

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Licenciatura en Matemáticas

**«Identificación de Tipos y Niveles de Razonamiento
en Matemáticas de Estudiantes egresados del Nivel
Bachillerato a través de Prueba similar a Prueba de
Aptitud Académica»**

TESIS

que para obtener el título de

Licenciado en Matemáticas

Presenta

Martín de Jesús Arévalo Espinosa

Directoras de Tesis

Dra. María Araceli Juárez Ramírez

Dra. Lidia Aurora Hernández Rebollar

FECHA DE EXAMEN PROFESIONAL

Viernes 16 de noviembre del 2012

LUGAR

Auditorio Joaquín Ancona Albertos

HORA

10:00 a.m.

Dedicatoria:

*A mis padres, que me forjaron a construir
el boleto que me llevó a subirme a este
maravilloso tren de la vida.*

*A mis hijos Erick, Alonso y Sofía que son mi
más cálida compañía espiritual.*

*A mi esposa Gabina, que me permitió
descubrir al Ave Fénix que llevaba adentro.*

*A mis amigos. A las Doctoras Araceli y
Lidia, por hacer que el Frankenstein que
llevo adentro sea un nuevo ser revivido.*

Gracias a la vida.

Agradecimientos

A la Dra. Lidia Aurora Hernández Rebollar y a la Dra. María Araceli Juárez Ramírez por su preocupación y su ocupación para el logro de este trabajo. También por su compañía, asesoría y amistad.

A los sinodales, Dr. José Antonio Juárez López, Dra. Olga Leticia Fuchs Gómez y a M. en C. María Guadalupe Raggi Cárdenas, por sus innumerables observaciones que dieron pauta a la mejora y satisfacción personal del trabajo de tesis logrado.

A cada uno de mis Maestros de la Facultad de Matemáticas que apoyaron en mi formación académica.

**«Identificación de Tipos y Niveles de Razonamiento en
Matemáticas de Estudiantes egresados del Nivel
Bachillerato a través de Prueba similar a Prueba de Aptitud
Académica»**

Presenta

Martín de Jesús Arévalo Espinosa

Directoras de tesis

Dra. María Araceli Juárez Ramírez

Dra. Lidia Aurora Hernández Rebollar

Noviembre del 2012

Contenido

CAPÍTULO I: Introducción	10
Introducción	10
Planteamiento del problema	13
Estructura del discurso de la tesis.....	17
CAPÍTULO II: Características esenciales de un reactivo.....	18
Aceptación de un reactivo por la forma cualitativa y cuantitativa (calibración)	19
Estructura de un reactivo	28
Contenido de un reactivo.....	35
CAPÍTULO III: Metodología	50
Condiciones para la ejecución de la prueba denominada “Práctica de Ejercitación Inicial/Final con reactivos de opción múltiple	50
Determinación de los puntajes obtenidos por los sustentantes de la prueba	53
Información psicométrica de un reactivo	56
CAPÍTULO IV: Discusión	71
Interpretación de los resultados bajos.....	71
Los resultados de ingreso a determinadas facultades de la BUAP en el año 2009	74
Sugerencia de acciones	77
CAPÍTULO V: Conclusiones.....	79
Aplicaciones del resultado de investigación	83
ANEXO –A-.....	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
Libros.....	88
Cuadernos y Folletos	89

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Configuración de una habilidad.....	41
Ilustración 2. Situaciones en el reactivo y del sustentante que se deben enfrentar para resolver satisfactoriamente un reactivo de opción múltiple	49
Ilustración 3. Gráfica de la distribución de frecuencias	55
Ilustración 4. Gráfica 1: Aceptados Física 2009; Frecuencia relativa	74
Ilustración 5. Gráfica 2: Aceptados matemáticas 2009; Frecuencia relativa	74
Ilustración 6. Gráfica 3: Aceptados QFB 2009; Frecuencia relativa	75
Ilustración 7. Gráfica 4: Aceptados matemáticas 2009; Frecuencia relativa	75
Ilustración 8. Gráfica 5: Aceptados Derecho 2009; Frecuencia relativa	75
Ilustración 9. Gráfica 6: Aceptados Psicología 2009; Frecuencia relativa	75

TABLAS

Tabla 1. Frecuencia relativa	20
Tabla 2. Índice de dificultad 1	20
Tabla 3. Índice de dificultad 2	20
Tabla 4. Índice de dificultad 3	21
Tabla 5. Punto biserial	23
Tabla 6. Índice de discriminación 1	25
Tabla 7. Índice de discriminación 2	26
Tabla 8. Síntesis de indicadores	27
Tabla 9. Pensamiento Creativo	38
Tabla 10. Pensamiento Crítico	39
Tabla 11. Pensamiento Complejo	40
Tabla 12. Componentes de los procesos básicos del pensamiento	42
Tabla 13. Dimensión “Conocimiento”; Taxonomía de Bloom	43
Tabla 14. Dimensión “Procesos cognitivos”; Taxonomía de Bloom	44
Tabla 15. Lo que medirá el reactivo	46
Tabla 16. Indicadores en el reactivo; contenido, cognición, asimilación	48
Tabla 17. Áreas temáticas de Prueba de Aptitud	52
Tabla 18. Información psicométrica del reactivo	57
Tabla 19. Reactivo 7 Parte 4	58
Tabla 20. Reactivo 1 Parte 3	60
Tabla 21. Reactivo 13 Parte 4	62
Tabla 22. Logro en Clases Puntuales	64
Tabla 23. Reactivo 12 Parte 3	65
Tabla 24. Reactivo 7 Parte 3	66
Tabla 25. Reactivo 9 Parte 3	66
Tabla 26. Logro en Clases Puntuales	67
Tabla 27. Problema 22 Parte 3	69

Tabla 28. Problema 23 Parte 3	70
Tabla 29. Logro en Clases Puntuales	70
Tabla 30. Logro en Clases Puntuales; todos los reactivos analizados	72
Tabla 31. Dimensión específica de Bloom.....	77

CAPÍTULO I: Introducción

*La presencia avasalladora del título profesional en la vida de nuestras universidades es, pues, injustificada y hace perder de vista que la función más valiosa de éstas es que **los estudiantes adquieran conocimientos y logren formarse una cultura propia para ser más libres, más felices, más creativos, más sabios.***

Esto es también lo mejor que pueden recibir para enfrentar los retos del complejo y difícil mundo laboral y convertirse, en su caso y momento, en buenos profesionales. Habría que empezar por desechar el término título, sinónimo de prebenda y trasnochada alcurnia, y remplazarlo por grado académico y licencia profesional, con una nueva legislación para su otorgamiento (la actual data de 1945), que contribuya a equilibrar la importancia de las diversas funciones universitarias y dar plena legitimidad y solidez al ejercicio de las profesiones.

MANUEL PÉREZ ROCHA

Articulista; periódico La Jornada

Introducción

A finales de los años noventa en la Universidad Autónoma de Puebla se inició la aplicación de una prueba de admisión denominada PRUEBA DE APTITUD ACADÉMICA que sirve como instrumento para determinar un puntaje que se asigna a cada estudiante y sobre el cual se decide su ingreso o no a la institución educativa. Ante tal hecho, surgieron cuestionamientos con respecto a si es justo o no que sólo por la vía de un instrumento se decida si un estudiante es apto o no académicamente para ser considerado parte de la institución.

Por mi parte, aparte de tales cuestionamientos, consideré oportuno cuestionar sobre las características que una prueba de tal tipo debe poseer para garantizar que está siendo justa para la determinación de qué estudiante posee mejores cualidades con respecto a los que no. Por ello, los primeros cuestionamientos que me hice fueron los siguientes:

- ¿Cómo se estructura dicha prueba?,
- ¿Cómo participan las preguntas que forman parte de la prueba?,
¿Cómo participa la Estadística en la fundamentación de la validez y confiabilidad de la prueba?,
- ¿Cómo se asigna el puntaje a cada estudiante?,
- ¿Por qué se asegura que es suficiente con una prueba para determinar el nivel de dominio de los conocimientos previos en el estudiante?

El motivo para efectuar una “discriminación”, considerando a tal término en su acepción más simple (*distinguir, diferenciar una cosa de otra*), entre un estudiante y otro, tiene su razón de ser en dos aspectos, pertinentes para mí, a considerar:

1º. Cada estudiante tiene un nivel de logro en sus aprendizajes previos producto de una forma de trabajo y que incluye consistencia, relevancia, disciplina y sistematización. Aspectos en los que tuvieron que ver tanto la institución que le formó, como el contexto socioeconómico y familiar en los que el estudiante se desarrolló.

2º. La Universidad requiere conocer el “estatus” del estudiante.

El primer aspecto socialmente se ha dejado a lo “azaroso”, es decir, las propuestas institucionales a nivel medio superior simplemente se “disponen”, y lo demás del estudiante se obvia (cómo se inserta, cuánto logra asimilar, qué estrategias de estudio pone en juego, qué apoyos reales tiene en casa, etc.), por lo que, ha sido únicamente “responsabilidad” del estudiante conformarse una condición o nivel de dominio de sus aprendizajes. Una calificación de 10 no significa que el estudiante ha logrado los dominios de conocimiento sino simplemente que ha cumplido con la mayoría de las exigencias que el docente y la institución le exigían. Por tanto, dependiendo del modelo educativo de la institución de la que egresa, ese 10 tendrá o no una relevancia real. Dichos modelos educativos son tan

“variopintos” que incluso en un mismo subsistema podemos encontrar diferencias marcadas; edificios, tipos de docentes, apoyos económicos, aulas y laboratorios, modos de operar, organización directiva y docente, etc.

Con respecto al “status” sabido es que no todos los estudiantes han desarrollado de la misma forma sus capacidades para el aprendizaje académico que se demanda en el estudio universitario y que conocer qué tanto de su desarrollo el alumno lo tiene consciente y lo puede mostrar ayuda a ofrecerle o no la inscripción a una institución educativa. Si en su momento, se llegara a probar que prácticamente todos los estudiantes tienen el mismo nivel de desarrollo académico y que además dicho nivel le es favorable para los estudios universitarios, nos encontraríamos en la situación de tener que ofrecerles espacio a todos y cada uno de ellos. Sin embargo, no es esa la condición actual.

La certidumbre que se plantea por parte de quienes construyen la prueba así como de quienes autorizan su aplicación¹ para asegurar que basta con la aplicación de dicha prueba me lleva a atender a los cuestionamientos que anteriormente he mencionado.

Con el fin de sistematizar el estudio que he llevado a cabo, en el siguiente apartado hago explícito todo lo relativo a ello.

¹ Hoy en día se aplica un instrumento más a los estudiantes pero es relativo a dominios académicos específicos a las áreas en que se encuentran insertas las licenciaturas.

Planteamiento del problema

1. *¿Qué características debe tener un reactivo para garantizar que sirve a la tarea de discriminar?*
 2. *¿Cómo participa la matemática en la determinación del logro del reactivo de tal tarea de discriminar?*
 3. *¿Cómo se miden habilidades intelectuales y cognitivas en el razonamiento en matemáticas logradas por un estudiante egresado de educación media superior a través de las respuestas a una serie de reactivos?*
-

El fenómeno que año tras año se atiende con los estudiantes de nuevo ingreso a la universidad lo podemos visualizar de la siguiente manera:

Se tienen N estudiantes, de los cuales hay que elegir k de ellos ($k < N$); el procedimiento establecido para lograr tal asignación estriba en la asignación, a cada uno de ellos, de un valor numérico de carácter ordinal, y que estará en función de tres valores numéricos:

- El promedio obtenido por el estudiante en el ciclo de educación media superior.
- El puntaje obtenido en la prueba denominada “de Aptitud Académica”.
- El puntaje obtenido en la prueba denominada “de Área”, relativa ésta a las áreas de las sociales, de la salud, ingenierías, etc.

En la denominada «Prueba de Aptitud Académica», se evalúan habilidades intelectuales y cognitivas² (nivel de desarrollo) tanto del “razonamiento verbal” como del denominado “razonamiento matemático”.

² Precisaré en su momento el manejo de los conceptos “habilidad intelectual” y “habilidad cognitiva”

El supuesto a analizar es que, a través de una serie de cuestionamientos realizados “contra reloj”, se pretende *discriminar a los estudiantes con habilidades superiores y bien desarrolladas contra aquellos que no logran ponerlas “en juego” o bien no las tienen suficientemente desarrolladas*. Suena simple la expresión anterior, sin embargo, se requiere de toda una serie de acciones, conocimientos, indagaciones, mediciones, criterios, etc., a los cuales denomino con la palabra **mecanismos**³, y que son los medios para lograr tal propósito. Es necesario además garantizar que dichos mecanismos sean válidos y confiables con respecto al propósito propuesto y que los resultados que arrojen también sean válidos y confiables.

Dado que el escenario de una prueba tiene varias aristas (la estructura, sus preguntas, la estadística, los estándares nacionales e internacionales, etc.) decidí que fijarme en los reactivos podría ser el inicio del estudio para, posteriormente, enlazar los demás aspectos de la prueba y llegar con ello a entender los aspectos de su validez como instrumento de identificación de dominios entre un estudiante y otro. Dichos saberes incluso, sirven para dilucidar cuestiones a considerar en las propuestas de enseñanza de las matemáticas a nivel medio superior o en los inicios de la educación superior.

La prueba está dividida en varias áreas temáticas:

- “razonamiento verbal”,
- “razonamiento matemático” y,
- “evaluación indirecta de la redacción”.

Sin embargo, limito mi estudio a la parte de matemáticas por ser el área de mi interés y formación universitaria.

³**Mecanismo:** Combinación de piezas para producir un movimiento. // *Figurativo*. Conjunto de varios órganos que concurren a una misma tarea.

Dada la necesidadde especificar en el discurso el objeto de investigación y de acuerdo a los estándares de una investigación, el **tema de investigación** queda planteado de la siguiente manera:

TEMA DE INVESTIGACIÓN:

Definición de los fundamentos y requerimientos exigidos para construir reactivos o ítems, y su posterior comprobación de calidad, en la aplicación en las Pruebas de Discriminación (también llamadas Prácticas de Ejercitación).

Dichos reactivos sirvieron para medir Aptitud Académica y se aplicaron en el año 2010 a estudiantes del Estado de Puebla egresados del Nivel Medio Superior que tomaron el “Seminario de Orientación para el Examen de Admisión a Carreras Profesionales de la BUAP”. La calidad de los reactivos exige dos momentos: al momento de su elaboración y posteriormente a su aplicación en su revisión por medios psicométricos y estadísticos.

Los propósitos de estudio de esta tesis son explicar:

1. *Cómo participan las temáticas propias de la matemática del nivel medio superior en el contenido de un reactivo.*
2. *Qué papel juegan las habilidades para determinar el nivel del dominio de un estudiante*
3. *Qué habilidades se demandan utilizar, por parte del estudiante, en la solución de un reactivo*
4. *Cómo se determina el nivel de dominio de un estudiante*
5. *Qué características estadísticas debe tener un reactivo para garantizar que sirve a la tarea de discriminar*
6. *Cómo participa la matemática en el logro de tal tarea*
7. *Cómo se maneja el concepto de “aptitud académica”*

8. *Qué características tiene el estudiante que toma el «Seminario de Orientación para el Examen de Admisión»*
9. *En qué consiste la prueba denominada “Práctica de Ejercitación”*
10. *Qué aspectos previos ocurrieron en el sistema escolar para el año 2010 y que determinan las características de los estudiantes egresados del nivel medio superior*
11. *Qué resultados en puntajes reporta la dirección de administración escolar de la BUAP en el 2009 y*
12. *Qué impactos se pueden inferir de los resultados y de su distribución en algunas carreras de la BUAP*

Estructura del discurso de la tesis

Cómo método de análisis, dividiremos nuestro trabajo en cinco capítulos. En el **capítulo I** hemos tratado ya de los motivos y propósitos de estudio de esta tesis. En el **capítulo II** mencionaremos, vía revisión bibliográfica, las características esenciales que determinan la calidad de un reactivo para participar en una prueba de discriminación y todo lo relativo a la calibración de un reactivo. En el **capítulo III** pasaremos a revisar los contenidos temáticos sobre los que se basan las pruebas, los procedimientos para determinar los puntajes en los estudiantes de acuerdo a sus desempeños con los diversos reactivos y revisaremos los hechos estadísticos de algunos reactivos una vez aplicadas las pruebas. En el **capítulo IV** realizaremos un análisis crítico de acuerdo a los resultados obtenidos en el capítulo III, con respecto a los puntajes menores o iguales a 700 puntos. Finalmente, en el **capítulo V** mencionaremos las conclusiones que todo este trabajo de investigación reporta y que permite responder a los cuestionamientos iniciales y ubicar la percepción de la utilidad de las pruebas de discriminación.

Con este trabajo se espera dar pie a la propuesta de evaluar dominios cognitivos e intelectuales en los aprendizajes de los estudiantes a nivel superior haciendo uso de pruebas en las que el uso de reactivos de opción múltiple tenga mejor vigencia.

Comencemos.

CAPÍTULO II: Características esenciales de un reactivo

Hay dos momentos importantes en el análisis de un reactivo:

- 1º. Al momento de su elaboración e intención de ubicación en la prueba y,
- 2º. Posteriormente a la aplicación de la prueba en la que “participa” dicho reactivo (Calibración).

Evaluar un reactivo (calibración) posterior a la aplicación de una prueba, que pretende medir la aptitud académica de un grupo de estudiantes, significa investigar si satisface determinados criterios. Evaluarlo antes de la aplicación de una prueba y posterior a su redacción, significa verificar que cumpla con determinadas cualidades.

