	1	2	3	45.- El cuidado de papeles de tu trabajo	0	1	2	3
0	1	2	3	46.- Entretenimientos en casa (TV, música, etc.)	0	1	2	3
0	1	2	3	47.- Cantidad de tiempo libre	0	1	2	3
0	1	2	3	48.- Recreación y entretenimiento fuera de casa	0	1	2	3
0	1	2	3	49.- Comer en casa	0	1	2	3
0	1	2	3	50.- Organizaciones comunitarias, religiosas o eclesiásticas.	0	1	2	3
0	1	2	3	51.- Asuntos legales	0	1	2	3
0	1	2	3	52.- El ser organizado	0	1	2	3
0	1	2	3	53.- Tus compromisos sociales	0	1	2	3

## **ANEXO 3**

# PROTOCOLO DE ESTILOS COGNITIVOS

## PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DEL ESTILO COGNITIVO, MOTIVACIONAL Y NEUROFISIOLÓGICO EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE PROBABILIDAD

### UACPyP del CCH - ÁREA I, CARRERA DE PSICOLOGÍA, FESZARAGOZA U.N.A.M.

**Instrucciones Generales:** Este instrumento se propone identificar aspectos sobre el estilo cognitivo en la resolución de problemas probabilísticos. Mucho te agradecemos tu colaboración por participar en esta investigación y te solicitamos que **pienses lo mejor posible tu respuesta**. Deberás colocar dentro del paréntesis la letra de la opción que corresponda a tu respuesta.

1.- ¿Qué implica para ti un problema de probabilidad?: ( )

- a) Una oportunidad para la adquisición de conocimiento
  - b) La aplicación fija de una regla u operación
  - c) Una situación donde se comprometen tus conocimientos
  - d) Una situación para usar el razonamiento
  - e) Una situación para evocar conceptos
  - f) Otra opción (por favor, específica):
- 

2.- ¿En la solución de un problema de probabilidad?: ( )

- a) Aplicas siempre la misma regla
- b) Haces variaciones a alguna regla que aplicas
- c) Desglosas el problema

3.- ¿Consideras motivante la solución de un problema de probabilidad? ( )

- a) Si
- b) No

4.- De las siguientes rutas que podrían seguirse para resolver un problema, ¿cuál consideras que describe mejor tu estrategia?: ( )

- a) 1.- Formulas el problema en tus propias palabras  
2.- experimentas, observas y tanteas  
3.- conjeturas  
4.- validas tu respuesta
- b) 1.- Entiendes el problema  
2.- Desarrollas y aplicas una estrategia  
3.- Evalúas la solución
- c) 1.- Buscas soluciones  
2.- aplicas una operación fija
- d) 1.- Identificas los datos del problema  
2.- Identificas la pregunta del problema  
3.- Determinas la operación que se debe realizar  
4.- Aplicas la operación respectiva  
5.- Valoras la respuesta que acabas de obtener

**5.- En caso de que sigas una estrategia distinta a las enunciadas en la pregunta anterior, subraya los elementos de las diferentes opciones que se te presentaron y enuncia la estrategia o ruta que tu empleas en el orden conveniente. A continuación se te listarán una serie de términos en los cuales te puedes basar para contestar lo que se te solicita: Formulas el problema en tus propias palabras, experimentas, observas, tanteas. Conjeturas, válidas tu respuesta, entiendes el problema, desarrollas y aplicas una estrategia, evalúas la solución, buscas soluciones, aplicas una operación fija, identificas los datos del problema, identificas la pregunta del problema, determinas la operación que se debe realizar, aplicas la operación respectiva, valoras la respuesta que acabas de obtener, evocas algún concepto.**

---

---

---

---

---

## PROTOCOLO DE ESTILOS COGNITIVOS

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DEL ESTILO COGNITIVO, MOTIVACIONAL Y NEUROFISIOLÓGICO EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE PROBABILIDAD

UACPyP del CCH - ÁREA I, CARRERA DE PSICOLOGÍA, FESZARAGOZA  
U.N.A.M.

### EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS ESTADÍSTICOS (ESPE-VB)

Sujeto \_\_\_\_\_ Fecha de evaluación \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_  
Problema 1 Correcto ( ) Incorrecto ( )

Poder:

Debilidad:

Resumen de la entrevista:

Instrucciones de administración de la ESPE-VB

**Parte A:** 1.- Lee el problema al estudiante.

2.- Lee las preguntas de la entrevista.

3.- Escribe las respuestas del estudiante a cada uno de los reactivos en el espacio provisto debajo de los descriptores. Si la respuesta no es clara o parece incompleta, prueba para obtener información adicional usando cuestionamientos no específicos tales como: "Dime más". "Describe lo que significa para ti". "Da un ejemplo". "Cualquier otra cosa". "¿Qué otra cosa deseas hacer?". "Por favor explica eso".

**Parte B:** 1.- Lee el problema al estudiante y solicítale que lo resuelva.

2.- Pide al estudiante que te diga cuando haya finalizado.

3.- Regresa al ESPE-VB e inicia el interrogatorio. Coloca el problema al estudiante para que le sirva de referencia.

4.- Escribe las respuestas del estudiante en cada reactivo.

## EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS ESTADÍSTICOS (ESPE-VB)

### Parte A

Instrucciones: He aquí un ejemplo de problema de estadística (probabilidad). (Mostrarle el problema al alumno). Te lo leeré, no es necesario que lo resuelvas. (Leerle el problema al alumno). Ahora requiero que contestes las siguientes preguntas. Yo escribiré tus respuestas.