Para la calibración del reactivo es necesario determinar porcentajes o «índices», con los cuales se construyen los criterios que nos indiquen la calidad esperada del reactivo de acuerdo a los objetivos con los que fue construido y puesto en la prueba. La prueba que estaremos trabajando se denomina «práctica de ejercitación».

En la literatura relativa a la construcción de pruebas o test, denominada PSICOMETRÍA, se establecen algunas ideas que me parece conveniente mencionar:

- **Primero:** *La evaluación individual de cada uno de los reactivos de una prueba tiene por objetivo contribuir a mejorar la prueba al revisar y descartar reactivos ineficaces, o bien, proporcionar información diagnóstica sobre lo que saben o no los examinados.* (Aiken, Lewis R. 2003) (Tristán L., Agustín. 2006).
- **Segundo:** *Un reactivo eficiente, preferentemente, sólo debe ser contestado correctamente por aquellos sustentantes que poseen*

la habilidad requerida por las demandas cognitivas e intelectuales del reactivo. A la inversa, un reactivo eficiente, preferentemente, no debe ser contestado correctamente por aquellos sustentantes que no posean la habilidad requerida para responderlo. (González M., Manuel J., 2008).

Las condiciones a cumplimentarse en un reactivo posterior a la aplicación de una prueba, tienen que ver con las características del reactivo exigidas al momento de su redacción. Así que en este capítulo, hay dos tópicos a tratar:

1. Mostrar con qué criterios se determina la eficacia de un reactivo posterior a la aplicación de la prueba y, a través del reactivo y su eficacia determinada, diagnosticar los niveles de habilidad que un sustentante manifiesta al atender la solución del reactivo.
2. Estructura y Contenido de un reactivo; identificación de las partes exigidas al discurso y a la forma del reactivo, así como el contenido temático y los niveles de exigencia cognitiva que dicho reactivo debe demandar a quien lo intenta contestar.

Aceptación de un reactivo por la forma cualitativa y cuantitativa (calibración)

Los indicadores para determinar la eficacia de un reactivo dentro de una prueba, ya aplicada, son los siguientes:

1. Las frecuencias relativas de cada «opción de respuesta» del reactivo.
2. El «índice de dificultad».
3. El Índice de correlación punto biserial, y
4. El índice de discriminación.

Me apoyaré de tablas para definir, simbolizar y explicar la forma de llevar a cabo su cálculo así como el uso que se hace de cada uno de los criterios.

Tabla 1. Frecuencia relativa

FRECUENCIA RELATIVA DE CADA OPCIÓN DE RESPUESTA			
Definición	Razón entre evaluados que eligen la opción de respuesta y el número total de evaluados	Cálculo:	$\frac{\# \text{ de estudiantes que eligen la opción}}{\# \text{ de evaluados}}$
Notas:	También se calcula la frecuencia relativa de quienes no contestaron		
	Se presenta el valor numérico en decimales en el intervalo [0,1].		

Así, en cada reactivo, a cada una de las cinco opciones de respuesta, posterior a su aplicación, se le asocia un valor numérico o frecuencia relativa. Particularmente en la opción de respuesta que es la correcta, el valor de la frecuencia relativa se toma para determinar el **índice de dificultad**.

Tabla 2. Índice de dificultad 1

PRIMER ÍNDICE «DIFICULTAD DEL REACTIVO»			
Definición	Razón entre evaluados que eligen la opción correcta y número total de evaluados	Cálculo:	$\frac{\# \text{ de estudiantes que eligen la opción correcta}}{\# \text{ de evaluados}}$

Aquí lo que se busca determinar es la proporción de estudiantes que logran contestar correctamente al reactivo. Existen otros dos modos de determinar el **índice de dificultad** tomando en cuenta solamente a una parte de la población.

Tabla 3. Índice de dificultad 2

SEGUNDO ÍNDICE «DIFICULTAD DEL REACTIVO»			
Definición	Razón entre evaluados que eligen la opción correcta y número total de evaluados que contestan al reactivo. (Ya no se incluye a los que no contestaron el reactivo, como en el primer índice)	Símbolo y Cálculo:	$p = \frac{\# \text{ de estudiantes que eligen la opción correcta}}{\# \text{ de evaluados que contestan al reactivo}}$

En este índice de dificultad, sólo interesa conocer la proporción de estudiantes que si atienden al reactivo y que además aciertan a la respuesta correcta⁴.

Hay un tercer índice, pero ahora se toma, en forma muy especializada, solamente en cuenta a una parte de la población evaluada, para ello se divide al conjunto de examinados en tres grupos, según sus calificaciones en la prueba, como un todo: un grupo superior formado por el 27% que obtuvo las calificaciones más altas (*U*), un grupo inferior compuesto por el 27% que tuvo las calificaciones más bajas (*L*), y el restante 46% incluido en un grupo intermedio. (Aiken, Lewis R. 2003)

Tabla 4. Índice de dificultad 3

TERCER ÍNDICE «DIFICULTAD DEL REACTIVO»			
Definición	Razón entre evaluados del grupo superior y del grupo inferior que eligen la opción correcta y el número total de evaluados de ambos grupos	Símbolo y Cálculo:	$p = \frac{U_p + L_p}{U + L}$ <i>U</i>: Número de estudiantes (27% del Grupo evaluado) que obtuvo las calificaciones más altas. <i>L</i>: Número de estudiantes (27% del Grupo evaluado) que obtuvo las calificaciones más bajas. <i>U_p</i>: Número de estudiante del Grupo <i>U</i> que contestó correctamente el reactivo. <i>L_p</i>: Número de estudiantes del Grupo <i>L</i> que contestó correctamente el reactivo.
Nota:	$p \in (0,1)$		

⁴ Previo al inicio de una prueba, al estudiante se le advierte de la pérdida de “un cuarto de punto” por cada respuesta mal planteada. Ello inhibe a la mayoría de responder azarosamente, por lo que resulta favorable revisar el índice de dificultad dos.

Tiene varias utilidades importantes este indicador de dificultad 3:

1. Es posible comparar el criterio de dificultad del experto que elaboró el reactivo, con el valor numérico del indicador, ya que con ello puede comparar los criterios propios con los que el experto elabora el discurso y la demanda cognitiva del reactivo (más adelante se hablara de este importante aspecto).
2. Si sucede que $L_p \cong 0$ significa que, con tales demandas cognitivas del reactivo, los estudiantes que están con bajo puntaje (en el grupo L) efectivamente son los estudiantes menos expertos.
3. Si sucede que $U_p \cong U$, significa que los estudiantes de mayor puntaje efectivamente tienen cualidades académicas que les permite responder a tal pregunta, y las demandas cognitivas del reactivo son adecuadas para distinguir a «expertos» de «no expertos».
4. Para este indicador, si p es próximo a 0 significa que el reactivo es difícil para la población evaluada. {Para fines de la didáctica y la educación en las matemáticas, con este indicador se puede identificar temáticas «conceptuales» o «procedurales» que están siendo difícil de alcanzar por los estudiantes.}

Valores del índice de dificultad p (índice 1), cercanos a 1, nos indica una **dificultad baja** (reactivo fácil de contestar para la mayoría de los sustentantes). Y valores cercanos a 0 nos indica una **dificultad alta** (reactivo difícil de contestar para la mayoría de los sustentantes). Lo esperado de **un buen reactivo de dificultad alta** es que, los alumnos realmente hábiles **en su mayoría**, lo logren contestar.

Ahora, pasamos a medir la fuerza y la dirección del reactivo en la correlación entre las puntuaciones del reactivo y las puntuaciones totales de la prueba.

CRITERIO: *La respuesta correcta debe tener (para un buen reactivo) una “correlación punto biserial” positiva mayor a 0.20. Los reactivos que muestran una correlación menor no son buen reactivo y por ende no podrían ingresar al banco de reactivos como reactivos activos. Además, las opciones de respuestas que son las incorrectas del reactivo, deben tener una correlación negativa.* (Chávez Á, César. 2009)

Veamos la especificación del indicador para entender un poco el por qué de este criterio.

Tabla 5. Punto biserial

«CORRELACIÓN PUNTO BISERIAL»			
Definición:	Índice de discriminación que indica la fuerza y la dirección de una relación lineal entre dos variables aleatorias; los resultados obtenidos en un reactivo en particular (en escala dicotómica; Acierto-No Acierto) y la Calificación en la prueba. (Chávez Á, César. 2009)	Símbolo y Cálculo:	$\rho_{pbis} = \frac{(\mu_+ - \mu_X)}{\hat{\sigma}_X} \sqrt{p/q}$ donde: ρ_{pbis}: Correlación punto biserial μ_+: Puntaje total promedio de los sustentantes que contestaron el reactivo correctamente. μ_X: Puntaje total promedio de todos los sustentantes $\hat{\sigma}_X$: Desviación estándar de las puntuaciones de todos los sustentantes p: Proporción de respuestas correctas del reactivo (segundo índice de dificultad del reactivo) q: $1 - p$
Nota:	$p_{pbis} \in (-1,1)$		

De acuerdo a la fórmula $\rho_{pbis} = \frac{(\mu_+ - \mu_X)}{\hat{\sigma}_X} \sqrt{p/q}$, la única razón para que $\rho_{pbis} < 0$, es que $(\mu_+ - \mu_X) < 0$, lo cual es cierto si $\mu_+ < \mu_X$. Ello sucede en dos momentos (al menos):

- I. cuando los que contestaron el reactivo ***acertadamente*** pertenecen más a la clase de estudiantes con puntajes bajos que a los de puntajes altos. Y ello, no es lo esperado en cualquier reactivo puesto en la prueba. Sin embargo,
- II. si lo que analizamos no es la respuesta a la opción correcta, sino a las otras opciones del reactivo, entonces la esperanza es que quienes eligen tal opción incorrecta *si sean de la clase de estudiantes de puntajes bajos*. Y ese es el otro momento en que $\rho_{pbis} < 0$. Por ello, este índice se utiliza para medir a todas las opciones de cada uno de los reactivos y lo esperado es que sólo la respuesta correcta tenga dicho índice positivo. Además, claro, que su valor sea lo más alejado de 0.20 puntos

Y como ya entramos al tema de discriminar a los estudiantes de altos puntajes con el de los estudiantes de bajos puntajes, pasamos a reagrupar a todos los evaluados tal como se propuso en el tercer índice de dificultad: un grupo superior formado por el 27% que obtuvo las calificaciones más altas (***U***), un grupo inferior compuesto por el 27% que tuvo las calificaciones más bajas (***L***), y el restante 46% incluido en un grupo intermedio.

Con lo anterior, veamos ahora lo que es un **índice de discriminación**:

Tabla 6. Índice de discriminación 1

PRIMER ÍNDICE DE «DISCRIMINACIÓN»			
Definición:	La capacidad del reactivo para distinguir entre sustentantes de alto y de bajo rendimiento. (Aiken, Lewis R. 2003)	Símbolo y Cálculo:	$ID = \frac{U_p - L_p}{U}$ ID: Índice de discriminación. U_p: Número de estudiantes del «Grupo que obtuvo las calificaciones más altas y que contestó correctamente el reactivo». L_p: Número de estudiantes del «Grupo que obtuvo las calificaciones más bajas y que contestó correctamente el reactivo». U: Número de estudiantes del «Grupo que obtuvo las calificaciones más altas».
Nota:	$ID \in (0,1)$		

Véase que se exige que se cumpla que **$ID > 0$** . Es decir, se debe cumplir que $U_p - L_p$ debe ser mayor a cero. Que dicha condición se cumpla, explica el hecho de que no se espera que los estudiantes de bajo puntaje, en la prueba, contesten mejor dicho reactivo que los estudiantes de alto puntaje. Y el hecho de que **ID** sea próximo a 1 nos indicaría que dicho reactivo prácticamente no fue contestado por los estudiantes de bajo puntaje y sí fue contestado correctamente por la mayoría de los estudiantes de alto puntaje.

Tabla 7. Índice de discriminación 2

SEGUNDO ÍNDICE DE «DISCRIMINACIÓN»			
Definición	La capacidad del reactivo para distinguir entre sustentantes de alto y de bajo rendimiento. (Chávez Á, César. 2009)	Símbolo y Cálculo:	$ID = \frac{U_p}{U} - \frac{L_p}{L}$ ID: Índice de discriminación. U_p: Grupo que obtuvo las calificaciones más altas y que contestó correctamente el reactivo. L_p: Grupo que obtuvo las calificaciones más bajas y que contestó correctamente el reactivo. U: Grupo que obtuvo las calificaciones más altas L: Grupo que obtuvo las calificaciones más bajas
Nota:	$ID \in (0,1)$		

En este segundo índice de discriminación se hace más evidente que lo que se espera con este indicador es que la razón en el grupo alto sea lo más próximo a 1 y la razón del grupo bajo sea lo más próximo a 0.

De acuerdo a las teorías psicométricas, un buen reactivo de discriminación, es aquel que cumple que:

- en las clases de los puntajes más bajos obtenidos por los sustentantes, sea porcentualmente menor el acierto del reactivo, y
- en las clases de mayor puntaje sea mayormente alto el porcentaje de aciertos al reactivo. Por ello, en su momento mostraré unas tablas que he denominado «DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE “CLASES DE PUNTAJES OBTENIDOS”»

Hemos visto tres indicadores numéricos que sirven para determinar “calidad” en el reactivo aplicado en la prueba de acuerdo a lo que se persigue: que sea un reactivo que discrimine entre estudiantes de buen nivel

académico y los que no alcancen tal condición. Sin embargo, aún hay más que decir, por lo que utilizaré la siguiente tabla para que, en la visión global de los tres indicadores, sea perceptible el poder de dichos conocimientos en el estudio de la factibilidad del uso de una prueba de discriminación con reactivos del tipo «opción múltiple».

Tabla 8. Síntesis de indicadores

Indicador	Utilidad
1. Frecuencia relativa de cada opción de respuesta de cada reactivo.	I. Servir como punto de referencia para el índice de dificultad del reactivo a partir de la frecuencia relativa de la opción de respuesta correcta. II. La frecuencia relativa de la opción de respuesta no correcta indica e identifica al porcentaje de estudiantes que intentan responder el reactivo pero yerran ⁵ .
2. Índices de dificultad 1 y 2.	I. Identifica el grado de dificultad del reactivo con respecto al colectivo evaluado ⁶ . II. La frecuencia relativa de la opción de respuesta correcta sirve para determinar «el grado de dificultad de la prueba» la cual debe cumplir de ser próxima a 0.5 puntos entre todos los reactivos de la prueba. Con ello se garantiza que la prueba no se sesgue hacia una prueba demasiado fácil o demasiado difícil y con ello no permita discriminar justa y favorablemente.
3. Índice de dificultad 3.	I. Permite estudiar los grupos denominados «alto» y «bajo», así como al logro de los reactivos en cada grupo.
4. Índice de correlación punto biserial.	I. De gran importancia porque permite visualizar la vinculación entre el reactivo y su logro, con los puntajes asignados a cada uno de los estudiantes evaluados.
5. Índice de discriminación.	I. Su valor permite también estudiar a los grupos denominados «alto» y «bajo» y con el conocer el grado de distinción entre dichos grupos.

Esta metodología expuesta no cubre la investigación de la calidad de un reactivo, es necesaria una investigación en el rubro académico - temático. Pasemos ahora a ello.

⁵ Las opciones de respuestas que no son correctas no se escriben de forma arbitraria. Tienen una lógica en la estructura de la pregunta y sirven para visualizar algunos errores comunes.

⁶ **Grado de dificultad «por norma»:** Razón entre los estudiantes que aciertan favorablemente con respecto al grupo.

Grado de dificultad «de experto»: Razón porcentual que se espera logre el grupo evaluado con respecto al reactivo y a su complejidad temática y a su demanda cognitiva que impone al reactivo el redactor del mismo.

Estructura de un reactivo

Es muy común encontrar en los libros de texto, propuestas de preguntas en las que suponen que se evalúa un conocimiento logrado aparentemente posterior a una lectura de temas y ejercicios propuestos. Se incurre en la creencia que basta cualquier pregunta (sin poner atención al contenido del texto) más o menos parecida a los ejercicios propuestos durante la exposición temática, para que se esté evaluando aprendizajes logrados. Ello dista mucho de sistematizar los cuestionamientos, modos, y estilos de su elaboración.

Si además, lo que se pretende es discriminar entre una variedad de estudiantes, la tarea demanda mayor exigencia en la propuesta de argumentación de las cualidades a tomar en cuenta en la redacción de un reactivo para pruebas de discriminación.

Lo que a continuación expongo, son los aspectos que se deben tomar en cuenta si se quiere lograr un reactivo adecuado en su cualidad y posterior calibración. Dado que no he encontrado literatura específica, esta propuesta de tesis pretende aportar mayores elementos a lo escrito hasta hoy.

Los elementos que dan estructura a un reactivo de opción múltiple son los siguientes:

1. Contenido temático.
2. Texto en el que se identifique una PREMISA y un REQUERIMIENTO.
3. Forma del reactivo.
4. Complejidad del reactivo (de acuerdo a experto).
5. Tipo de reactivo.

Primero mencionaré los elementos estructurales de un buen reactivo de opción múltiple para evaluar razonamiento matemático y después poco a poco haré los comentarios necesarios para explicar la importancia de cada elemento estructural. Algunos de esos elementos los explicaré en este apartado y dejaré otros para el apartado siguiente (CONTENIDO DE UN REACTIVO), por convenir a que el cierre de este segundocapítulo quede consolidado.

Contenido temático

En el capítulo III de esta tesis mencionaremos de manera específica lo relativo a los temas de la matemática que se evalúan en la prueba. Analizaremos en esta parte a «algunos importantísimos supuestos».