Clase de Respuesta		Muy				Muy
		Pobre	Pobre	Promedio	Buena	Buena
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percepción de la ejecución estadística</li> <li>• Percepción de la ejecución en la solución de problemas</li> </ul>	1.- Califica tu habilidad en estadística	1	2	3	4	5
	2.- Califica tu nivel en estadística	1	2	3	4	5
	3.- Califica como es tu solución de problemas estadísticos	1	2	3	4	5
• Actitud hacia la estadística	4.- ¿Te gusta la estadística?	No todas las veces		( )		
		¼ de las veces		( )		
		½ de las veces		( )		
		¾ de las veces		( )		
		Siempre		( )		
• Actitud hacia la estadística	5.- ¿Por qué o por qué no?:					
• Actitud hacia la estadística	6.- ¿Te gusta resolver problemas estadísticos (probabilidad)	No todas las veces		( )		
		¼ de las veces		( )		
		½ de las veces		( )		
		¾ de las veces		( )		
		Siempre		( )		
• Actitud hacia la estadística	7.- ¿Por qué o por qué no?:					
• Conocimiento de estrategias en la solución de problemas estadísticos	8.- Dime lo que recuerdas se te enseñó acerca de cómo resolver problemas estadísticos (de probabilidad):					
• Conocimiento de estrategias en la solución de problemas estadísticos	9.- ¿Qué haces para resolver problemas estadísticos (probabilidad) iguales al ejemplo mostrado aquí?:					

<p>•Conocimiento de estrategias en la solución de problemas estadísticos</p>	<p>10.- Una estrategia es un plan o una actividad específica que usa la gente para resolver problemas. ¿Dime algo sobre las estrategias que usas para resolver problemas estadísticos (de probabilidad)?:</p>
--	---

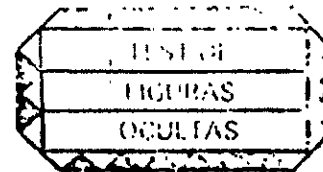
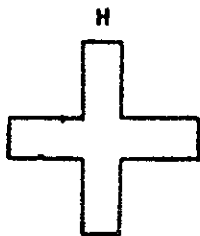
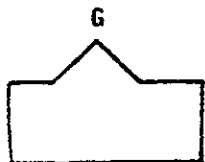
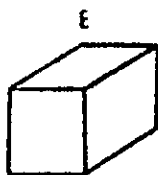
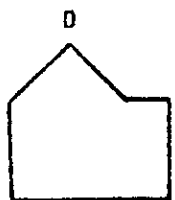
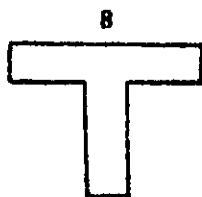
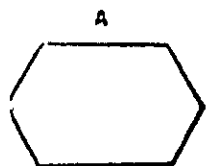
**Parte B**

Instrucciones: Ahora, por favor, resuelve este problema. Si tienes alguna inquietud en la lectura o en su comprensión, dílo para ayudarte. Dime cuando termines (Darle el problema al estudiante. Cuando finalice continuar con el interrogatorio).

<p>•Conciencia de la lectura</p>	<p>11.- ¿Cómo lees el problema que se te ha formulado?:</p>
<p>•Uso de la lectura</p>	<p>12.- ¿Cuántas veces lees el problema?:</p>
<p>•Conocimiento de la lectura</p>	<p>13.- ¿Cómo tu lo lees, como te ayuda en la comprensión del problema?:</p>
<p>•Uso de la lectura</p>	<p>14.- ¿Si no comprendes alguna cosa acerca del problema que haces?:</p>
<p>•Control de la lectura</p>	<p>15.- ¿Qué preguntas te haces a ti mismo (a) mientras lees el problema estadístico?:</p>
<p>•Control de la lectura</p>	<p>16.- ¿Qué cuestionamientos te haces a ti mismo (a), cuando terminas de leer (estudiar) el problema?:</p>
<p>•Conocimiento de la lectura</p>	<p>17.- ¿Qué más haces cuando lees (estudias) la estructura del problema estadístico (de probabilidad)?:</p>



# FIGURAS SENCILLAS



Philip K. Ottman, Evelyn Raskin y Herman A. Witkin

Nombre \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_

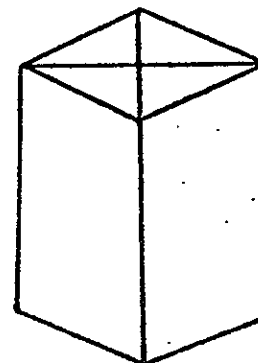
Fecha de Nacimiento \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Esta es una prueba para conocer la habilidad que usted tiene para encontrar una figura sencilla dentro de un dibujo complicado.

Aquí está el dibujo de una figura sencilla a la que hemos denominado "X":

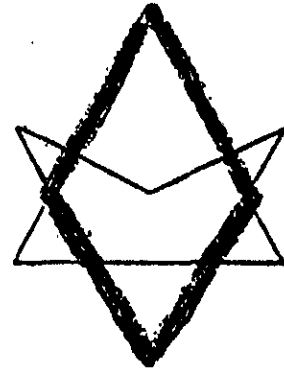
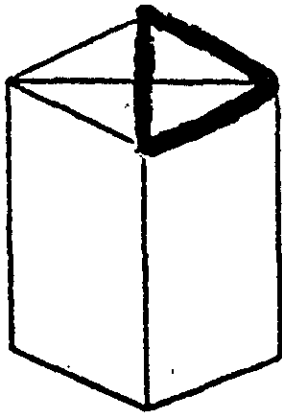


Esta figura sencilla, "X" está oculta dentro de este diseño:



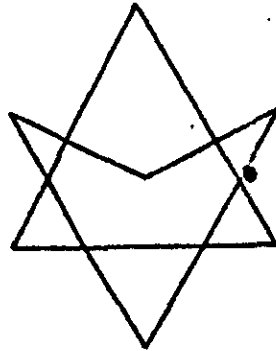
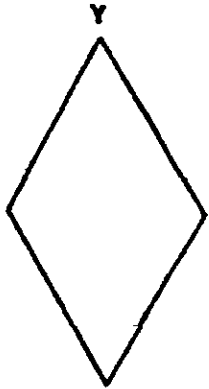
Trate de encontrar la figura sencilla dentro de la figura complicada y dibújela con su lápiz. Tiene la MISMA FORMA, el MISMO TAMAÑO y la MISMA DIRECCION que cuando está dibujada sola.