En el contenido temático se incluyen a aquellos contenidos básicos que pudieron y debieron ser logrados en la instrucción académica de la educación básica y media superior del estudiante que va a ser evaluado. El manejo adecuado del contenido temático condiciona el correcto uso de una serie de **habilidades intelectuales**⁷ claves para el desarrollo de las capacidades y de las **estrategias cognitivas**⁸ que exige el estudio universitario. Sin embargo, no

⁷ Capacidades que hacen competente al hombre. Lo habilitan para responder a las conceptualizaciones de su medio. Constituyen la estructura fundamental y, al mismo tiempo, más amplia de la educación formal. Abarcan desde las habilidades más elementales del lenguaje, como componer una frase, hasta las avanzadas habilidades técnicas de la ciencia: la ingeniería y otras disciplinas. (Gagné, Robert M., 1976)

⁸ Un *procedimiento* –llamado también a menudo regla, técnica, método, destreza o habilidad– es un conjunto de acciones ordenadas y finalizadas, es decir, dirigidas a la consecución de una meta. Valls (1990), ha señalado que, la estrategia tiene en común con todos los demás procedimientos su utilidad para regular la actividad de las personas, en la medida en que su aplicación permite seleccionar, evaluar, persistir o abandonar determinadas acciones para llegar a conseguir la meta que nos proponemos. Sin embargo, **es característico de las estrategias el hecho de que no detallan ni prescriben totalmente el curso de una acción**; el mismo autor indica acertadamente que **las estrategias son sospechas inteligentes, aunque arriesgadas, acerca del camino más adecuado que hay que tomar. Su potencialidad reside precisamente ahí, en que son independientes de un ámbito particular y pueden generalizarse; su aplicación correcta requerirá,**

se deja de considerar la dinámica actual de la currícula y de sus adecuaciones por parte de las autoridades de la Secretaría de Educación Pública. Además, es de vital importancia que sean justamente docentes de matemáticas especializados en el área quienes participen de la construcción de los reactivos, sin dejar de considerar que se requiere de una buena capacitación en cuestiones de evaluación, psicometría, teoría cognitiva, didáctica y enseñanza de las matemáticas.

En el siguiente apartado se mencionará algo más en lo relativo a cuidar la temática de un reactivo de modo que la prueba no se sesgue por una determinada temática en detrimento de otras y que provoque un sesgo en las posibilidades de atención y de respuesta de los estudiantes. Por ello, en el párrafo anterior se menciona la importancia de la participación de los docentes de matemáticas en activo en la elaboración de reactivos, ya que sólo ellos conocen lo que se imparte realmente en las aulas del nivel bachillerato.

Premisa y requerimiento

Dado que lo que se persigue es provocar en el estudiante la puesta en marcha de un ***razonamiento***⁹ al momento de enfrentar éste a un reactivo en una prueba, entonces la estructura del texto del reactivo debe ser de tal modo que el estudiante reciba ***información*** que le permita, a través de la ***interpretación y reelaboración de esa información***, conectar la ***opción de respuesta correcta*** junto con lo que ***se pregunta, cuestiona*** o ***exige*** en el reactivo.

en contrapartida, su contextualización para el problema de que se trate. Un componente esencial de las estrategias es el hecho de que implican autodirección –la existencia de un objetivo y la conciencia de que ese objetivo existe – y autocontrol, es decir, la supervisión y evaluación del propio comportamiento en función de los objetivos que lo guían y la posibilidad de imprimirle modificaciones cuando sea necesario. (Solé, Isabel., 1992)

⁹Entendemos por “razonamiento”, en este nivel de desarrollo ontológico del estudiante, ***la capacidad para articular información explícita e implícita, a través de un discurso mental o por escrito, que le permita lograr o determinar una exigencia.***

Con lo anterior, se precisa lo que se quiere dar a entender por premisa y requerimiento, pero conviene insistir un poco más; el **requerimiento** es la pregunta¹⁰, lo que se cuestiona o lo que se pide calcular o determinar. La **premisa** es toda la información que se vierte para que el estudiante tenga los elementos suficientes para iniciar la reelaboración de la información. En esto, las **opciones de respuesta** tienen un papel relevante, ya que la opción que es la respuesta correcta debe tener cierta concordancia con las demás opciones de respuesta. Por tanto, las opciones de respuesta tienen una alta relación entre la premisa y el requerimiento.

Forma del reactivo

El texto del reactivo puede ir o no acompañado de una gráfica, de una tabla o de una figura, dependiendo de la temática y del grado de dificultad que se quiera establecer en el mismo¹¹. Además, la manera de preguntar se sugiere que se alterne entre una pregunta expresa (uso de los signos de interrogación; *¿cuál es ...?*), una orden (*“calcule”, “halle”, “determine”, etc.*) o bien con un uso del lenguaje que conecte la exigencia con la opción de respuesta (*“el valor de x es”, “el área de la figura, en centímetros cuadrados, es”, etc.*)

En lo anterior se incluye el uso de términos propios al contexto del estudiante; las palabras técnicas deben ser propias al dominio de lo aprendido.

La extensión del texto del planteamiento debe procurarse no muy extenso. El término «elidir» en lingüística se refiere a decir la idea con el mínimo número de términos pero sin perder la esencia de la idea, de modo que el círculo de comunicación no se vea afectado.

¹⁰ No confundir con el texto de todo el reactivo.

¹¹ Los esquemas se sugiere deben presentarse previamente al texto del reactivo, ya que al leer el reactivo el estudiante puede conectar la información de la premisa con el requerimiento, con las opciones de respuestas y proponerse la reconfiguración de la información. Dicho esquema estructural permite al estudiante guiar la lectura en todos los reactivos.

NOTA: Es una sugerencia basada en la experiencia, que las unidades de medición¹², se ubiquen en el texto del reactivo y no en las opciones de respuesta; con ello no se provoca que el alumno lea “de más”. Además, las unidades de medición que participen en el planteamiento del problema, deben guardar homogeneidad con las opciones de respuesta, es decir, si se plantean las unidades en metros, no deben pedirse, en la respuesta, en centímetros. La finalidad no causará distracción al sustentante. Además, permite ubicar al estudiante en la exigencia cuantitativa y en la atención a un solo punto de discusión.

Ejemplo:

Forma incorrecta:	Forma correcta:
Un rectángulo esta formado por dos cuadrados de área igual 25 centímetros cuadrados. ¿Cuál es la medida del perímetro de dicho rectángulo?	Un rectángulo esta formado por dos cuadrados de área igual a 25 centímetros cuadrados. ¿Cuál es la medida, en centímetros, del perímetro de dicho rectángulo?
A) 5 <i>cm</i>	A) 5
B) 20 <i>cm</i>	B) 20
C) 30 <i>cm</i>	C) 30
D) 40 <i>cm</i>	D) 40

¹² Metros, centímetros, metros cuadrados, centímetros cuadrados, grados, por ciento, etc.

Complejidad del reactivo

En forma *simple* se puede decir que *la complejidad del reactivo estará en el menor o mayor número de objetos o entes matemáticos que se mencionan en la premisa, además de las características o relaciones que se establecen entre dichos objetos y de los cuales o las cuales, se basará la exigencia o pregunta del reactivo*. Ello es cierto, sin embargo, se requiere hablar de **teoría cognitiva** para pasar a un *nivel profundo* sobre la cuestión de la **complejidad del reactivo**. Es necesario hablar de las cuestiones de **nivel de conocimiento** o de **nivel de proceso cognitivo** que se exige a la **aptitud del sustentante**.

En el siguiente apartado plantearé un poco sobre los fundamentos que la teoría cognitiva aporta al respecto y sobre la que conviene apoyarse.

NOTA: El término “complejidad” no significa “dificultad del reactivo”. Podemos hablar de niveles de complejidad o exigencia cognitiva y no por ello se tendrá condición de dificultad. Estudiantes con un buen entrenamiento dan atención adecuada a reactivos con niveles altos de complejidad. Y, en su caso, podemos tener reactivos de niveles bajos de complejidad y, sin embargo, ser difíciles para una mayoría de estudiantes; como por ejemplo, cuando ciertas temáticas no son suficientemente trabajadas en los estudios previos.

Tipo del reactivo

Se manejan dos tipos de preguntas de opción múltiple, el tipo tradicional y uno que se conoce con el nombre de **«comparación de cantidades»**, en este la exigencia estriba en pedir al estudiante que con la premisa del reactivo, compare dos objetos o entes matemáticos y determine si son iguales, diferentes (desigualdad) o bien, si existe ambigüedad explícita. Con ello sus opciones van de la opción A, a la opción D, al haber solo cuatro posibilidades. En el siguiente apartado se hará visible este uso al revisar los desempeños de los estudiantes en este tipo de preguntas.

Contenido de un reactivo

Hemos manejado ya dos cuestiones esenciales de un reactivo;

- *cómo se mide y*
- *cuál es su estructura.*

Ahora, tocaremos el tercer aspecto esencial: ***el contenido del reactivo***, es decir, hablamos de **lo que se mide y se exige que un estudiante domine.**

El contenido del reactivo es algo más que su contenido temático. Por tanto, es necesario contextualizar todo lo relativo a la fundamentación teórica del importante constructo¹³ que denominamos “habilidad”. Hablaremos en su momento del ***diagnóstico de niveles de habilidad del sustentante.***

Dado que el contexto en el que estamos ubicados conlleva a lo educativo y particularmente a la temática de la cognición, cabe especificar al respecto el manejo de los términos «aprendizaje», «habilidad» y «habilidad intelectual»¹⁴.

¹³ CONSTRUCTO: Variable que no se puede observar o medir directamente, pero que se puede representar por uno o varios indicadores o variables observables. Ejemplo: «Estatus social» es un constructo y dos de sus indicadores son «ingresos económicos» y «nivel educativo». (Herrera Ortiz, Miguel. 2009)

¹⁴ «El método axiomático por medio del cual escribimos la matemática es el único que garantiza la verdad de una afirmación matemática. Sin embargo, una discusión del método axiomático no nos dice mucho acerca de la demostración matemática. Nuestro propósito es develar algunos de los rasgos distintivos del pensamiento matemático que están ocultos bajo la mecánica aparente de la demostración matemática. Alegaremos, usando muchos ejemplos, que la descripción de demostración matemática que usualmente damos es verdadera, pero no es realista. Son muchos rasgos del pensamiento matemático que son dejados de lado por la noción formal de demostración. Se los conoce desde hace mucho tiempo, pero pocas veces se los ha discutido. Nuestro ideal de realismo es tomado de la fenomenología de Edmund Husserl. Hace muchos años, Husserl dio algunas de las reglas a seguir en una descripción realista. Vale la pena recordar algunas de estas reglas. 1. Una descripción realista debe develar rasgos ocultos. Los matemáticos no predicar lo que practican. Se rehusan a aceptar formalmente lo que hacen en su trabajo diario. 2. Fenómenos laterales que normalmente se mantienen relegados deben ser tratados con su debida

Aprendizaje:

El aprendizaje consiste en la asimilación por el hombre de determinados conocimientos y de determinadas acciones y comportamientos condicionados por ellos en determinadas situaciones.(Petrovsky, A. 1979)

Capacidades:

Las cualidades psíquicas¹⁵ de la personalidad que son condición para realizar con éxito determinados tipos de actividad.

La personalidad:

Es la configuración única que toma, a lo largo de la historia de un individuo, el conjunto de los sistemas responsables de su conducta.(Filloux, Jean-Claude, 1989). La personalidad. Publicaciones Cruz O.1989

Es la organización dinámica, en el individuo, de los sistemas psicofísicos que determinan sus ajustes singulares a su entorno.(Allport, 1937)

Habilidad:

Capacidad y disposición para la ejecución de alguna acción específica.(Real academia española)

Habilidad intelectual:

Una formación psicológica ejecutora particular que sirve para garantizar el control consciente de la ejecución de la acción del sujeto.(Brito, H. 1989)

importancia. El vocabulario de oficio de los matemáticos incluye palabras como 'entendimiento', 'profundidad', 'tipos de demostración', 'grados de claridad' y muchos otros. Una discusión rigurosa de los roles de esos términos debería ser parte de la filosofía de la demostración matemática. **3.** El realismo fenomenológico exige que no se fabriquen excusas que puedan conducir a desechar cualquier rasgo de la matemática poniéndole el rótulo de psicológico, sociológico o subjetivo. (Rota, Gian-Carlo, 1998)»

¹⁵ Las capacidades de las personas son producto de la historia.

Anteriormente, en una referencia, escribo lo que en su momento se manejó como habilidad intelectual: «Las habilidades intelectuales son capacidades que hacen competente al hombre. Lo habilitan para responder a las conceptualizaciones de su medio. Constituyen la estructura fundamental y, al mismo tiempo, más amplia de la educación formal. Abarcan desde las habilidades más elementales del lenguaje, como componer una frase, hasta las avanzadas habilidades técnicas de la ciencia: la ingeniería y otras disciplinas.

Ejemplos de capacidades intelectuales de ésta última clase sería hallar las tensiones mecánicas de un puente o pronosticar los efectos de una devaluación de la moneda. El aprendizaje de éstas se inicia en los primeros grados con aritmética, lectura y escritura, y se extiende hasta cualquiera que sea el nivel compatible con los intereses del individuo, o hasta donde lo limiten sus propias dotes intelectuales. (Gagné, Robert M., 1976)»

En su momento, el Estado de Iowa, en los Estados Unidos, publicó una investigación sobre las habilidades cognitivas - intelectuales que se ponen en juego al momento del aprendizaje: dividió al pensamiento en varios tipos, al denominado pensamiento básico¹⁶, lo planteó como el sustrato sobre el que construimos el pensamiento de orden superior, y al pensamiento de orden superior lo subdividió en tres:

- 1) Pensamiento creativo; son las funciones mentales o habilidades que ponemos en juego cada vez que nos enfrentamos con nueva información.
- 2) Pensamiento crítico; habilidades utilizadas para reorganizar la información adquirida.
- 3) Pensamiento complejo; habilidades utilizadas, en donde se mezclan las habilidades de los pensamientos creativo y crítico, para enfrentar situaciones de vida. (Iowa Department Of Education, 1989).

¹⁶ Funciones psíquicas básicas de sensación, percepción, representación, memoria y manejo de lenguaje materno.

Presento en los siguientes cuadros la síntesis de las habilidades de cada tipo de pensamiento:

Tabla 9. Pensamiento Creativo

PENSAMIENTO CREATIVO	
Procesos básicos	Subcategorías: (Actividades específicas)
Sintetizar	Pensar analógicamente con metáforas para entender mejor la información.
	Resumir las ideas principales en las propias palabras.
	Hipotetizar relaciones entre eventos y predecir resultados.
	Planear un proceso paso a paso para lograr su realización.
Elaborar	Expandir la información con detalles y ejemplos.
	Modificar , refinar, cambiar las ideas para diferentes propósitos.
	Extender las ideas aplicándolas en diferentes contextos.
	Cambiar categorías asumiendo diferentes puntos de vista.
	Concretar ideas generales dando ejemplos y usos.
Imaginar	Fluidez ; Expresar ideas con fluidez o generar tantas como se pueda.
	Predecir eventos y acciones causados por un conjunto de condiciones.
	Especular o cuestionarse “qué pasaría si ...” en posibilidades interesantes.
	Visualizar , crear imágenes mentales “ensayando” una acción.
	Intuir acerca de las ideas, seguir las corazonadas.

Tabla 10. Pensamiento Crítico

PENSAMIENTO CRÍTICO	
Procesos básicos	Subcategorías: (Actividades específicas)
Analizar	Clasificar objetos en categorías basándose en atributos comunes.
	Reconocer patrones de organización.
	Encontrar secuencias en la información.
	Identificar ideas principales en textos o datos, distinguiéndolas de información de apoyo.
	Identificar supuestos y creencias subyacentes, explícitas o no.
Evaluar	Valorar la confiabilidad, relevancia y utilidad de una información.
	Determinar criterios para juzgar el mérito de ideas, y saber cuándo aplicarlos.
	Priorizar un conjunto de opciones de acuerdo a su relevancia.
	Reconocer falsedades y errores en argumentos.
	Verificar argumentos e hipótesis probándolas lógicamente y en la realidad.
Relacionar	Comparar – contrastar similitudes y diferencias en objetos o eventos.
	Pensar lógicamente: analizar un argumento, sacar conclusiones e inferencias.
	Inferir deductivamente desde generalizaciones a los ejemplos.
	Inferir inductivamente desde los datos o ejemplos a generalizaciones.
	Identificar relaciones causales en objetos o eventos y predecir posibles efectos.