Cuando termine, de vuelta a la página para comprobar su respuesta.



Fijese que la respuesta correcta es el triángulo del lado derecho, pues el triángulo del lado izquierdo a pesar de que es igual, está en dirección contraria.

Ahora veamos este otro problema. Busque y dibuje la figura sencilla que en esta ocasión se denomina "Y" en el diseño complicado que está abajo a su derecha.

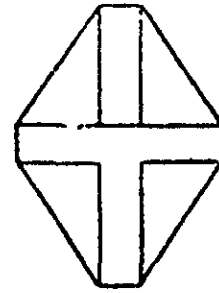


Vea la siguiente página para comprobar su solución.

En las siguientes páginas aparecen problemas semejantes a los que usted acaba de ver. En cada página encontrará dos dibujos complicados. Debajo de cada uno se encuentra una letra que corresponde al dibujo sencillo que usted deberá encontrar. Para cada uno de los problemas usted deberá voltear a la contraportada de este folleto, que es donde se encuentran los dibujos sencillos. Después trate de dibujar todas las líneas de la figura sencilla dentro del diseño complicado correspondiente (que tenga la misma letra que la figura sencilla).

Lea y recuerde los siguientes puntos:

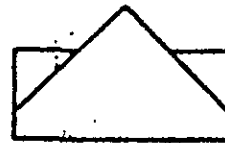
1. Vea las figuras sencillas tantas veces como lo necesite.
2. BORRE TODOS LOS ERRORES.
3. Resuelva los problemas en orden. Procure no saltarse ninguno a menos que se le cierre el mundo con alguno.
4. Dibuje en cada uno de los problemas SOLO LA FIGURA QUE SE LE PIDE. Posiblemente encuentre más de una pero debe dibujar solamente una.
5. La figura sencilla está siempre en el diseño complicado con el MISMO TAMAÑO, las MISMAS PROPORCIONES y en la MISMA DIRECCION que como está dibujada en la contraportada de este cuadernillo.



Encuentre la figura sencilla "B"

---

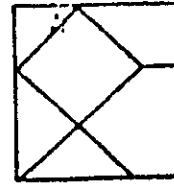
2



Encuentre la figura sencilla "G"

*Pase a la siguiente página*

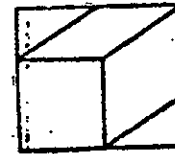
3



Encuentre la figura sencilla "D"

---

4



Encuentre la figura sencilla "E"

*Pase a la siguiente página*

5



Encuentre la figura sencilla "C"

---

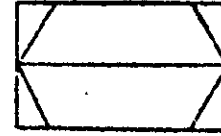
6



Encuentre la figura sencilla "F"

*Pase a la siguiente página*

7

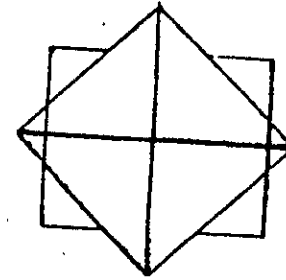


Encuentre la figura sencilla "A"



**DETENGASE**  
Espere instrucciones...

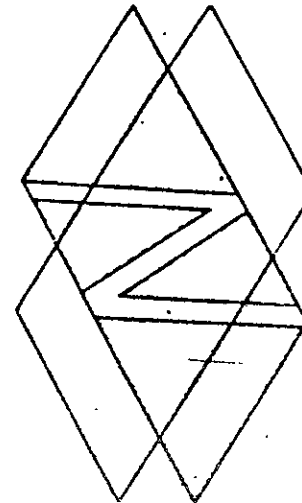
1



Encuentre la figura sencilla "G"

---

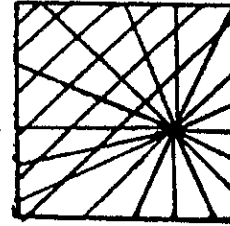
2



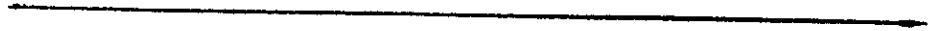
Encuentre la figura sencilla "A"

*Pase a la siguiente página*

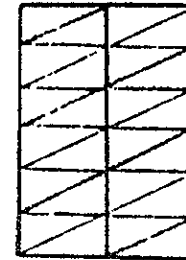
3



Encuentre la figura sencilla "G"



4

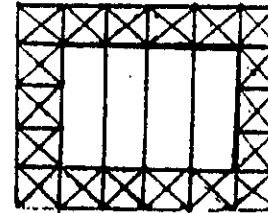


Encuentre la figura sencilla "E"

*Pase a la siguiente página*



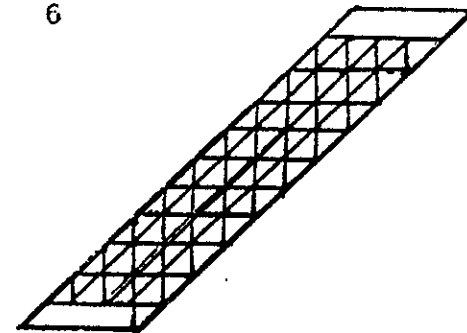
5



Encuentre la figura sencilla "B"

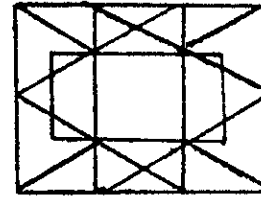
---

6



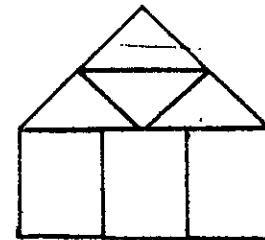
Encuentre la figura sencilla "C"

*Pase a la siguiente página*



Encuentre la figura sencilla "E"

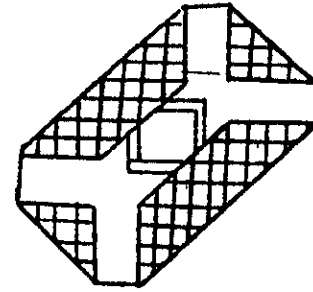
---



Encuentre la figura sencilla "D"

*Pase a la siguiente página*

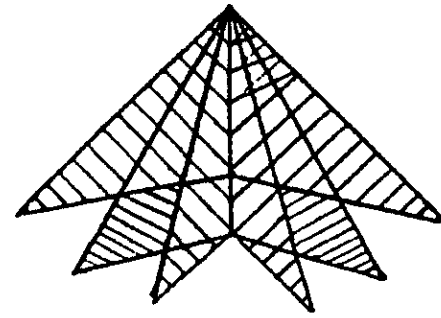
9



Encuentre la figura sencilla "H"



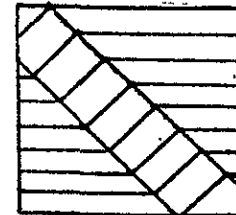
**DETENGASE**  
Espere instrucciones...



Encuentre la figura sencilla "F"

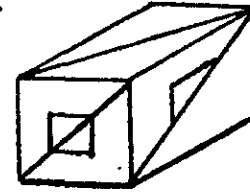
---

2



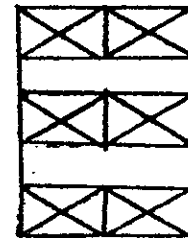
Encuentre la figura sencilla "G"

*Pase a la siguiente página*



Encuentre la figura sencilla "C"

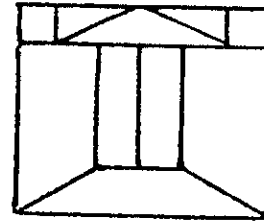
---



Encuentre la figura sencilla "E"

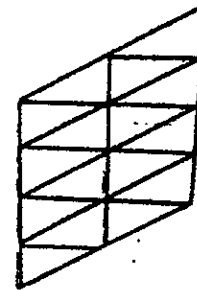
*Pase a la siguiente página*

b



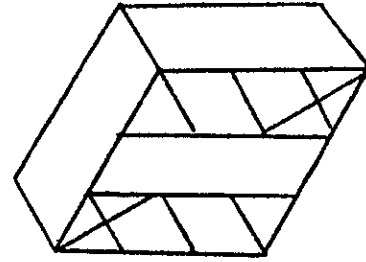
Encuentre la figura sencilla "D"

u



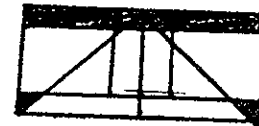
Encuentre la figura sencilla "E"

*Pase a la siguiente página*



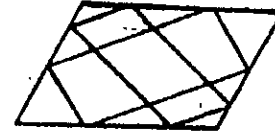
Encuentre la figura sencilla "A"

---



Encuentre la figura sencilla "C"

9



Encuentre la figura sencilla "A"



DETENGASE



## **ANEXO 4**

# PROPUESTA PARA EL CURSILLO SOBRE PROCESOS ESTOCÁSTICOS (ENSAYOS DE BERNOULLI)

**José Gabriel Sánchez Ruiz**  
**Maestría en Educación Matemática**  
**UACPyP DEL CCH UNAM**

## **Objetivo General (de tipo informativo):**

Al finalizar el cursillo, el estudiante, conocerá y estará en condiciones de aplicar los procesos estocásticos, específicamente el relativo a ensayos de Bernoulli.

## **Objetivos particulares:**

Al concluir las actividades de aprendizaje, el alumno:

- 1.- Definirá el concepto de “proceso estocástico finito”
- 2.- Identificará un proceso estocástico finito
- 3.- Explicará en que consiste un ensayo de Bernoulli
- 4.- Definirá que es un ensayo, o prueba de Bernoulli.
- 5.- Identificará una situación de probabilidad a priori y de probabilidad a posteriori.
- 6.- Principalmente solucionará ejercicios de probabilidad utilizando el procedimiento de ensayos de Bernoulli.

## **Contenidos temáticos:**

Tema 1.- Concepto de azar.

Tema 2.- Concepto general de probabilidad y de proceso estocástico.

Tema 3.- Definición de ensayo tipo Bernoulli.

Tema 4.- Requisitos (características) de un ensayo tipo de Bernoulli.

Tema 5.- Usos de la prueba de Bernoulli.

## **Tiempo asignado para los temas y subtemas:**

Los temas estarán distribuidos, por sesiones, de la siguiente forma:

Tema 1: Concepto de azar

Tema 2: Concepto general de probabilidad y de proceso estocástico

### **Primera sesión**

Tema 2 (continuación): Concepto general de proceso estocástico

Tema 3: Definición de ensayo de Bernoulli

### **Segunda sesión**

Tema 3 (continuación): Definición de ensayo de Bernoulli: expresión (teoremas) de ensayos Bernoulli.

Tema 4: Requisitos (características) de un ensayo tipo de Bernoulli

**Tercera sesión**

Tema 5: Usos (aplicaciones) de la prueba de Bernoulli.

**Cuarta y quinta sesión**

En total serían cinco sesiones que se efectuarán, cada una, diariamente. Durante la semana del 20 al 24 de abril de 1998. La duración de cada una de las sesiones será de aproximadamente 100-120 mins.