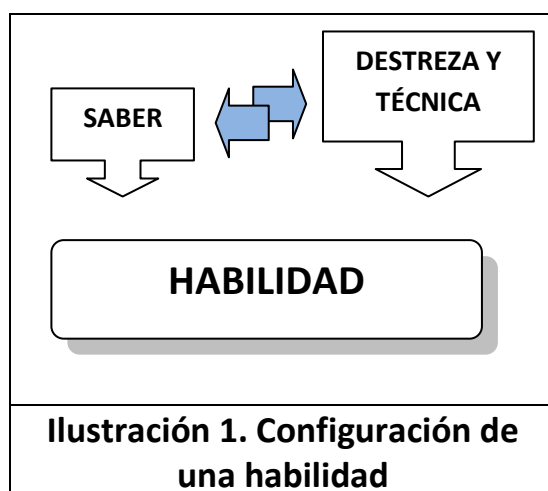
Tabla 11. Pensamiento Complejo

PENSAMIENTO COMPLEJO	
Procesos básicos	Subcategorías: (Actividades específicas)
Solucionar Problemas	Sensibilizarse al problema: Intuirlo, visualizarlo, fluir, identificar supuestos.
	Investigación del problema: Evaluar información, cambiar categorías, clasificar, identificar falacias.
	Formulación del problema: Resumir, inferir, hipotetizar, concretar, identificar ideas.
	Hallar alternativas: Extender, predecir, especular, modificar.
	Escoger la solución: Evaluar información, contrastar, determinar criterios, verificar.
	Fundamentar la solución: Planificar, fluidez, cambiar categorías, inferir, identificar relaciones cuantitativas / cualitativas.
Diseñar	Imaginar un objetivo: Fluir, cambiar categorías, especular, visualizar, intuir.
	Formular un objetivo: Visualizar, predecir, identificar relaciones y patrones, hipotetizar.
	Inventar un producto: Fluir, planificar, expansión, cambiar categorías, pensamiento analógico.
	Evaluar el producto: Determinar criterios, evaluar información, contrastar, ver falacias.
	Modificar el producto: Expandir, extender, modificar.
Tomar decisiones	Identificar un tópico: Ideas principales, patrones, supuestos, falacias.
	Generar alternativas: Fluir, cambiar categorías, hipotetizar, especular, visualizar.
	Evaluar las consecuencias: Contrastar, ver criterios, identificar causas, predecir.
	Elegir: Resumir, pensar lógicamente, inferir, concretar, intuir.
	Evaluar la elección: Evaluar información, verificar, intuir.

Lo anteriormente expuesto, deseo sirva para no dejar en la obscuridad el manejo de dichos términos en lo subsecuente del discurso de esta tesis.

Ahora pasaremos a hablar de otro escenario del aprendizaje; lo relativo a «los conocimientos».

Al hablar del fenómeno “habilidad” es necesario también identificar a los fenómenos conexos a él. Desde la práctica de la docencia se puede reconocer que el estudiante llega a determinados niveles del **conocimiento** (que denominaremos **saber**) a través de fases dinámicas de avance y retroceso; sólo con una suma de *logros pequeños* apoyados de *acciones dirigidas de aprendizajes de conceptos y de técnicas*, es como se puede llegar a determinar habilidades adquiridas. (Haladyna, Thomas M. 1997).



Cuando hablamos de **sistema cognitivo** hablamos tanto de la organización de los conocimientos como de las capacidades que se ponen en juego en todo proceso de aprendizaje, particularmente en el aprendizaje conscientemente dirigido.

Algunos teóricos cognitivos como Haydé Estévez subdividen al funcionamiento del sistema cognitivo en tres grandes componentes: COMPONENTE ACTIVO, COMPONENTE ESTÁTICO y COMPONENTE

DINÁMICO. (Estévez, Ety H. 2002). En la siguiente tabla se especifica cada componente, el término que se utiliza para identificar cada componente, así como el fenómeno al que se refiere tal componente.

Tabla 12. Componentes de los procesos básicos del pensamiento

COMPONENTES	TÉRMINOS	CONTENIDO
Activo	PROCESOS (Operaciones)	Operadores Intelectuales. Básicos: La observación, la relación, la comparación, la clasificación, el análisis, la síntesis. De mayor complejidad: La solución de problemas, la toma de decisiones, la creatividad.
Estático	ESTRUCTURAS (Esquemas)	Estructuras cognitivas de tipo declarativo o semántico; hechos, conceptos, principios, reglas, teorías que conforman a una disciplina.
Dinámico	ESTRATEGIAS	Saber que hacer y cuándo hacerlo, y que clase de operaciones mentales se es capaz de aplicar ante diferentes situaciones de aprendizaje. Técnicas: Mecanismos a través de los cuales se pueden relacionar los procesos y las estructuras. Son heurísticos y dependen de las demandas del tipo de situación y del tipo de tarea.

Siguiendo con esa lógica de clasificar tanto la organización del conocimiento como de las capacidades puestas en juego para su logro (del conocimiento), tenemos también la propuesta, ahora remasterizada (Taxonomía de Bloom), la cual explica que para los procesos de enseñanza, de aprendizaje y por ende de evaluación y seguimiento, no se debe dejar de considerar la interrelación de dos fenómenos altamente interrelacionados: La Dimensión denominada **CONOCIMIENTO** y la Dimensión denominada **PROCESOS COGNITIVOS**. Cada uno de ellos se compone de dominios o procesos específicos. (Airasian, Peter W. et Al, 2001)

En esta taxonomía se establece que tanto en el aprendizaje como en la enseñanza de teorías, y por ende en su evaluación, hay niveles (tipos mayores; según la tabla) en el contenido de la información, datos, hechos o discurso. Se hace una clasificación con fines de análisis, haciendo hincapié en que dichos niveles no se suceden en secuencias sino más bien, en formas

interrelacionadas. Sin embargo, no distinguir ello, nos llevaría a no distinguir la complejidad del estudio de una teoría.

A este grupo de datos, información o discurso, en la nueva taxonomía de Bloom, se le denomina DIMENSIÓN CONOCIMIENTO.

Tabla 13. Dimensión “Conocimiento”; Taxonomía de Bloom

Dimensión CONOCIMIENTO		
Tipos mayores	Contenido	Subtipos (Conocimiento de ...)
De Hechos	<i>Conocimientos básicos que como estudiante se deben adquirir en el estudio de una disciplina así como en el momento de resolver problemas dentro de ella.</i>	• Terminología • Detalles específicos
Conceptual	<i>Conocimiento de las interrelaciones entre los elementos básicos que conforman a una estructura las cuales les permiten funcionar de manera conjunta.</i>	• Clasificaciones y categorías • Principios y generalizaciones • Teorías, modelos y estructuras.
De procesos	<i>Cómo hacer algo; uso de métodos de investigación, de criterios para el uso de destrezas, algoritmos, técnicas y métodos específicos.</i>	• Destrezas específicas en el uso de los algoritmos • Destrezas específicas en el uso de técnicas y métodos • Criterios para determinar el momento adecuado de poner en marcha procedimientos apropiados o alternativos
Metacognitivo	<i>Sensibilización y conocimiento de la cognición en general, así como de la cognición propia.</i>	• Conocimiento de uno mismo • El conocimiento sobre las tareas cognitivas, incluyendo el conocimiento adecuado de los aspectos contextuales y condicionales.

Ahora, para asimilar la información, se ponen en juego una serie de capacidades (producto de entrenamiento formal). Por ello, la combinación de conocimiento con proceso cognitivo me ubica en varias posibilidades: se puede pretender evaluar solo a nivel conceptual, pero debo distinguir a qué nivel de proceso cognitivo lo quiero realizar (función). Las categorías que me permiten analizar a los procesos cognitivos se establecen a través de la siguiente tabla.

Tabla 14. Dimensión “Procesos cognitivos”; Taxonomía de Bloom

Dimensión PROCESOS COGNITIVOS			
Categorías		CONTENIDO	Procesos cognitivos
<i>Categorías que están a menudo interrelacionadas y que interactúan en la realización de tareas cognitivas. Sin embargo, es importante mantenerlos como categorías de procesos separados. Una persona que entiende la comunicación de algo no necesariamente puede ser capaz de analizarlo bien. Del mismo modo, alguien que es experto en el análisis de una comunicación puede llegar a aplicar mal.</i>	TENER PRESENTE (Recordar)	<i>Recuperar y utilizar los conocimientos necesarios de la memoria de largo plazo.</i>	1. Reconociendo
			2. Recordando
	ENTENDER	<i>Construir significados de los mensajes instruccionales una vez recibidos, lo que incluye a los mensajes recibidos por medio oral, escrito o en forma gráfica.</i>	3. Interpretando
			4. Ejemplificando
			5. Clasificando
			6. Resumiendo
			7. Infiriendo
			8. Comparando
			9. Explicando
	APLICAR	<i>Realizar (construir) o utilizar un procedimiento en una situación dada.</i>	10. Ejecutando
			11. Implementando
	ANALIZAR	<i>Descomponer el material (situación de estudio) en sus partes constituyentes y determinar cómo estas se relacionan entre sí y con una estructura general o propósito.</i>	12. Diferenciando
			13. Organizando
			14. Atribuyendo
	EVALUAR	<i>Emitir juicios basados en criterios y estándares</i>	15. Supervisando
			16. Siendo crítico
	CREAR	<i>Poner o reorganizar los elementos para formar un todo en un nuevo modelo o estructura coherente o funcional.</i>	17. Generando
			18. Planificando
			19. Produciendo

Recapitulando lo anterior, tenemos ubicado entonces que el estudiantado que pretendemos evaluar y discriminar, es consecuencia de dinámicas que conllevan procesos mentales (*bien, mal o medianamente ejecutados*), niveles de conocimientos básicos logrados (*bien, mal o medianamente*), y de un desarrollo ontológico específico (su evolución durante su proceso de vida; sus estudios, sus experiencias). Por lo que el contenido del reactivo debe ser capaz de permitir dilucidar lo anterior en un tiempo y forma. **Ello significa que no cualquier redacción de reactivo es suficiente para alcanzar el objetivo de construir reactivos de calidad para pruebas objetivas.** *Y esto lo digo porque hay quienes creen que basta con el formato para cumplir con la elaboración de un reactivo y ponerlo a prueba, sin considerar todo lo relativo a las cuestiones psicométricas y de la teoría cognitiva que hasta este momento llevamos atendido.*

Ahora estamos en condiciones de presentar los **estándares**¹⁷ **establecidos** para el contenido de un reactivo de opción múltiple de tal manera que se entienda y se responda a los por qué de tales propuestas.

En el contenido de un reactivo se debe hacer patente lo que se quiere medir, sin embargo ello debe de ir acompañado de un proceso por medio del cual se desea evidenciar el logro del contenido.

¹⁷ Puede dividirse en 1) estándar de desempeño, es decir el nivel de desempeño necesario para ubicar a un sustentante en una categoría, 2) Serie de conocimientos y habilidades que deben ser aprendidas por los sustentantes en un grado y área de conocimientos específicos.

Tabla 15. Lo que medirá el reactivo

Contenido (Saber)	Comportamiento Mental (Proceso cognitivo)
HECHOS; saberes que no se discuten (se sabe o no se sabe) (por ejemplo la confusión del concepto de área y de perímetro) CONCEPTOS; <i>concepciones matemáticas a priori o concepciones desarrolladas en un ambiente cultural o en el contexto de un proceso de aprendizaje. Abstractos o concretos.</i>¹⁸ PRINCIPIOS; <i>Causa y efecto, Interrelación entre dos conceptos, leyes de probabilidad, axiomas.</i>	COMPREENSIÓN
	¿Es capaz el alumno de reconocer un hecho, un concepto o procedimiento a partir de la expresión leída del texto del problema? ¿Es capaz el estudiante de seleccionar características relevantes de hechos, conceptos, principios o procedimientos a partir de la lectura de la información contenida en el texto del reactivo y que no sea consecuencia de ser información memorizada?
	¿Puede el estudiante seleccionar o identificar ejemplos de hechos, conceptos, principios, procedimientos que ya haya entendido en su momento? (Recordar, Entender o Aplicar; Taxonomía de Bloom)
PROCEDIMIENTOS; <i>Obtener productos o resultados de articulaciones o secuencias.</i>	RESOLUCIÓN DE UN PROBLEMA
	Construcción holística de la secuencia que lleve al estudiante a determinar o alcanzar una meta exigida. (Identificar el problema, definir el problema, analizar, proponer soluciones, experimentar, concluir)
	PENSAMIENTO CRÍTICO
	Reflexionar, evaluar, construir un juicio, tomar decisión.
	CREATIVIDAD
	Organizar o reorganizar la información compleja que le permita visualizar vínculos entre objetos o relaciones planteadas en la información del texto del reactivo.
(Haladyna, Thomas M. 1997)	

¹⁸ NODO COGNITIVO: Punto de acumulación de información acerca de un concepto. Ejemplo: Al estudiar el concepto de cuadrilátero se estudian propiedades inherentes a los mismos, tipos especiales de cuadriláteros, y se diferencia de otras figuras planas similares. Miguel Jorge LlivinaLavigne. Instituto Superior de Pedagogía “E. J. Varona”. Cuba

En conclusión, ¿qué debe permitir medir, la propuesta de un reactivo de opción múltiple, en una prueba de aptitud académica?

- I. Debe permitir visualizar el dominio o habilidad cognitiva que va más allá del manejo propio de asignatura (conocimiento específico de una temática de las matemáticas); aún cuando este dominio es importante, la idea es que el reactivo tenga niveles de exigencia en el hecho específico siguiente:
 - a. cómo identifica la información planteada en el texto del reactivo,
 - b. cómo la articula y
 - c. cómo la reorganiza trayendo a ese momento conocimientos del tipo información o procesos, de tal manera que establezca estrategias cognitivas que le lleven a poner en juego niveles de habilidad o de aptitudes.
- II. Manejo total de la prueba identificando el manejo de los tiempos, los niveles de exigencia de cada reactivo, el control de la impulsividad para responder o bien para ejecutar procesos básicos de razonamiento. Particularmente hablo de los procesos siguientes:
 - a. amplio-específico,
 - b. centrar-dirigir la atención en,
 - c. proyección,
 - d. reconocer,
 - e. movimiento. (De Bono Edward, 1997).

Con el fin de mostrar más ampliamente los aspectos puestos en la exigencia a visualizar y a cubrir por un estudiante ante la serie de reactivos, presento la siguiente tabla que expresa más esquemáticamente el **«contenido de un reactivo»**.

Tabla 16. Indicadores en el reactivo; contenido, cognición, asimilación

TEXTO	
Aspecto	Referencia
Temática	<i>Temática propia de la matemática:</i> Aritmética, Álgebra, Geometría o Estadística elemental
Estructura particular	<i>Vínculo y determinación entre objetos o entre objeto y alguna de sus características:</i> Objeto(s) y característica(s) Objetos y una relación entre ellos
Información explícita e implícita	<i>Información que es consecuencia de experiencias de estudio formal:</i> Definiciones, clasificaciones, propiedades, etc.
Condición de la exigencia del problema	<i>Acción a realizar:</i> Cálculo de un valor Construir una relación Esquematizar
DEMANDA COGNITIVA	
Aspecto	Referencia
Dimensión conocimiento	<i>Conocimiento teórico:</i> Nivel de dominio en conocimiento temático.
Dimensión Procesos Cognitivos	<i>Habilidades intelectuales:</i> Nivel de dominio en entrenamiento académico.
ASIMILACIÓN	
Aspecto	Referencia
Reorganización de la información	Elaborar una tabla o lista, utilizar fórmulas o ecuaciones, realizar un dibujo o una transformación, etc.
Secuencia mental	Es la exigencia de orden mental; entender el problema, elaborar un plan de ejecución, llevarlo a cabo, determinar el logro de la exigencia del problema.
Determinación del razonamiento	Es el momento en el que el alumno conecta a la opción de respuesta correcta con los objetos temáticos por medio de un razonamiento

Para mayor apoyo, presento el siguiente esquema tipo mapa para extender la idea.

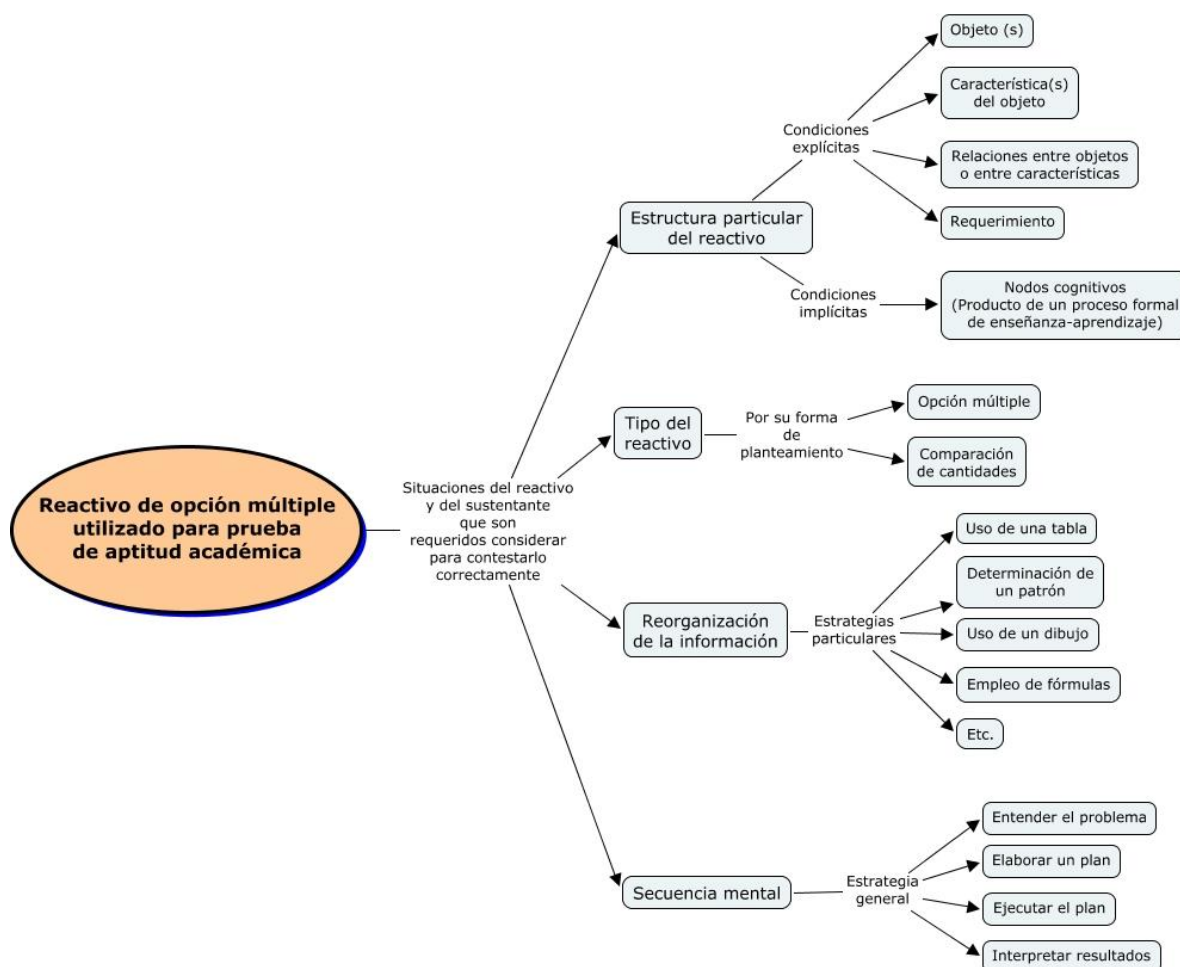


Ilustración 2. Situaciones en el reactivo y del sustentante que se deben enfrentar para resolver satisfactoriamente un reactivo de opción múltiple

Pasemos a revisar reactivos utilizados para evaluar niveles de logro en aprendizajes académicos y personales de algunos estudiantes egresados del nivel medio superior.