El desarrollo específico propuesto para cada uno de los temas es el siguiente:

**Tema 1: Concepto de azar**

- 1.- ¿Cuándo se habla de una muestra al azar o aleatoria? ((Díaz G., y cols., 13-35))
- 2.- Característica de un suceso al azar: independencia, probabilidad igual, insesgada.
- 3.- Relación entre aleatoriedad y probabilidad ((Leaverton, 23-25; Tennant, 77-82))

**Tema 2: Concepto general de probabilidad y de proceso estocástico**

- 1.- ¿Qué es la probabilidad? Introducción a la probabilidad: primeras aplicaciones de la probabilidad; concepto de espacio muestral y evento elemental (evento compuesto y evento mutuamente excluyente) ((Díaz e Iniesta, pp. 227-230; Larson, p. 33)).
- 2.- Enfoque clásico (a priori) y enfoque empírico de la teoría de la probabilidad (a posteriori). ((Díaz e Iniesta, p. 234; Elorza, p. 204-205; Harber y Runyon, p. 164)).
- 3.- Axiomas de la probabilidad ( $P(S) = 1$ ;  $P(A) \geq 0$  para toda  $A \subset S$ ;  $P(A_1 \cup A_2 \cup \dots) = P(A_1) + P(A_2) + \dots$ ) ((Larson, 41; Milton y Tsokos, 71-76)).
- 4.- Propiedades formales de la probabilidad
  - 4.1.-  $0 \leq P(A) \leq 1.00$
  - 4.2.- Expresión de la probabilidad
  - 4.3.- Regla de adición Milton y Tsokos, 76-79)).
  - 4.4.- Regla de la multiplicación ((Harber y Runyon, p. 166-168 Milton y Tsokos, 89-94)).
- 5.- Sucesos independientes y no-independientes ((Harber y Runyon, p. 169-170)).
- 6.- ¿Qué es un proceso estocástico? ((Elorza, 250-260))
  - 6.1.- Procesos estocásticos finitos ((Elorza, 258))
  - 6.2.- Procesos estocásticos no finitos ((Elorza, 260))
- 7.- Propiedades de un proceso estocástico ((Elorza, 260))
- 8.- Relación entre aleatoriedad y probabilidad

### **Tema 3: Definición de ensayo tipo Bernoulli**

- 1.- ¿Qué es un ensayo de Bernoulli? ((Elorza, p. 258-261; Larson, 145-147; Mendenhall, p. 175-179))
- 2.- J. Bernoulli y la distribución binomial ((Tennant, 82-88))

### **Tema 4: Requisitos de un ensayo tipo Bernoulli**

- 1.- ¿Cuándo una secuencia de ensayos forma un proceso de Bernoulli?
- 2.- Expresión (teorema) de ensayo Bernoulli. ((Díaz e Iniesta, p. 285-286))

### **Tema 5: Usos de la prueba de Bernoulli.**

- 1.- Ejercicios  
((Mendenhall, p. 179-189))

### ***Bibliografía***

- Elorza, H. (1987) *Estadística para ciencias del comportamiento*. México:HARLA.
- Díaz, G. M., e Iniesta, L. A. (s.f.) *Uso de la calculadora en el curso de estadística II*. CCH plantel Sur, UNAM.
- Díaz, G., Batanero, Ma. C., Cañizares, Ma. J. (1987) *Azar y probabilidad*. Madrid: Síntesis.
- Haber, A., y Runyon, R. P. (1973) *Estadística General*. México: Fondo Educativo Interamericano.
- Larson, H.J. (1983) *Introducción a la teoría de probabilidades e inferencia estadística*. México:Limusa.
- Leaverton, P. E. (1989) *ABC de la Bioestadística*. México: Salvat.
- Mendenhall, W. (1987) *Introduction to Probability and Statistics*. (7ª.ed.) USA: Wadsworth, Inc.
- Milton, J.S., y Tsokos, J.O. (1988) *Estadística para Biología y Ciencias de la Salud*. México: Interamericana.
- Tennant-Smith, J. (1985) *Basic Statistics*. London: Butterworths.

## **ANEXO 5**

## FORMATO PARA LOS REGISTROS OBSERVACIONALES

Fecha: \_\_\_\_\_

No. de Sesión: \_\_\_\_\_

Clave de observador: \_\_\_\_\_

### A) Profesor

Categoría observacional	Frecuencia	Total	frecuencia relativa
expone durante la clase			
plantea un ejercicio			
atiende a un alumno en especial (preferencia o favoritismo)			
pasa al pizarrón a un alumno			
explica un concepto			
aciaró alguna duda de los alumnos			
promueve "democráticamente" la participación del grupo			
interrogó al grupo en general sobre el problema que está presentando			
usó material didáctico			
analiza el proceso de solución de un problema			
resuelve un problema sin explicarlo oralmente			
hace referencia a conceptos de sesiones anteriores			
retroalimenta al alumno			
Concluyó el tema especificado para la sesión			

Categoría observacional	Sí	No
Su exposición "hizo ver" difícil el tema		
La explicación fue suficiente		
Pareció ser comprensible, por los alumnos, el tema revisado		
Faltaron instrucciones en la solución de los problemas presentados		

Código observacional:

ocurrió la conducta	•
no ocurrió la conducta	

Observaciones generales: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**B) Alumnos**

Categoría observacional	Alumno													
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Hegó puntualmente a la sesión														
Pregunto durante la clase sobre el tema expuesto														
Realizó las actividades indicadas por el profesor														
Estuvo entre los cinco primeros alumnos que resolvió alguna tarea asignada por el profesor														
Aclaro algún concepto														
Permanecio en silencio durante la clase														
Se retiro del salón antes de que concluyera la clase														
Interrumpe continuamente al profesor anticipándose a sus cuestionamientos.														