CAPÍTULO III: Metodología

Condiciones para la ejecución de la prueba denominada “Práctica de Ejercitación Inicial/Final con reactivos de opción múltiple

La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla establece como mecanismo para el ingreso a las carreras profesionales un examen de admisión que consta de dos pruebas; una de ellas denominada **Prueba de Aptitud Académica (PAA)** y la otra denominada de **Conocimientos de Área**. Como un apoyo para la mejora de las condiciones reales que el estudiante posee y que aspira ingresar a la BUAP, la universidad ofrece un servicio académico denominado SEMINARIO DE ORIENTACIÓN PARA EL EXAMEN DE ADMISIÓN PARA CARRERAS PROFESIONALES. Lugar en donde, se sabe, el estudiante espera obtener un entrenamiento que le reconfigure las capacidades ya desarrolladas en el nivel medio superior en las áreas de razonamiento matemático, razonamiento verbal y acerca de la redacción de textos. Por ello, en seis sesiones sabatinas, el estudiante es entrenado para potenciar sus habilidades de razonamiento que requiere poner en juego para enfrentar con mejores condiciones la PAA. Pero para garantizar que el estudiante realmente modifique sus condiciones al momento de iniciar el entrenamiento dentro del seminario, se le aplica una batería de reactivos en las tres áreas antes mencionadas con la denominada PRÁCTICA DE EJERCITACIÓN INICIAL y se le notifica una semana después del resultado obtenido. Ello con el fin de que identifique sus áreas de debilidad y fortaleza con las que se encuentra, de acuerdo a los resultados de la prueba.

En seis sesiones posteriores, el estudiante se entera de las cualidades propias que debe poner en juego al momento de enfrentar una prueba más. Por ello, se le aplica una segunda prueba denominada PRÁCTICA DE EJERCITACIÓN FINAL.

De acuerdo con los estándares que existen para garantizar la calidad de pruebas objetivas, en los resultados de dicha prueba surge también información que se puede estudiar. Es por ello que, contando con la autorización de las autoridades de la Universidad, se hará uso de algunos reactivos de opción múltiple de una de dichas prácticas de ejercitación, para los fines de investigación y estudio que esta tesis persigue.

Al estudiante que toma el servicio del seminario de orientación se le informa que lo que la PAA mide, particularmente en el área de razonamiento matemático, es:

- A. la solución de problemas básicos de Aritmética, Álgebra y Geometría;
- B. la aplicación inductiva y deductiva de los principios básicos de dichas áreas,
- C. la habilidad para resolver problemas de razones y proporciones usando principios matemáticos básicos,
- D. la solución de problemas cuantitativos verbales, de sistemas de ecuaciones e inecuaciones simples,
- E. problemas matemáticos no rutinarios que requieren discernimiento e inventiva y
- F. la habilidad para identificar relaciones cuantitativas, así como el sentido espacial.

Dado que no se pretende saber cuánto sabe el estudiante, sino más bien ***qué sabe hacer con los conocimientos ya adquiridos***, se consideran a los siguientes conocimientos básicos como los conocimientos mínimos, esto es, “*que no debe no saber*” al momento de pretender ser estudiante en cualquier carrera de nuestra universidad. Los describo como se estipulan en los cuadernillos que el estudiante recibe para su entrenamiento:

Tabla 17. Áreas temáticas de Prueba de Aptitud

ÁREAS TEMÁTICAS QUE CONFORMAN LA PRUEBA DE APTITUD ACADÉMICA		
<i>Aritmética e Interpretación de Gráficas y Cuadros Estadísticos</i>	<i>Álgebra</i>	<i>Geometría</i>
• Problemas en los que se requiere efectuar operaciones simples: suma, resta, multiplicación y división. • Entendimiento conceptual de las operaciones básicas de fracciones. • Propiedades de los enteros: números pares e impares, números primos, enteros, factores, divisores y múltiplos. • Orden en la recta numérica y números consecutivos. • Problemas verbales en los que se involucran conceptos tales como razón y proporción, distancia, tiempo, velocidad y porcentaje. • Análisis e interpretación de gráficas y cuadros estadísticos. • Media aritmética – promedio. • Probabilidad de un evento simple. • Problemas verbales donde se involucran conceptos básicos de estadística.	• Operación con números positivos y negativos. • Sustitución. • Simplificación de expresiones algebraicas. • Solución de ecuaciones lineales y desigualdades. • Ecuaciones cuadráticas simples. • Simplificación de expresiones con exponentes enteros positivos y raíces. • Problemas verbales.	• Las propiedades de las rectas paralelas y de las rectas perpendiculares. • Relaciones con ángulos: opuestos por el vértice y ángulos en figuras geométricas. • Propiedades de los triángulos: rectángulos, isósceles y equilátero. • Propiedades de los polígonos: perímetro, área y medida de ángulos. • Propiedades de los círculos: circunferencia, área, radio y diámetro. • El volumen de un cubo, de un cilindro, o de un prisma recto. • Localización de un punto en un sistema de coordenadas rectangulares. • Problemas verbales.

Después del entrenamiento recibido y de haber ejercitado su capacidad personal en una primera práctica, el estudiante al final presenta una nueva práctica de ejercitación teniendo mejores condiciones de conciencia en lo que al instrumento se refiere. Parte de los reactivos utilizados en dicha práctica serán los que se utilizarán para este trabajo de investigación.

Determinación de los puntajes obtenidos por los sustentantes de la prueba

Al momento de aplicar la prueba, el sustentante es notificado de lo siguiente:

- Todos los ejercicios tienen el mismo valor (1 punto).
- Los ejercicios tienen sólo una respuesta correcta.
- Se restará un cuarto de punto por cada respuesta incorrecta. Por lo que no debe contestar al azar. Si no reconoce la respuesta del ejercicio, debe dejarla en blanco.

Con lo anterior, tenemos los siguientes hechos matemáticos:

1. El máximo número de puntos a obtener con los 50 reactivos contestados es de 50 puntos.
2. El mínimo número de puntos a obtener con los 50 reactivos contestados es de -12.5 puntos.

Generalmente, el mínimo valor de puntos que se llegan a registrar es de -11 puntos, por lo que es el valor mínimo que se establece para determinar los puntajes. El procedimiento para la determinación del puntaje consiste en los siguientes pasos:

- A. Se determina en cada estudiante el número de reactivos contestados correctamente (t), el número de reactivos anulados (*doble respuesta; posiblemente el alumno responde una opción, no borra bien, elige otra opción y el lector óptico reporta dos respuestas*), y finalmente el número de respuestas incorrectas (u).
- B. Se asocia entonces a cada estudiante el siguiente número $A = t - 0.25u$. Número que hemos comentado que comúnmente cumple que $-11 \leq A \leq 50$.

C. Dado que los valores se agrupan de modo tal que la media, la mediana y la moda son prácticamente iguales, se trabaja con los valores extremos -11 y 50 como un segmento cuya longitud se divide en 6 partes; los valores de corte aproximados son -1 , 9 , 20 , 30 y 40 . Por lo que se toma al número 20 como una media.

D. Se aplicando transformaciones (tipo z y T):

$$Z = \frac{A-20}{\frac{61}{5}}; T = 600 + 135z.$$

Las transformaciones anteriores se basan en el hecho de que los valores de ajuste A cumplen en quedar dentro de tres desviaciones estándar a partir de la media.

Lo anterior nos da entonces valores de z aproximados entre -3 y $+3$. Y los valores de T entre 200 y 1000 puntos, los cuales son finalmente el puntaje que se asocia a cada sustentante.

E. Particularmente, en la versión utilizada para el análisis de resultados en esta tesis, los datos estadísticos y la gráfica de la distribución de frecuencias son los siguientes:

MÁXIMO: 48
MÍNIMO: -6
MEDIA: 24.9759
MODA: 28
MEDIANA: 25
DESVSTD: 10.1501

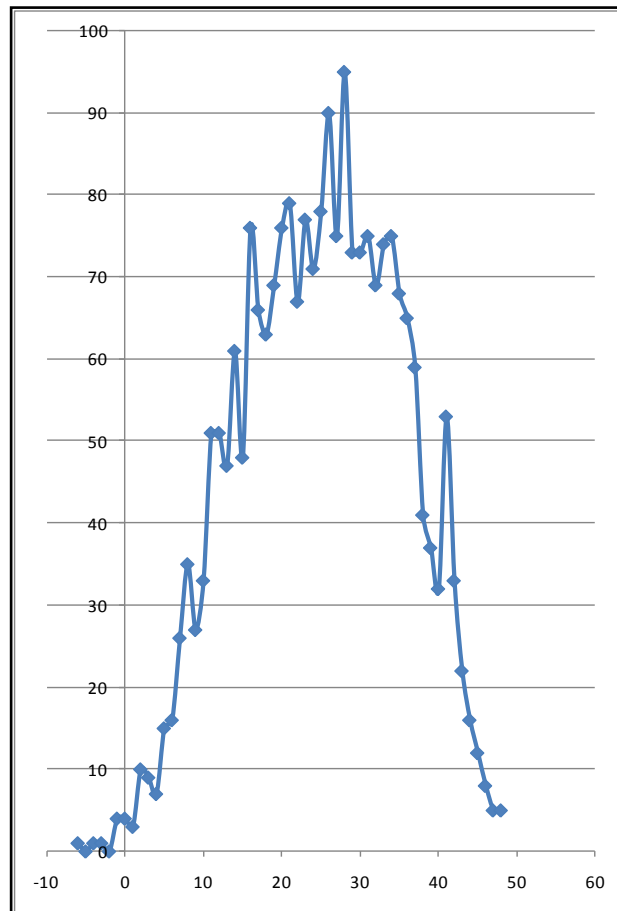


Ilustración 3. Gráfica de la distribución de frecuencias

Información psicométrica de un reactivo

En la tabla 16y en la ilustración 2anteriores, esquematizo aquello que está en juego al momento que un alumno lee un reactivo de opción múltiple. Si su entrenamiento fue más allá de la superficialidad de una lectura simple y de un modo simple de organizar y reorganizar la información, podrá entonces enfrentar en tiempo y forma la atención de dicho reactivo.

Con lo anterior, hago explícito que dichos reactivos cumplen toda una exigencia en su elaboración y en su uso. Lo que sigue es mostrar sólo alguno de ellos, y en ello sintetizo lo planteado hasta este momento.

Con el fin de ser explícito con respecto a la información que presentaré, enuncio con la siguiente lista el orden con que aparecerá la información:

- Tabla que muestra cómo está organizada la información en las «tablas de referentes psicométricos» respectivas a cada problema que se irá presentando, las cuales indicarán el desempeño o comportamiento de un reactivo ante una población evaluada.
- Un primer bloque de tres reactivos concretos.
- Junto a cada reactivo se mostrará la «tabla de referentes psicométricos».
- Explicación de algunos aspectos relevantes de cada reactivo.
- Tabla de porcentajes de «logro en clases puntuales».
- Presentar un segundo bloque de tres reactivos y su tabla de porcentaje de logros.
- Finalmente, presentar un tercer bloque de dos reactivos con su tabla de porcentaje de logros.

Tabla 18. Información psicométrica del reactivo

TABLA DE INFORMACIÓN PSICOMÉTRICA DEL REACTIVO			
			(1)
OPCIÓN DE RESPUESTA	FRECUENCIA RELATIVA	P BISERIAL	RESPUESTA CORRECTA
A	(2)	(3)	(4)
B			
C			
D			
E			
NC			
IND DIFIC	(5)	MYFAC (6)	
p	(7)		
μ +	(8)		
μ x	(9)		DIMENSIÓN CONOCIMIENTO
σ x	(10)		(19)
CONTESTAN	(11)		
EVALUADOS	(12)		DIMENSIÓN PROCESO COGNITIVO
IND DISC	(13)	PERFECTA (14)	
ALTO	(15)		(20)
BAJO	(16)		
TOTAL ALTO	(17)		
TOTAL BAJO	(18)		
Seminario de Orientación para el Examen de Admisión para Carreras Profesionales BUAP 2010			

IDENTIFICACIÓN DE LAS CELDAS Y DE LA INFORMACIÓN QUE SE VIERTE EN ELLAS	
(1)	Parte de la práctica (3 o 4) en la que se ubica el reactivo y número del reactivo (1 a 25)
(2)	Frecuencia relativa de cada opción de respuesta del reactivo
(3)	Correlación punto biserial de la opción del reactivo (p biserial)
(4)	Asterisco que indica la opción de respuesta correcta
(5)	Primer índice de dificultad
(6)	Categoría del índice de dificultad
(7)	Segundo índice de dificultad; utilizado para calcular p biserial
(8)	Media obtenida por quienes contestan correctamente el reactivo
(9)	Media obtenida por todos los sustentantes
(10)	Desviación estándar de los puntajes de todo el grupo
(11)	Número de estudiantes que contestan correctamente el reactivo
(12)	Número de estudiantes evaluados
(13)	Índice de discriminación
(14)	Categoría del índice de discriminación
(15)	U_p/U
(16)	L_p/L
(17)	Número de estudiantes del grupo de puntaje alto
(18)	Número de estudiantes del grupo de puntaje bajo
(19)	Nivel de la dimensión «conocimiento» en que se ubica el reactivo (De acuerdo a experto)
(20)	Nivel de la dimensión «proceso cognitivo» en que se ubica el reactivo (De acuerdo a experto)
(21)	Gráfica de las frecuencias relativas de cada opción de respuesta.

PRIMER BLOQUE DE REACTIVOS A ANALIZAR

PRIMER REACTIVO

REACTIVO

Un vendedor gana el 15% de comisión por cada artículo que vende. Si cada artículo tiene un precio de 100 pesos y el vendedor obtuvo por comisiones 270 pesos, ¿cuántos artículos vendió?

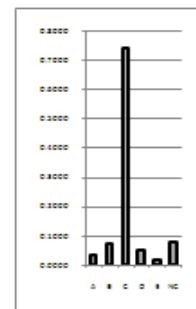
- (A) 9
(B) 15
(C) 18
(D) 24
(E) 36

La gráfica se refiere a la frecuencia relativa; el eje Y va de 0.0000 hasta 0.8000, y el eje X representa a las opciones y al sector que no contestó al reactivo y va de izquierda a derecha:

A - B - C - D - E - NC

Tabla 19. Reactivo 7 Parte 4

				P4_7
OPCIÓN DE RESPUESTA	FRECUENCIA RELATIVA	P BISERIAL	RESPUESTA CORRECTA	
A	0.0348	-0.2039		
B	0.0735	-0.2310		
C	0.7426	0.5683	*	
D	0.0498	-0.2127		
E	0.0185	-0.1629		
NC	0.0808			
IND DIFIC	0.7426	FAC		
p	0.8079			
$\mu +$	703.92			
μx	666.56			DIMENSIÓN CONOCIMIENTO
σx	134.79			CONCEPTUAL
CONTESTAN	2139			
EVALUADOS	2327			NIVEL PROCESO COGNITIVO
IND DISC	0.6403	MODERADA		APLICAR / ANALIZAR
ALTO	0.9585			
BAJO	0.3182			
TOTAL ALTO	674			
TOTAL BAJO	792			
Seminario de Orientación para el Examen de Admisión para Carreras Profesionales BUAP 2010				



Reactivo 7 de la Parte 4 de la **Práctica de Ejercitación Final** con 2327 sustentantes. De acuerdo a *tabla 19* el nivel de la dimensión de procesos cognitivos exigidos en este reactivo (*Taxonomía de Bloom*) son los niveles de «aplicar» y «analizar», con «dimensión conocimiento» (*tabla 14*) a «nivel conceptual» relativo al concepto matemático básico de «porcentajes», cuya búsqueda o razonamiento exigido se reduce a determinar el número k de veces que 15 cabe en 270 después de analizar que 15 es el 15% de 100, y que hay una relación de multiplicidad entre 15 y la comisión obtenida de 270

pesos y que es la que determina el número de artículos vendidos y que ello es la exigencia en el reactivo.

Las cantidades con las que el sustentante va a trabajar son cantidades pequeñas y, los resultados de las operaciones aritméticas, resultan sencillas. Lo que permite establecer en cortísimo tiempo las relaciones y organizar la información que permite vincular la opción de respuesta con la estructura textual del reactivo. Claro, ello depende de los niveles desarrollados de capacitación escolar y personal.

Conforme a la tabla, de los 2327 sustentantes, contestan 2139. De los 2327 sustentantes el 74.26% acierta la respuesta lo que lo ubica, de acuerdo a la norma, en una categoría de «fácil». Además, de los 2139 sustentantes que enfrentan el reactivo el 80.79% lo acierta, lo cual se menciona con el indicador p . Por otra parte, en el grupo $U_p = 674$ sustentantes, el 95% logra contestar acertadamente, tal como se esperaba, y en el grupo $L_p = 792$ sustentantes, sólo el 31.82% logra acertar en la respuesta. Por ello, la discriminación del 64.03% resulta ser del tipo «moderada».

De acuerdo al desempeño de los sustentantes que eligen cualquiera de las demás opciones, vemos que su índice p biserial es en efecto, negativo, lo que nos indica que quienes eligen a dichas opciones, son los menos y en su mayoría son quienes adquieren puntajes bajos. Finalmente, el p biserial con la opción correcta es $p = 0.5683$ el cual es valor que indica un buen nivel de discriminación. Por tanto, este es un buen reactivo ya distingue entre uno y otros tipos de estudiantes¹⁹.

¹⁹ Aunque resulta aparentemente fácil lo que se discurre en este reactivo, cabe aclarar la complejidad del manejo de la información de los 2327 estudiantes de los cuales se tiene 50 respuestas lo que da un número de 116 350 datos de información. Para ello, hice uso del programa Excel y de varias funciones lógicas (más cierto grado de habilidad para combinar las funciones lógicas propias del programa) para lograr obtener la información precisa y específica que la psicometría demanda en cada reactivo.

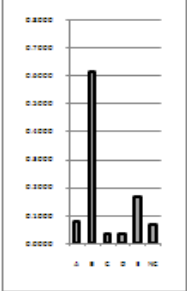
SEGUNDO REACTIVO

REACTIVO

En un sorteo el 20% de los boletos deben estar premiados. Si hay 40 premios, ¿cuántos boletos deben imprimirse?

- (A) 160
- (B) 200
- (C) 320
- (D) 400
- (E) 800

Tabla 20. Reactivo 1 Parte 3

				P3_1
OPCIÓN DE RESPUESTA	FRECUENCIA RELATIVA	P BISERIAL	RESPUESTA CORRECTA	
A	0.0791	-0.2448		
B	0.6171	0.5578	*	
C	0.0344	-0.1524		
D	0.0361	-0.1334		
E	0.1650	-0.3104		
NC	0.0683			
				
IND DIFIC	0.6171	MED		
p	0.6624			
$\mu +$	720.24			
μx	666.56			DIMENSIÓN CONOCIMIENTO
σx	134.79			CONCEPTUAL
CONTESTAN	2168			
EVALUADOS	2327			NIVEL PROCESO COGNITIVO
IND DISC	0.6805	ALTA		APLICAR / ANALIZAR
ALTO	0.8976			
BAJO	0.2172			
TOTAL ALTO	674			
TOTAL BAJO	792			
Seminario de Orientación para el Examen de Admisión para Carreras Profesionales BUAP 2010				

Reactivo 1 de la Parte 3 de la Prueba; ello significa que es el primer reactivo de la sección de razonamiento matemático que los sustentantes enfrentan. Similar al anterior reactivo tratado, la «dimensión conocimiento», de la Taxonomía de Bloom, que se evalúa, es de nivel “conceptual”, es decir, no se habla de un ente concreto sino más bien de una cantidad que guarda una misma relación de proporción entre las cantidades 20 y 100 con el número 40 (concepto de porcentaje). En la «dimensión proceso cognitivo» se evalúa el nivel de “aplicar” y “analizar” aunque con mucho menor exigencia este nivel que en el nivel del problema 7 de la parte 4. Por ello podemos decir que a nivel de teoría cognitiva, este problema es mucho más fácil que el problema 7 de la parte 4.

En su comportamiento estadístico como se puede observar, hay un 7% aproximadamente que no lo logra enfrentar. Del total de sustentantes sólo

61.71% lo logra acertar, por lo que su índice de dificultad es del 61% aproximadamente. Ello significa que de quienes enfrentan el reactivo, un 39% no acierta. Incluso, es visible el hecho de que quienes lo intentan contestar, cerca del 17% tienen una lectura superficial del problema al grado de multiplicar las cantidades que aparecen en el texto del reactivo y elegir la opción E como respuesta. A lo largo de la prueba, estos estudiantes son quienes obtienen puntajes bajos. Sin embargo, y a pesar de esto, el índice de discriminación es del 68.05% dado que cerca del 90% de los puntajes altos logran contestar correctamente, en comparación con el 21.72% de los de puntajes bajos. De igual manera el p biserial de la respuesta correcta es bueno y el p biserial de las demás opciones es, como se espera, negativo.

El contenido temático del reactivo estriba en determinar la cantidad x cuyo 20% es 40. Exigencia a nivel «aplicar» de los procedimientos del cálculo de porcentajes.

Conforme a la tabla, de los 2327 sustentantes, contestan 2168. De los 2327 sustentantes el 61.71% acierta la respuesta lo que lo ubica, de acuerdo a la norma, en una categoría de «dificultad media». Además, de los 2168 sustentantes que enfrentan el reactivo el 66.24% lo acierta, lo cual se menciona con el indicador p . Por otra parte, en el grupo $U_p = 674$ sustentantes, el 89.76% logra contestar acertadamente, tal como se esperaba, y en el grupo $L_p = 792$ sustentantes, sólo el 21.72% logra acertar en la respuesta. Por ello, la discriminación del 68.05% resulta ser del tipo «alta». Ello significa que aún siendo de dificultad media discrimina bien a los dos grupos.

De acuerdo al desempeño de los sustentantes que eligen cualquiera de las demás opciones, vemos que su índice p biserial es en efecto, negativo, lo que nos indica que quienes eligen a dichas opciones, son los menos y en su mayoría son quienes adquieren puntajes bajos. Finalmente, el p biserial con la opción correcta es $p = 0.5578$ el cual es valor que indica un buen nivel de discriminación. Por tanto, este es un buen reactivo ya que distingue entre uno y otros tipos de estudiantes.

Veamos ahora, qué sucede a nivel de la abstracción en el manejo de aspectos básicos del álgebra elemental.

TERCER REACTIVO

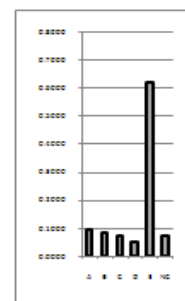
REACTIVO

Si $2(1 + 5) = 3(w - 4)$, entonces el valor de w es

- (A) 0
- (B) 2
- (C) 4
- (D) 6
- (E) 8

Tabla 21. Reactivo 13 Parte 4

				P4_13
OPCIÓN DE RESPUESTA	FRECUENCIA RELATIVA	P BISERIAL	RESPUESTA CORRECTA	
A	0.0963	-0.1955		
B	0.0865	-0.3549		
C	0.0701	-0.1663		
D	0.0490	-0.1636		
E	0.6237	0.6626	*	
NC	0.0744			
IND DIFIC	0.6237	MED		
p	0.4951			
$\mu +$	734.99			
μx	666.56			DIMENSIÓN CONOCIMIENTO
σx	134.79			PROCEDURAL
CONTESTAN	2145			
EVALUADOS	2327			NIVEL PROCESO COGNITIVO
IND DISC	0.7939	ALTA		APLICAR / ANALIZAR
ALTO	0.9303			
BAJO	0.1364			
TOTAL ALTO	674			
TOTAL BAJO	792			
Seminario de Orientación para el Examen de Admisión para Carreras Profesionales BUAP 2010				



Podemos ver que aumenta el nivel de la «dimensión conocimiento» (pasamos del nivel “conceptual” al “procedural”), dejando el mismo nivel en la «dimensión proceso cognitivo» (nivel “aplicar” y nivel “analizar”). Ahora con el índice de dificultad podemos ver que es menor el número de sustentantes que aciertan al reactivo. Sin embargo, en el grupo de altos puntajes, es un alto porcentaje el que acierta al reactivo, lo que determina su nivel de logro en el aprendizaje básico del álgebra elemental en los alumnos de dicho grupo. No sucediendo así con el grupo de bajos puntajes, ya que sólo un 13 % acierta. Como se puede ver con el índice de discriminación y con

el p biserial, hay mejor discriminación y mejor correlación entre los expertos y los no expertos.

Este reactivo nos muestra que los alumnos que no contestan acertadamente tienen un bajo nivel de dominio cognitivo en lo que al manejo de la interpretación semántica de los símbolos algebraicos se refiere, cuestión que si logran quienes tienen puntaje alto

Revisemos de nueva cuenta a los tres reactivos anteriores, pero ahora partamos de subdividir a los sustentantes y sus puntajes finales en seis clases tal como se muestra en la parte izquierda de la *Tabla 22*. En la clase «A» tenemos a aquellos estudiantes que obtienen entre 203 y 335 puntos (muy bajos) y la frecuencia específica (total de estudiantes con ese puntaje). En la clase «F» tenemos a los estudiantes que obtienen entre 868 y 1000 puntos (muy altos) y su frecuencia. Las clases B a E son los conjuntos de estudiantes que obtienen puntajes intermedios. A partir de los datos de la distribución de clases de frecuencias, calculamos el total de estudiantes que logra responder a cada uno de los tres reactivos antes mencionados y calculamos la frecuencia relativa en cada una de las clases. Por tanto, en la parte derecha de la *Tabla 22* podemos leer, en porcentajes, el logro ante el reactivo de cada una de las clases; en la clase «muy alta» (F), tenemos un logro próximo al 100% (0.9805, 0.9870, 0.9675), y va disminuyendo porcentualmente el logro conforme se va escalando a menores puntajes (clases E, D, C, B, A).

Tabla 22. Logro en Clases Puntuales

PORCENTAJE DE LOGRO POR CLASES PUNTUALES

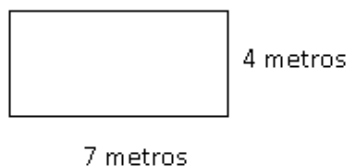
CLASES	PUNTAJES	FREC		P4_7	P3_1	P4_13
A	203 - 335	11	A	0.0000	0.0909	0.0000
B	336 - 468	181	B	0.2983	0.1215	0.0608
C	469 - 601	608	C	0.5461	0.3882	0.3224
D	602 - 734	778	D	0.8098	0.6620	0.7095
E	735 - 867	595	E	0.9429	0.8571	0.9109
F	868 - 1000	154	F	0.9805	0.9870	0.9675
<i>Total:</i>		2327				

Fijémonos en las clases C y D. Se puede observar lo que llamamos “punto de quiebre”; en el problema 7 de la parte 4, en la clase C, más de un 50% logra responder el reactivo, pero en los otros dos problemas, en esa misma clase, sólo cerca de la tercera parte de la clase es la que logra responder correctamente el reactivo.

Veamos ahora, el desempeño de un reactivo de geometría elemental. Mostraré tres reactivos en los que se puede visualizar como cambia su nivel de dificultad y cómo se manifiestan confusiones o bien desconocimiento de información que para nosotros resulta elemental y sin embargo, en muchos de los estudiantes no es tal.

SEGUNDO BLOQUE A ANALIZAR

REACTIVO

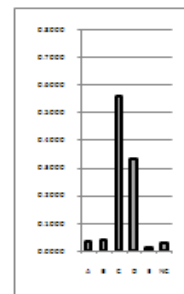


La figura representa un terreno rectangular que se desea cercar. Si el costo del metro lineal de la cerca es de 25 pesos, ¿cuál de las siguientes opciones representa el costo total en pesos de la cerca?

- (A) 225
- (B) 350
- (C) 550
- (D) 700
- (E) 1000

Tabla 23. Reactivo 12 Parte 3

				P3_12
OPCIÓN DE RESPUESTA	FRECUENCIA RELATIVA	P BISERIAL	RESPUESTA CORRECTA	
A	0.0344	-0.2036		
B	0.0382	-0.1932		
C	0.5574	0.4363	*	
D	0.3309	-0.2231		
E	0.0103	-0.0878		
NC	0.0288			
IND DIFIC	0.5574	MED		
p	0.5739			
$\mu +$	717.23			
μx	666.56			DIMENSIÓN CONOCIMIENTO
σx	134.79			CONCEPTUAL
CONTESTAN	2260			
EVALUADOS	2327			NIVEL PROCESO COGNITIVO
IND DISC	0.6078	MODERADA		APLICAR
ALTO	0.8249			
BAJO	0.2172			
TOTAL ALTO	674			
TOTAL BAJO	792			



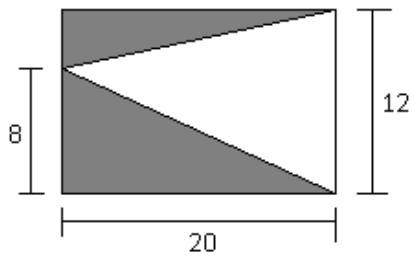
Seminario de Orientación para el Examen de Admisión para Carreras Profesionales BUAP 2010

Este también es un buen reactivo de acuerdo a los cánones psicométricos; p biserial positivo para la respuesta y negativo para las demás opciones.

En el aspecto de dominio cognitivo, cabe resaltar el hecho de que en el grupo alto ya no se tiene un 90% que acierte al reactivo, sin embargo en el grupo bajo sólo la quinta parte lo logra. La confusión de los conceptos de área y perímetro lo podemos ver por el alto número de estudiantes que eligen la opción (D).

Obsérvense los siguientes dos reactivos de geometría.

REACTIVO

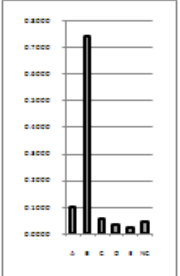


En el rectángulo anterior, ¿cuál es el valor del área sombreada?

- (A) 240
- (B) 120
- (C) 80
- (D) 60
- (E) 30

Tabla 24. Reactivo 7 Parte 3

P3_7			
OPCIÓN DE RESPUESTA	FRECUENCIA RELATIVA	P BISERIAL	RESPUESTA CORRECTA
A	0.0980	-0.2658	
B	0.7447	0.5363	*
C	0.0546	-0.2151	
D	0.0344	-0.1894	
E	0.0211	-0.1801	
NC	0.0473		
IND DIFIC	0.7447	FAC	
p	0.7817		
$\mu +$	704.76		
μx	666.56		
σx	134.79		
CONTESTAN	2217		
EVALUADOS	2327		
IND DISC	0.6523	ALTA	
ALTO	0.9629		
BAJO	0.3106		
TOTAL ALTO	674		
TOTAL BAJO	792		

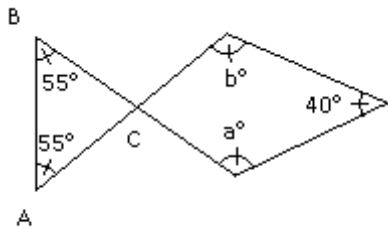


DIMENSIÓN CONOCIMIENTO
 CONCEPTUAL

NIVEL PROCESO COGNITIVO
 APLICAR

Seminario de Orientación para el Examen de Admisión para Carreras
 Profesionales BUAP 2010

REACTIVO

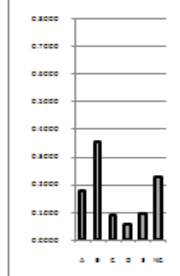


En la figura anterior, el valor en grados de $a + b$ es

- (A) 240
- (B) 250
- (C) 260
- (D) 270
- (E) 280

Tabla 25. Reactivo 9 Parte 3

P3_9			
OPCIÓN DE RESPUESTA	FRECUENCIA RELATIVA	P BISERIAL	RESPUESTA CORRECTA
A	0.1801	-0.2945	
B	0.3537	0.5783	*
C	0.0877	-0.2017	
D	0.0550	-0.1491	
E	0.0945	-0.0644	
NC	0.2291		
IND DIFIC	0.3537	DIF	
p	0.8826		
$\mu +$	751.23		
μx	666.56		
σx	134.79		
CONTESTAN	1794		
EVALUADOS	2327		
IND DISC	0.6029	MODERADA	
ALTO	0.6988		
BAJO	0.0960		
TOTAL ALTO	674		
TOTAL BAJO	792		



DIMENSIÓN CONOCIMIENTO
 CONCEPTUAL

NIVEL PROCESO COGNITIVO
 APLICAR / ANALIZAR

Seminario de Orientación para el Examen de Admisión para Carreras
 Profesionales BUAP 2010

El problema 7 de la Parte 3 es un reactivo fácil (*Tabla 24*), sin embargo en el grupo bajo (L_p) se reporta que menos del 33% lo logró contestar acertadamente. Si pasamos al reactivo 9 de la parte 3, vemos ahora que se reporta (*Tabla 25*) que del aproximadamente 88% del total de evaluados que lo contesta, sólo 35% lo acierta. Al parecer, la mayoría desconoce que la suma de los ángulos interiores de un cuadrilátero en un plano es igual a 360° (basta conformar dos triángulos).

El índice de discriminación nos reporta que más del 30% de los estudiantes del grupo alto no logró acertar. Sin embargo, el reactivo sigue discriminando bien.

Veamos ahora la tabla de porcentajes por clases puntuales.