**Código observacional:**

a)

ocurrió la conducta	*
no ocurrió la conducta	

b)

Alumno	Código
Angeles Escobar Socorro	A
De los Santos Barragán Maura	B
Flores Benavides Araceli	C
López Cortés Dante A.	D
López Zenón Marco A.	E
Manriquez Betanzos Juan C.	F
Martínez Soto Joel	G
Nava Morales Sandra	H
Pérez Burgos Israel	I
Quintana Padilla Teresa	J
Monroy Jiménez Rocío V.	K
Ramírez Barrera J. M.	L
Romero González Carlos	M
Rodríguez García Aldo G.	N

**Observaciones generales:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## **ANEXO 6**



## **RELACIÓN DE PROBLEMAS DE PROBABILIDAD (ENSAYOS DE BERNOULLI)**

### **a).- Problemas usados en la Etapa 1 (para pretest y postest)**

1.- En una planta industrial, los lotes grandes de artículos recibidos se inspeccionan para detectar los defectuosos por medio de un muestreo. Se examinan 10 artículos y el lote será rechazado si se encuentran dos o más artículos defectuosos. Si un lote contiene exactamente 5 por ciento de defectuosos: a) ¿cuál es la probabilidad de que el lote sea aceptado?, b) ¿de que sea rechazado?

2.- Se afirma que un procedimiento quirúrgico es exitoso el 80 por ciento de las veces. Si la operación se realiza cinco veces y si podemos suponer que los resultados son independientes entre sí, ¿cuál es la probabilidad de que las cinco operaciones sean exitosas?

3.- Un psicólogo industrial desea evaluar el trabajo de un obrero que elabora X producto, por lo que toma una muestra de 10 piezas terminadas. El 10 por ciento de los artículos producidos son defectuosos, por lo que el psicólogo, con base en ello, quiere saber la probabilidad de encontrar dos productos defectuosos, Considerando un producto bueno como éxito y un producto defectuoso como fracaso, ¿cuál es esta probabilidad (de encontrar dos productos defectuosos)?

### **b).- Problema empleado en la Etapa 3**

1.- Un psicólogo industrial quiere evaluar el trabajo de un obrero que elabora un producto, y toma una muestra de 10 piezas terminadas. Según los estándares de calidad, el 10 por ciento de los artículos producidos son defectuosos, por lo que el psicólogo, con base en esta información, quiere saber la probabilidad de que exactamente uno de ellos éste defectuoso. Consideraremos un producto bueno como un éxito y un producto defectuoso como un fracaso.

### **c).- Problemas empleados en la Etapa 4**

1.- De acuerdo con su historial, un cierto equipo de futbol gana, en promedio, 3 de cada 5 partidos que juega. Si dicho equipo juega 6 partidos, ¿cuál es la probabilidad de que gane más de la mitad de tales partidos?

2.- Un estudiante está resolviendo un exámen que consta de 10 preguntas del tipo falso-verdadero. Si el estudiante sólo está adivinando las respuestas, ¿cuál es la probabilidad de que obtenga una calificación de 6 aciertos o más?

3.- La probabilidad de que un hombre pegue en un blanco es de  $\frac{1}{4}$  . ¿cuántas veces tendría que disparar para que la probabilidad de pegar en el blanco, por lo menos una vez, sea mayor que  $\frac{2}{3}$  ?.

4.- En un lote de 100 artículos se tienen 6 defectuosos. Si se toman 5 artículos al azar, ¿cuál es la probabilidad de que exactamente tres de ellos sean defectuosos?.

5.- La probabilidad de que un hombre pegue en un blanco es de  $\frac{1}{4}$  . Si dispara 7 veces, ¿cuál es la probabilidad (P) de que dos veces, por lo menos, pegue al blanco?.

**Nota:** Todos estos problemas fueron piloteados, de forma aleatoria se determinó que los tres primeros del inciso c se emplearán en la sesión de la toma del registro EEG.

## **ANEXO 7**

## INSTRUCCIONES PROPORCIONADAS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DURANTE LOS REGISTROS EEGs

“Instrucciones. Pon atención a las siguientes instrucciones. Te plantearé cuatro problemas en distinto momento de la sesión. Cada problema te lo presentaré dos veces. En la primera vez escúchalo pero espera a la segunda presentación para que inmediatamente comiences a resolverlo *mentalmente*. No debes moverte absolutamente para nada...excepto cuando se te indique y solo será para escribir tu respuesta. Al terminar de resolver el problema, o cuando se te diga, sin moverte, abrirás, cerrarás y nuevamente abrirás tus ojos, lentamente, sin moverlos...Procura mantenerlos en un punto fijo aún cuando los tengas cerrados...En el problema 1 harás lo que se te indica y te detendrás cuando se te pida abriendo, cerrando y abriendo tus ojos. Harás la tarea solicitada aunque te parezca monótona... **Problema 1** (presentación)...comenzando en el número cuatro, le sumará 4 y al resultado le restará uno, nuevamente sumará cuatro y al resultado le restará uno, así sucesivamente has esta operación intentando llegar al cuatrocientos o hasta que se te indique...cuando se te detenga abrirás, cerrarás y abrirás tus ojos... comenzando en el número cuatro, le sumará 4 y al resultado le restará uno, nuevamente sumará cuatro y al resultado le restará uno, así sucesivamente has esta operación intentando llegar al cuatrocientos o hasta que se te indique...Inicia.. (transcurren tres minutos)...Detente, abre, cierra y abre tus ojos...Escribe el número en que te hayas quedado cuando se te detuvo, al terminar cierra, abre y cierra nuevamente los ojos...(al terminar de escribir)...Cierra tus ojos, mantente relajado (transcurre un minuto)...**Problema 2** (presentación) ...De acuerdo con su historial, un cierto equipo de futbol gana, en promedio, 3 de cada 5 partidos que juega. Si dicho equipo juega 6 partidos, ¿cuál es la probabilidad de que gane más de la mitad de tales partidos?...No escribirás, necesariamente, el resultado solamente el procedimiento con los valores correspondientes para resolverlo. No te muevas. Cuando concluyas abrirás, cerrarás y abrirás tus ojos, lentamente. Recuerda no moverás tus ojos...Escucha la siguiente presentación... De acuerdo con su historial, un cierto equipo de futbol gana, en promedio, 3 de cada 5 partidos que juega. Si dicho equipo juega 6 partidos, ¿cuál es la probabilidad de que gane más de la mitad de tales partidos?, Resuélvelo... ...(al terminar de resolverlo)... Escribe tu respuesta, al terminar cierra, abre y cierra tus ojos...(al terminar de escribir)...Cierra tus ojos, mantente relajado (transcurre un minuto)...**Problema 3** (presentación) ...Un estudiante está resolviendo un examen que consta de 10 preguntas del tipo falso-verdadero. Si el estudiante sólo está adivinando las respuestas, ¿cuál es la probabilidad de que obtenga una calificación de 6 aciertos o más?... . No te muevas. Cuando concluyas abrirás, cerrarás y abrirás tus ojos, lentamente. Recuerda no moverás tus ojos...Escucha la siguiente presentación... Un estudiante está resolviendo un examen que consta de 10 preguntas del tipo falso-verdadero. Si el estudiante sólo está adivinando las respuestas, ¿cuál es la probabilidad de que obtenga una calificación de 6 aciertos o más?... Resuélvelo... ...(al terminar de resolverlo)... Escribe tu respuesta, al terminar cierra, abre y cierra tus ojos...(al terminar de escribir)...Cierra tus ojos, mantente relajado (transcurre un minuto)...**Problema 4** (presentación) ...La probabilidad de que un hombre pegue en un blanco es de  $\frac{1}{4}$ , ¿cuántas veces tendría que disparar para que la probabilidad de pegar en el blanco, por lo menos una vez, sea mayor que  $\frac{2}{3}$ ? Escucha la siguiente presentación... La probabilidad de que un hombre pegue en un blanco es de  $\frac{1}{4}$ , ¿cuántas veces tendría que disparar para que la probabilidad de pegar en el blanco, por lo menos una vez, sea mayor que  $\frac{2}{3}$ ?... Resuélvelo... ...(al terminar de resolverlo)... Escribe tu respuesta, al terminar cierra, abre y cierra tus ojos...(al terminar de escribir)...Cierra tus ojos, mantente relajado (transcurre un minuto)...(termina el registro)”.

## **ANEXO 8**

**Tabla 1.- Análisis estadístico de la medida de potencia absoluta en tres condiciones del registro EEG, en el Grupo A.**

Derivación	Media-LB	Desviación Estándar-LB	Media-C2	Desviación Estándar-C2	Media-C6	Desviación Estándar-C6
FP1	6578,63	1156,5	14733,69	11084,5	13575,785	5853,2
FP2	7456,12	1495,2	6385,78	13474,6	16148,34	9025,6
F3	5511,52	2025,0	6186,60	3045	7063,62	2854,8
F4	5619,81	1993,8	5357,41	3502,8	7852,53	2559
C3	4846,22	2253,1	4758,22	967,8	4944,765	2495,3
C4	4445,59	1891,5	5806,07	1244,5	4676,62	2312,4
P3	5519,76	3342,4	6256,52	1996,5	5133,80	3687,3
P4	5871,61	2836,2	7163,65	3312,1	4020,54	3503,3
O1	6866,33	3727,5	11971,34	3468,7	7669,162	3445,6
O2	7990,55	3994,0	9251,87	5137,2	9617,05	4609,1
F7	4175,36	1467,5	5582,19	6177,6	7197,36	2868,6
F8	3580,17	1064,6	4156,95	2210	4649,16	1744
T3	2382,47	1168,5	2561,79	1365,8	3310,96	1141,6
T4	2002,87	764,3	1762,09	451,6	2191,45	615,8
T5	4338,17	2732,2	4865,77	2214,6	5132,08	3347,9
T6	5491,10	3451,7	6505,53	5313,1	8426,05	3933,7
FZ	6688,87	3270,8	7344,26	2416,2	7417,81	3830,4
CZ	7268,42	3491,7	7620,17	2131,5	6810,42	4549,5
PZ	7334,83	4634,7	7758,36	2711,3	6344,13	5375,7

**Tabla 2.- Análisis estadístico de la medida de frecuencia media en tres condiciones del registro EEG, en el Grupo A.**

Derivación	Media-LB	Desviación Estándar-LB	Media-C2	Desviación Estándar-C2	Media-C6	Desviación Estándar-C6
FP1	4,90	0,9	4,92	1,0	4,45	0,63
FP2	4,83	1,06	4,95	1,19	4,47	0,83
F3	6,19	0,82	5,94	0,75	6,32	0,66
F4	6,31	0,72	6,18	0,94	6,36	0,75
C3	6,83	0,64	7,31	0,91	7,14	0,61
C4	6,74	0,73	7,	0,37	6,98	0,20
P3	7,28	1,0	7,39	0,6	7,32	0,69
P4	7,28	1,1	7,42	0,7	7,49	1,05
O1	8,7	0,74	8,9	0,57	8,80	0,57
O2	8,76	1,05	9,25	1,06	9,07	0,79
F7	5,4	0,97	5,34	1,02	5,06	0,76
F8	5,5	1,01	5,39	0,93	5,38	0,90
T3	7,55	0,7	7,91	1,75	7,27	0,29
T4	8,17	1,92	7,87	2,39	7,52	0,85
T5	7,81	0,41	7,51	1,22	7,89	0,33
T6	7,86	1,0	7,27	1,03	7,87	0,82
FZ	6,34	1,03	6,11	0,82	6,23	0,71
CZ	6,54	0,9	6,56	0,94	6,61	0,78
PZ	7,15	4,9	7,14	0,96	7,20	0,93