Tabla 26. Logro en Clases Puntuales

PORCENTAJE DE LOGRO POR CLASES PUNTUALES

CLASES	PUNTAJES	FREC		P3_12	P3_7	P3_9
A	203 - 335	11	A	0.0000	0.0909	0.0000
B	336 - 468	181	B	0.1934	0.1878	0.1215
C	469 - 601	608	C	0.3586	0.5822	0.1398
D	602 - 734	778	D	0.5578	0.8098	0.2802
E	735 - 867	595	E	0.7882	0.9445	0.6168
F	868 - 1000	154	F	0.9156	0.9870	0.8506
	<i>Total:</i>	2327				

De nueva cuenta en las clases A, B y C, es decir, clases menores a 600 puntos, es donde se da el punto de quiebre. Pero ahora se resalta aún más. Los problemas 9 y 12 de la parte 3 lo logran contestar correctamente, sólo el 60% de quienes tienen un puntaje mayor a 735 puntos.

Aquí resaltan algunos aspectos del hecho educativo de las matemáticas a nivel bachillerato; además de ser visible que no hay transferencia en el conocimiento (pasar del perímetro al costo por total de unidades) tampoco hay dominio de hechos geométricos elementales (la suma de los ángulos internos de un cuadrilátero) quizá por carecerse de trabajo reflexivo de las

relaciones geométricas o incluso por saturarse de información en un muy corto tiempo de trabajo en el aula.

Las horas-clase de matemáticas se han reducido en los bachillerato generales y siguen siendo kilométricos los temas curriculares en detrimento de la profundidad del trabajo cognitivo con el estudiante.

Continuando con el análisis de los reactivos de la práctica de ejercitación, existen también problemas de opción múltiple que analizan de otra manera la habilidad de comprensión de un estudiante. Se denominan DE COMPARACIÓN DE CANTIDADES. El estudiante debe adjudicar valor a la caracterización del objeto o de los objetos de quien se afirma algo y se requiere comparar las adjudicaciones hechas. Aquí las opciones tienen un significado. La opción A se elige cuando se afirma que en la columna A se adjudica una cantidad mayor que la que se adjudica en la columna B. Si se elige la opción B se afirma lo opuesto. Si se elige la opción C se afirma que las cantidades adjudicadas son iguales entre sí. La opción D se elige solamente cuando se reconoce la ambigüedad en la comparación (existe evidencia que en algún momento la cantidad de la columna A es menor y en otro momento es mayor o igual a la de la columna B). La opción E no se debe elegir ya que no se le asigna ningún significado y ello se hace explícito en las instrucciones para contestar este tipo de reactivos de opción múltiple.

Muestro dos reactivos para hacer evidente su comportamiento.

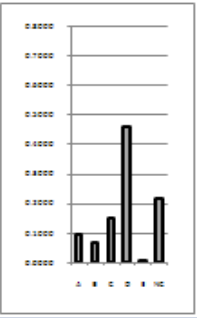
REACTIVO

Columna AColumna B

$$ab = -1$$

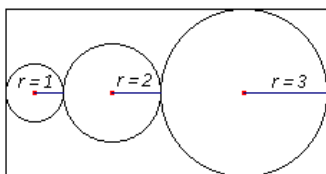
 a b

Tabla 27. Problema 22 Parte 3

				P3_22
OPCIÓN DE RESPUESTA	FRECUENCIA RELATIVA	P BISERIAL	RESPUESTA CORRECTA	
A	0.0946	-0.1324		
B	0.0679	-0.1370		
C	0.1513	-0.2849		
D	0.4617	0.6455	*	
E	0.0077	-0.0369		
NC	0.2167			
				
IND DIFIC	0.4617	DIF		
p	0.5895			
$\mu +$	739.17			
μx	666.56			DIMENSIÓN CONOCIMIENTO
σx	134.79			CONCEPTUAL
CONTESTAN	1822			
EVALUADOS	2327			NIVEL PROCESO COGNITIVO
IND DISC	0.6799	ALTA		APLICAR / ANALIZAR
ALTO	0.8264			
BAJO	0.1465			
TOTAL ALTO	674			
TOTAL BAJO	792			
Seminario de Orientación para el Examen de Admisión para Carreras Profesionales BUAP 2010				

REACTIVO

Columna A Columna B



23

Perímetro
del
rectánguloPerímetro
del círculo
mayor

Tabla 28. Problema 23 Parte 3

P3_23			
OPCIÓN DE RESPUESTA	FRECUENCIA RELATIVA	P BISERIAL	RESPUESTA CORRECTA
A	0.6047	0.6097	*
B	0.1019	-0.1321	
C	0.0520	-0.2087	
D	0.0344	-0.1569	
E	0.0026	-0.0383	
NC	0.2043		
IND DIFIC	0.6047	MED	
p	0.7600		
$\mu +$	712.74		
μx	666.56		
σx	134.79		
CONTESTAN	1850		
EVALUADOS	2327		
IND DISC	0.6181	MODERADA	
ALTO	0.8605		
BAJO	0.2424		
TOTAL ALTO	674		
TOTAL BAJO	792		

DIMENSIÓN CONOCIMIENTO
 CONCEPTUAL

NIVEL PROCESO COGNITIVO
 APLICAR / ANALIZAR

Seminario de Orientación para el Examen de Admisión para Carreras Profesionales BUAP 2010

El comportamiento de los reactivos de acuerdo a la tabla de porcentajes de logro por clases puntuales es el siguiente:

Tabla 29. Logro en Clases Puntuales

PORCENTAJE DE LOGRO POR CLASES PUNTALES

CLASES	PUNTAJE	FREC		P3_22	P3_23
A	203 - 335	11	A	0.0909	0.1818
B	336 - 468	181	B	0.1050	0.1989
C	469 - 601	608	C	0.2368	0.4161
D	602 - 734	778	D	0.4036	0.6105
E	735 - 867	595	E	0.7462	0.8336
F	868 - 1000	154	F	0.9870	0.9351
Total:		2327			

En las clases de puntajes mayores a 735 puntos, hay un aceptable porcentaje que logra contestar correctamente el reactivo.

Con esto, terminamos la revisión de la descripción psicométrica de los reactivos. Hemos hecho evidente la capacidad que tienen para discriminar entre estudiantes hábiles y poco hábiles.

CAPÍTULO IV: Discusión

Creo que el conocimiento que he recibido o que pueda recibir de un Maestro y de un Libro, no me pertenece; que se me ha confiado; que pertenece y pertenecerá siempre a la humanidad, la cual produjo tal conocimiento a través de todas las generaciones.

Creo que no tengo derecho a administrar este legado en forma alguna que pudiera perjudicar al género humano, su beneficiario. Por lo contrario, creo que es mi deber administrarlo únicamente en bien de este beneficiario, de manera que el mundo pueda llegar a ser un lugar más amable, más placentero y mejor en que vivir.

TOMADO DEL CREDO DEL ERUDITO
DEL DR. JOHN J. SEELMANM

Interpretación de los resultados bajos

PRIMERA INTERPRETACIÓN

Con la siguiente “Tabla de logro por clases puntuales” ubicamos ahora a cada reactivo de acuerdo con los puntajes obtenidos de los sustentantes (clases) comparándolos con el porcentaje de logro de cada reactivo. Pero además ubicamos a los reactivos de acuerdo al índice de dificultad, de dificultad fácil a dificultad difícil, como lo muestra la *Tabla 30*, (de izquierda a

derecha el índice de dificultad disminuye, lo que indica mayor dificultad del reactivo para el colectivo evaluado).

Primeramente podemos observar que el punto biserial de cada reactivo cumple con ser mayor a 0.20 por lo que ello nos indica una buena discriminación. Por otra parte, en la clase A, puntajes de 203 a 335, menos del 20% logra acertar a cada reactivo. Particularmente, en la clase D, es decir, los estudiantes de 602 a 734 puntos, el porcentaje de aciertos disminuye conforme aumenta el grado de dificultad del reactivo. Sin embargo, en las clases E y F, de 735 a 1000 puntos prevalecen un alto porcentaje de acierto.

Tabla 30. Logro en Clases Puntuales; todos los reactivos analizados

PORCENTAJE DE LOGRO POR CLASES PUNTUALES (Ordenados por índice de dificultad)									
		P3_7	P4_7	P4_13	P3_1	P3_23	P3_12	P3_22	P3_9
	IND DIFIC	0.7447	0.7426	0.6237	0.6171	0.6047	0.5574	0.4617	0.3537
CLASE	P BISERIAL	0.5363	0.5683	0.6626	0.5578	0.6097	0.4363	0.6455	0.5783
A	203 - 335	0.0909	0.0000	0.0000	0.0909	0.1818	0.0000	0.0909	0.0000
B	336 - 468	0.1878	0.2983	0.0608	0.1215	0.1989	0.1934	0.1050	0.1215
C	469- 601	0.5822	0.5461	0.3224	0.3882	0.4161	0.3586	0.2368	0.1398
D	602 - 734	0.8098	0.8098	0.7095	0.6620	0.6105	0.5578	0.4036	0.2802
E	735 - 867	0.9445	0.9429	0.9109	0.8571	0.8336	0.7882	0.7462	0.6168
F	868 - 1000	0.9870	0.9805	0.9675	0.9870	0.9351	0.9156	0.9870	0.8506

Con esta tabla, junto con cada una de las tablas particulares de cada reactivo, hemos podido mostrar la cualidad discriminante del reactivo y la forma con que las clases de estudiantes se muestran ante la atención acertada del reactivo, en donde se hace evidente que la conformación del reactivo permite distinguir a los estudiantes más hábiles de los menos hábiles sobre todo por la cuestión estructural y de contenido del reactivo²⁰.

Cabe mencionar que también se cumple en “equilibrar” la prueba cumpliendo con la inserción de reactivos cuyo grado de dificultad promedie

²⁰ Lo cual hicimos explícito en el Capítulo II de esta tesis.

0.5 puntos de modo que no se sesgue la posibilidad de atención entre un grupo de expertos entre poco expertos.

Existe una metodología de atención estadística denominada Teoría de los Test Referidos al Criterio (TRC) en donde “los resultados dependen del estatus absoluto de calidad del estudiante, frente a los test referidos a norma que dependen del estatus de grupo”. (Martínez Arias, Rosario 1996). Aun cuando en esta tesis no se toma tal teoría para su estudio, podemos referirnos al hecho de que el puntaje obtenido por un estudiante, nos indica si ha logrado contestar reactivos que le demandan mayor habilidad, y a menor puntaje entonces se tiene menor logro.

Si consideramos la definición del concepto APTITUD como “la capacidad de utilizar los datos, conocimientos o conceptos que se poseen, de operar con ellos para delimitar las propiedades esenciales de las cosas y resolver con éxito determinadas tareas teóricas o prácticas” (Petrovsky, A. 1979), vemos que tal capacidad la podríamos considerar como prácticamente un objetivo a lograr en un egresado del sistema educativo universitario. Sin embargo, si tal consideración la establecemos también en un egresado de bachillerato, tal “tarea práctica” se evalúa con la exigencia de cada uno de los reactivos de una prueba y en la totalidad de la prueba como tal y con ello se puede medir el nivel de logro personal de tal tarea. En base a la «Tabla de indicadores del contenido concreto de un reactivo» (*Tabla 16*), la exigencia que se pone en juego va más allá de saber o no el contenido temático del reactivo. Si a ello aunamos que un reactivo va de un grado de dificultad fácil a uno difícil, entonces a menor puntaje obtenido por un estudiante evaluado se hace evidente el menor logro en aquellos reactivos de mayor exigencia, por lo que podemos afirmar que hay menor dominio aptitudinal.

Los resultados de ingreso a determinadas facultades de la BUAP en el año 2009

Históricamente en los resultados que emite la BUAP conllevan tres aspectos evaluados: promedio de bachillerato, prueba de conocimientos de área y prueba de aptitud académica. Revisando los resultados que emitió la Universidad en el año 2009, con un análisis muy elemental de las frecuencias relativas, me di a la tarea de identificar qué porcentaje de estudiantes que aparecieron en las listas de aceptados (resultados que aparecieron en la hoja web) ingresó con un resultado determinado. Por ejemplo, en la licenciatura de Física, con un resultado de 551 a 700 puntos, se ingresó a un poco más del 50%. En la licenciatura de Matemáticas, con ese mismo resultado ingresó cerca del 45%. Se destaca el hecho de que en las licenciaturas de Medicina, Químico-farmacológica, Psicología y Derecho, no hay ingreso de estudiantes con resultado menor o igual a 650 puntos.