**Tabla 3.- Análisis estadístico de la medida de poder relativo en tres condiciones del registro EEG, en el Grupo A.**

Derivación	Media-LB	Desviación Estándar-LB	Media-C2	Desviación Estándar-C2	Media-C6	Desviación Estándar-C6
FP1	0,33	0,02	0,25	0,14	0,33	0,02
FP2	0,32	0,02	0,25	0,14	0,32	0,02
F3	0,33	0,07	0,29	0,15	0,37	0,02
F4	0,33	0,07	0,28	0,16	0,36	0,02
C3	0,35	0,13	0,32	0,18	0,42	0,02
C4	0,35	0,12	0,33	0,16	0,42	0,01
P3	0,40	0,19	0,39	0,21	0,51	0,01
P4	0,41	0,20	0,40	0,20	0,52	0,01
O1	0,47	0,29	0,50	0,23	0,63	0,01
O2	0,47	0,30	0,52	0,22	0,64	0,01
F7	0,33	0,06	0,28	0,16	0,37	0,01
F8	0,33	0,06	0,27	0,17	0,36	0,02
T3	0,34	0,11	0,31	0,16	0,40	0,01
T4	0,34	0,10	0,30	0,17	0,40	0,01
T5	0,40	0,19	0,40	0,19	0,51	0,01
T6	0,42	0,21	0,43	0,19	0,54	0,01
FZ	0,33	0,07	0,28	0,15	0,36	0,02
CZ	0,33	0,08	0,29	0,16	0,37	0,02
PZ	0,40	0,19	0,38	0,21	0,50	0,02

**Tabla 4.- Análisis estadístico de la medida de potencia absoluta en tres condiciones del registro EEG, en el Grupo B.**

Derivación	Media-LB	Desviación Estándar-LB	Media-C2	Desviación Estándar-C2	Media-C6	Desviación Estándar-C6
FP1	698,30	72,97	2708,21	2815,28	5221,47	6078,98
FP2	517,14	115,60	1373,48	1051,58	5789,54	7215,11
F3	411,20	58,83	567,74	106,54	827,14	458,25
F4	423,90	212,70	524,76	213,33	570,04	101,81
C3	330,41	70,30	304,65	157,19	333,28	203,68
C4	381,91	33,79	279,45	18,03	361,03	171,55
P3	1113,86	511,46	863,70	527,50	1099,97	776,01
P4	1159,42	139,14	961,21	165,75	1002,59	90,47
O1	2296,49	1609,69	2229,93	1530,57	2378,78	1233,77
O2	1540,45	238,80	1492,50	24,18	1545,25	140,47
F7	625,72	23,36	1258,48	796,31	2392,55	1952,36
F8	579,82	63,52	923,19	245,35	1755,52	1166,37
T3	1235,38	561,90	1121,99	671,59	1104,41	672,66
T4	1013,06	176,73	911,41	49,23	1216,10	625,44
T5	2875,22	3342,27	2095,00	2330,62	3018,00	3664,43
T6	2377,96	1523,18	2151,33	1380,51	2388,39	1917,88
FZ	560,64	172,72	982,31	681,38	1728,21	1789,35
CZ	662,00	6,51	509,98	16,16	608,08	145,25
PZ	2346,39	278,58	863,45	1080,53	1665,20	907,85

**Tabla 5.- Análisis estadístico de la medida de frecuencia media en tres condiciones del registro EEG, en el Grupo B.**

Derivación	Media-LB	Desviación Estándar-LB	Media-C2	Desviación Estándar-C2	Media-C6	Desviación Estándar-C6
FP1	5,87	0,80	5,75	1,92	5,23	1,48
FP2	7,09	0,27	6,52	1,24	5,03	1,95
F3	7,71	0,66	6,35	0,06	5,56	1,20
F4	7,38	0,71	6,63	0,40	6,12	0,06
C3	9,56	0,47	8,71	0,64	7,95	0,54
C4	9,09	0,52	8,45	0,69	8,07	1,04
P3	9,65	0,42	9,69	0,81	9,76	0,74
P4	9,36	0,16	9,33	0,61	9,33	0,42
O1	9,75	0,17	10,05	0,25	9,91	0,06
O2	9,64	0,09	9,82	0,15	9,82	0,09
F7	6,97	0,95	6,43	0,08	4,61	0,67
F8	6,77	0,33	5,92	0,05	4,90	0,52
T3	10,17	1,46	10,29	2,51	8,87	1,19
T4	9,54	0,59	9,23	0,30	8,44	0,59
T5	9,41	0,71	9,57	1,53	9,32	1,21
T6	9,50	0,59	9,58	0,92	9,48	0,74
FZ	7,14	0,12	6,05	0,54	5,11	1,64
CZ	7,87	1,07	7,27	0,89	7,58	1,24
PZ	9,36	0,47	9,35	0,54	9,55	0,78

**Tabla 6.- Análisis estadístico de la medida de poder relativo en tres condiciones del registro EEG, en el Grupo B.**

Derivación	Media-LB	Desviación Estándar-LB	Media-C2	Desviación Estándar-C2	Media-C6	Desviación Estándar-C6
FP1	0,21	0,00	0,21	0,00	0,21	0,00
FP2	0,21	0,01	0,21	0,01	0,21	0,01
F3	0,22	0,00	0,22	0,00	0,22	0,00
F4	0,22	0,00	0,22	0,00	0,22	0,00
C3	0,34	0,00	0,34	0,00	0,34	0,00
C4	0,34	0,00	0,34	0,00	0,34	0,00
P3	0,52	0,00	0,52	0,00	0,53	0,01
P4	0,52	0,00	0,52	0,00	0,52	0,00
O1	0,67	0,00	0,67	0,00	0,67	0,00
O2	0,68	0,00	0,68	0,00	0,68	0,00
F7	0,25	0,00	0,25	0,01	0,25	0,00
F8	0,24	0,00	0,25	0,01	0,24	0,00
T3	0,36	0,00	0,36	0,00	0,36	0,00
T4	0,38	0,00	0,38	0,00	0,38	0,00
T5	0,50	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00
T6	0,53	0,00	0,53	0,00	0,58	0,07
FZ	0,20	0,00	0,20	0,00	0,20	0,00
CZ	0,25	0,00	0,24	0,01	0,25	0,00
PZ	0,56	0,00	0,56	0,00	0,56	0,00