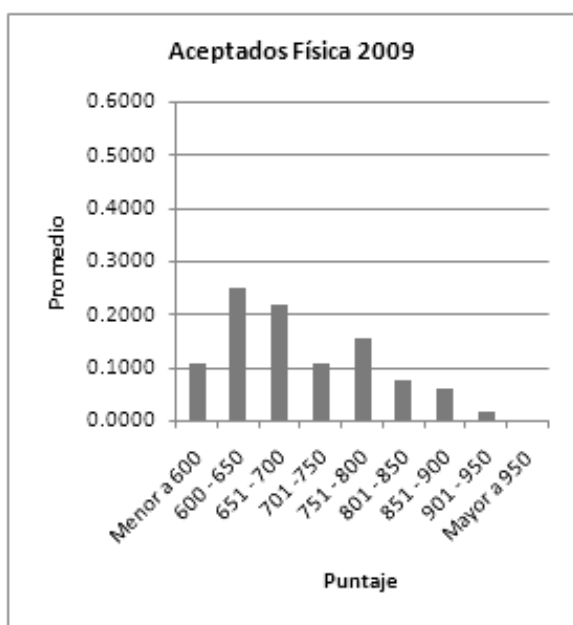


Ilustración 4. Gráfica 1: Aceptados Física 2009; Frecuencia relativa

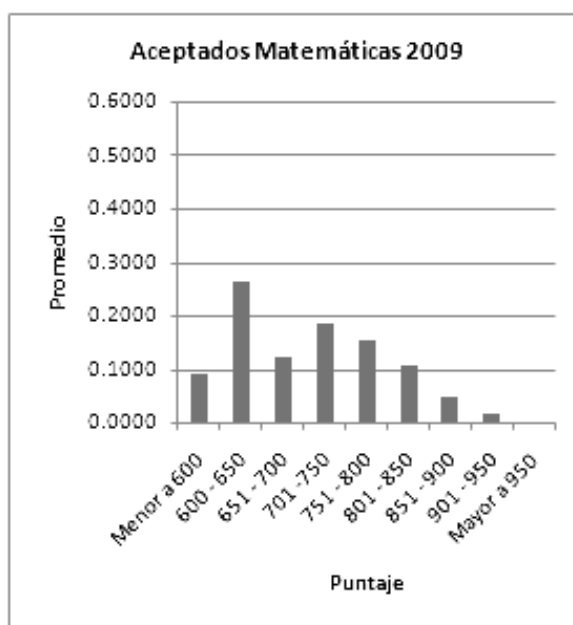


Ilustración 5. Gráfica 2: Aceptados matemáticas 2009; Frecuencia relativa

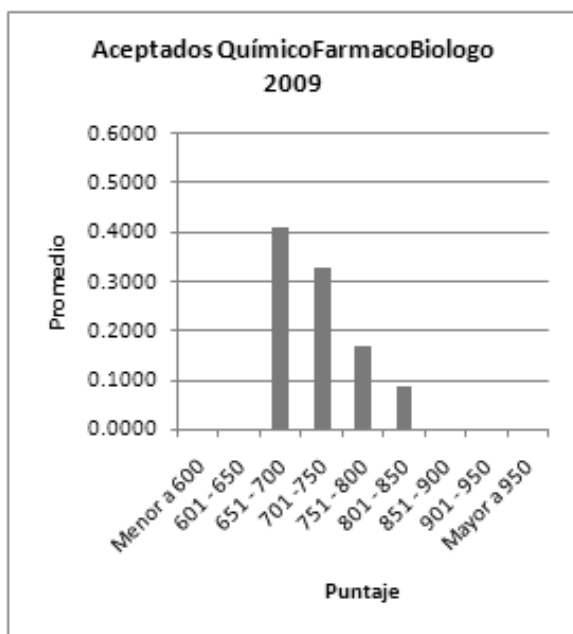


Ilustración 6.Gráfica 3: Aceptados QFB 2009; Frecuencia relativa

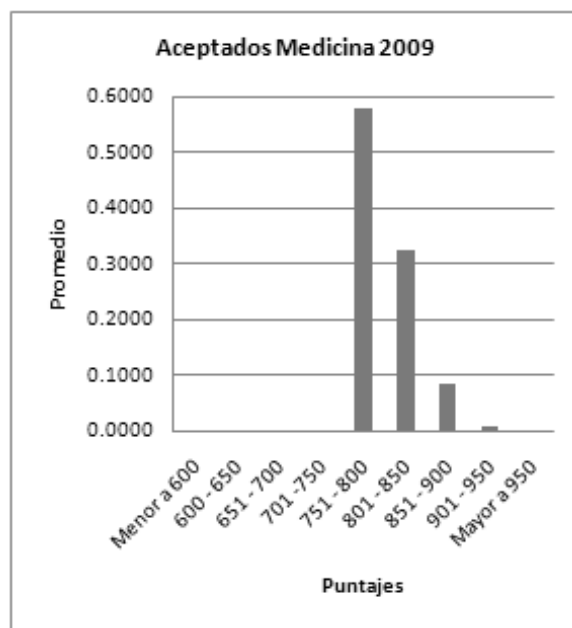


Ilustración 7.Gráfica 4: Aceptados matemáticas 2009; Frecuencia relativa

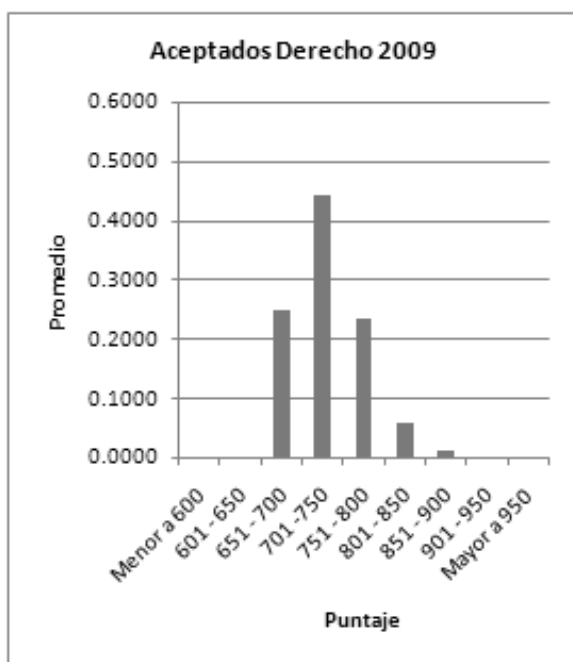


Ilustración 8.Gráfica 5: Aceptados Derecho 2009; Frecuencia relativa

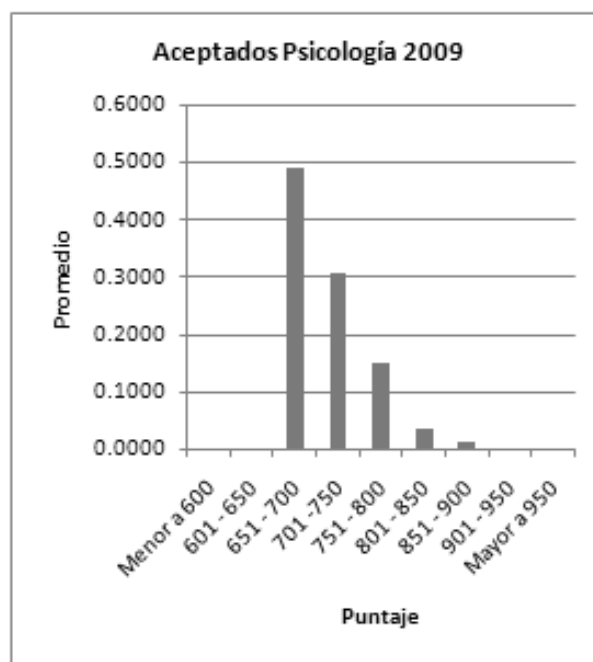


Ilustración 9.Gráfica 6: Aceptados Psicología 2009; Frecuencia relativa

Con todo lo anterior señalado en esta tesis, se puede inferir que estudiantes con resultados menores a 700 puntos que ingresan a la Facultad de Ciencias Físico – Matemáticas (y que son cerca del 50% en el 2009), reportaran probablemente, cualidades de aptitud académicas que requieren de un fuerte apoyo que garantice su tránsito por los primeros semestres de nuestra facultad dada la alta exigencia en el manejo del conocimiento básico de la matemática y física elemental, así como de los procesos cognitivos para el aprendizaje de temas de alto grado de abstracción. Esto es, los problemas de orden cognitivo que pueden estar manifestándose en condiciones bajas para esos estudiantes pueden ser: manejo débil de conceptos clave de matemáticas, focalización en la estructura de un cuestionamiento, reorganización de información ofrecida, dificultad para establecer esquemas de operación, etc.

Sugerencia de acciones

Aparte de mostrar cómo *con un conjunto de reactivos, estructurados de tal manera*, se nos permite identificar a estudiantes mayormente capacitados, en esta tesis he mostrado también elementos que permiten visualizar un problema del aprendizaje, particularmente del aprendizaje de las matemáticas básicas. No basta mostrar la matemática al alumno, se requiere llevarlo a procesos más complejos, tanto desde los **aspectos conceptuales** como de los **procedimentales**. Ya en su momento hablé de la Taxonomía que plantea el equipo de Bloom y que sintetizo en los siguientes cuadros y que es la parte que me interesa tratar.

Tabla 31. Dimensión específica de Bloom

DIMENSIÓN CONOCIMIENTO	DIMENSIÓN PROCESOS COGNITIVOS	SUBTIPOS	DIMENSIÓN CONOCIMIENTO	DIMENSIÓN PROCESOS COGNITIVOS	SUBTIPOS
CONCEPTUAL <i>Conocimiento de las interrelaciones entre los elementos básicos que conforman a una estructura las cuales les permiten funcionar de manera conjunta.</i>	ENTENDER	Interpretando	DE PROCESOS <i>Cómo hacer algo; uso de métodos de investigación, de criterios para el uso de destrezas, algoritmos, técnicas y métodos específicos.</i>	ENTENDER	Interpretando
		Ejemplificando			Ejemplificando
		Clasificando			Clasificando
		Resumiendo			Resumiendo
		Infiriendo			Infiriendo
		Comparando			Comparando
		Explicando			Explicando
	APLICAR	Ejecutando		APLICAR	Ejecutando
		Implementando			Implementando
	ANALIZAR	Diferenciando		ANALIZAR	Diferenciando
		Organizando			Organizando
		Atribuyendo			Atribuyendo

Si en la enseñanza a «nivel conceptual» se tiene sólo énfasis en los procesos cognitivos del nivel de *entender* (sólo se le muestra al alumno la temática) sin llevarla a los niveles de *aplicación*, o de *análisis*, el estudiante mostrará deficiencias en distinguir, como por ejemplo cuando el estudiante de bachillerato confunde entre “área de una figura” y “perímetro de una figura”. De la misma manera, si los conocimientos a «nivel de procesos» sólo son llevados a los niveles de *entender*, evidentemente no podrá hacerse

efectiva la operación cognitiva de *implementar* dada la carencia de saber la habilidad cognitiva de *ejecutar*.

Ya en su momento, William Feller en su libro de INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE PROBABILIDADES (Feller, W. 1973) nos mencionaba la importancia de considerar a las teorías matemáticas en sus tres aspectos:

- El contenido lógico formal,
- el antecedente intuitivo y
- las aplicaciones.

Las materias que se establecen en la currícula para los primeros semestres tanto en las licenciaturas de Física y Matemáticas, deberían considerar lo anterior. Es necesario que se asocie el aprendizaje de los dominios conceptuales o de procesos junto con el dominio de los procesos cognitivos, de tal forma que el hábito se logre convertir en habilidad²¹. Y ello debe estar asociado con una secuencia de trabajo, tanto del proceso de enseñanza (lo que muestra el docente), como del proceso de aprendizaje (lo que realiza o elabora el estudiante).

²¹ Recuérdese los esquemas de Iowa, Haladyna o la definición de Estévez

CAPÍTULO V: Conclusiones

He planteado preguntas muy generales y preguntas más específicas sobre la fiabilidad de un instrumento tipo prueba de opción múltiple para discriminar y que, por su vía, se determine el acceso o no a una institución universitaria. Las preguntas generales fueron las siguientes:

1. *¿Qué características debe tener un reactivo para garantizar que sirve a la tarea de discriminar?*
2. *¿Cómo participa la matemática en la determinación del logro del reactivo de tal tarea de discriminar?*
3. *¿Cómo se miden habilidades intelectuales y cognitivas en el razonamiento en matemáticas logradas por un estudiante egresado de educación media superior a través de las respuestas a una serie de reactivos?*

Las preguntas particulares fueron las siguientes:

1. *Cómo participan las temáticas propias de la matemática del nivel medio superior en el contenido de un reactivo.*
2. *Qué papel juegan las habilidades para determinar el nivel del dominio de un estudiante*
3. *Qué habilidades se demandan utilizar, por parte del estudiante, en la solución de un reactivo*
4. *Cómo se determina el nivel de dominio de un estudiante*
5. *Qué características estadísticas debe tener un reactivo para garantizar que sirve a la tarea de discriminar*
6. *Cómo participa la matemática en el logro de tal tarea*
7. *Cómo se maneja el concepto de “aptitud académica”*
8. *Qué características tiene el estudiante que toma el «Seminario de Orientación para el Examen de Admisión»*
9. *En qué consiste la prueba denominada “Práctica de Ejercitación”*

10. *Qué aspectos previos ocurrieron en el sistema escolar para el año 2010 y que determinan las características de los estudiantes egresados del nivel medio superior*
11. *Qué resultados en puntajes reporta la dirección de administración escolar de la BUAP en el 2009 y*
12. *Qué impactos se pueden inferir de los resultados y de su distribución en algunas carreras de la BUAP*

Precisado el objeto de estudio establecí el tema de investigación y el propósito de la investigación.

Definición de los fundamentos y requerimientos exigidos para construir reactivos o ítems, y su posterior comprobación de calidad, en la utilización en las Pruebas de Discriminación (también llamadas Prácticas de Ejercitación).

Ello con la finalidad de establecer la seriedad del estudio y responder bajo los cánones de una investigación científica (Dieterich, Heinz. 1997). Para ello en los capítulos II y III mostré los estándares que se establecen se debe cumplir en la elaboración de los reactivos y cómo deben ser calibrados.

En el capítulo II traté tres aspectos importantes:

- El hecho matemático que permite indagar la capacidad discriminativa del reactivo al observar los índices asociados a cada reactivo. La relevancia estriba en la potencialidad que tales modelos simbólicos permiten para la comunicabilidad de cualidades en los grupos de estudiantes evaluados y en la certidumbre de las aseveraciones que se hacen entre estudiantes a partir de dichos indicadores. He aquí un poderoso elemento de inter-relación de CUALIDAD – CANTIDAD. Elemento muy mal entendido quien no entiende a la Matemática como hecho histórico del poder humano del pensamiento superior.
- La «formalidad» del reactivo encerradas en el contenido temático, en la relación premisa – requerimiento, en la “forma de presentación del reactivo”, acompañado o no de tablas,

gráficas o figuras, en la complejidad del reactivo dado el tratamiento que el redactor del reactivo hace con los objetos matemáticos o concretos que se plantean y con las relaciones establecidas entre dichos objetos, y finalmente el tipo del reactivo; de opción, de comparación o de suplir la respuesta.

La relación premisa – requerimiento juega un papel muy importante, ya que ello permite al estudiante elaborar un proceso de lectura que le lleve a establecer relaciones de las condiciones iniciales del planteamiento del problema al planteamiento de la tarea que debe desarrollar y que se le demanda; calcular, construir, determinar, inferir, etc.

La complejidad del reactivo depende de la complejidad de la temática (sobre todo si llega a ser mal atendida en el nivel de estudios inferior), o bien de los objetos y de las características o relaciones que se establecen manejar dentro del planteamiento del problema. A eso se le denominó la “Forma del reactivo”.

- La caracterización de un reactivo que se configura con lo que denomine “el contenido de un reactivo” y que se refiere a los dominios temáticos desde saberes básicos denominados hechos, hasta saberes más complejos como lo son los manejos conceptuales, manejo de los principios y los procedimientos. Sin embargo, lo anterior no cubre la demanda de saber responder una pregunta, ya que también se ponen en juego aspectos como el manejo del texto, la demanda cognitiva y la asimilación de la información junto con lo que se requiere responder y el modo de responder. Por ello, fui extenso en el manejo de términos de índole educativo y cognitivo, así como de los planteamientos que los teóricos cognitivos han aportado al trabajo educativo. Trate de no dejar duda al lector al momento de sintetizar en las tablas que presenté para explicar cómo se cumple con el discurso del reactivo con lo que se quiere evaluar para garantizar la discriminación efectiva.

Todo lo anterior sólo cubre una parte de la esencia que garantiza que un reactivo cumpla su función específica que es la de apoyar en la discriminación entre un estudiante y otro. Por ello, en el capítulo III mostré primeramente la forma de organizar la información de algunos reactivos (producto de pruebas aplicadas a un grupo de estudiantes), de los datos estadísticos de su calibración. Tal tarea la describí pormenorizadamente con la intención de garantizar la adecuada lectura de las tablas de cada reactivo estudiado y que vendrían a ser mostradas posteriormente.

Con todo el encuadre anterior mostré el análisis de un grupo de reactivos (información psicométrica) con el fin de evidenciar cómo es posible afirmar que sí son capaces de discriminar entre unos estudiantes y otros. Aunque para ello tuve que mostrar primero el método con que se establece un puntaje a cada estudiante de acuerdo al número y modo de responder. Ello permite entonces estudiar reactivo por reactivo y determinar qué tipo de estudiante responde favorablemente al mismo. Con ello, se puede analizar el reactivo de acuerdo a su estructura, su contenido y al tipo de estudiante que permite identificar.

He mostrado sólo una parte del estudio interno que conlleva el análisis de reactivos y en el que se pone en juego un cierto nivel de complejidad, pero considero que son suficientes (y poderosos) para mostrar la fiabilidad del uso de tales instrumentos de evaluación. Asimismo he mostrado lo que está alrededor del concepto “cualidad y calidad de un reactivo”.

Aplicaciones del resultado de investigación

Todo el análisis anterior nos muestra que el puntaje obtenido en el área de razonamiento matemático muestra niveles de dominio cognitivo con los que un estudiante cuenta al momento de ingresar al primer semestre de la universidad. Si revisamos cuáles están siendo los puntajes de ingreso, entonces podemos visualizar que tenemos una clase no homogénea de alumnos la cual puede dar al traste con las propuestas curriculares que están pensadas para estudiantes que requieren cumplir con ciertas exigencias cognitivas específicas. Ignorar ello es condenar a muchos estudiantes a viajar solos y a padecer el aprendizaje de las temáticas y dificultar el logro de habilidades en el estudio de las ciencias.

Es necesario también replantear el papel de las pruebas de opción múltiple para evaluar dominios de orden “conocimiento” o de orden “proceso cognitivo” en la práctica docente, sin embargo, se requiere de la conformación de un equipo humano especializado y específico para la elaboración de tal tarea ya que su realización no es posible sin toda una serie de técnicas, materiales y saberes suficientes.

Es y fue mi deseo, con el discurso de la tesis, aportar al saber social; espero haberlo logrado.

MUCHAS GRACIAS

ANEXO -A-.

Procedimientos utilizados en la base de datos de Excel para elaborar la presente tesis:

1. Base de datos en Excel con 2327 sustentantes; hoja electrónica con las respuestas de las 50 preguntas de la parte de la prueba sobre razonamiento matemático de cada uno de los 2327 sustentantes.
2. Se utiliza la función de construcción de gráficas para mostrar las frecuencias relativas de cada una de las opciones de cada reactivo.
3. Se identifica, reactivo por reactivo y usando función lógica de Excel, a aquellos sustentantes que contestan correctamente para determinar su puntaje final obtenido; con lo anterior se logra calcular la media de los puntajes de quienes contestan correctamente (μ_+), para que junto con la media grupal (μ_X), la desviación estándar (δ_X) y los valores p y q , se conozca el valor de p biserial (p_{bis}).
4. Identificados los reactivos a trabajar en la tesis, se identifica reactivo por reactivo y usando función lógica de Excel, el puntaje de cada sustentante de acuerdo a la opción elegida (A, B, C, D, E) para determinar el valor de p biserial (p_{bis}) respectivo.
5. Se identifica, reactivo por reactivo y usando función lógica de Excel, a aquellos sustentantes que contestan correctamente el reactivo y que cumplen con tener puntaje superior al 83% o bien menor al 27% del grupo de los 2327 sustentantes para identificar el total de sustentantes en cada grupo; son los sustentantes que conforman los grupos U_p y L_p .
6. Se identifica, reactivo por reactivo y usando función lógica de Excel, a aquellos sustentantes que contestan correctamente el reactivo y que cumplen con tener puntaje específico que lo ubique en uno de los seis grupos en que se dividió al total de puntajes; con lo anterior se hace visible al grupo comprendido entre los conjuntos U_p y L_p .

Aunque pareciera una cuestión de trivialidad, el uso de Excel requiere de tener muy clara la lógica del instrumento computacional, así como de lo que se quiere obtener. Los procedimientos anteriores se realizaron en cuatro versiones de prueba que se utilizan en el seminario de orientación para el examen de admisión. Al final, se trabajó con los reactivos de una sola de ellas dada la regularidad en los comportamientos de los reactivos en las otras versiones. La tarea fue titánica.

En la siguiente página se muestra un segmento de la hoja de Excel trabajada:

	1				2				3				4				5								
Pbis	-0.2448	0.5578	-0.1524	-0.1334	-0.3104	-0.1290	-0.0837	-0.1737	0.3584	-0.2553	-0.1520	-0.2552	-0.2305	0.5596	-0.3002	-0.1216	0.4448	-0.2330	-0.1791	-0.1855	-0.1646	-0.1108	-0.3012	0.1412	
(M+) - Mx	-108.37	53.68	-104.92	-89.56	-90.18	-111.93	-34.27	-90.72	28.33	-123.48	-142.88	-100.17	-184.51	40.24	-149.44	-157.93	27.56	-120.21	-154.09	-87.23	-59.44	-117.73	-93.39	47.62	
((M+) - (Mx))/Tx	-0.8040	0.3983	-0.7784	-0.6644	-0.6690	-0.8304	-0.2543	-0.6731	0.2102	-0.9161	-1.0600	-0.7431	-1.3688	0.2985	-1.1087	-1.1717	0.2045	-0.8919	-1.1432	-0.6472	-0.4410	-0.8734	-0.6928	0.3533	
p/q	0.0927	1.9617	0.0383	0.0403	0.2152	0.0242	0.1084	0.0666	2.9078	0.0776	0.0206	0.1180	0.0284	3.5138	0.0733	0.0108	4.7328	0.0683	0.0246	0.0821	0.1393	0.0161	0.1890	0.1597	
RaizC(p/q)	0.3045	1.4006	0.1957	0.2008	0.4639	0.1554	0.3293	0.2581	1.7052	0.2787	0.1434	0.3435	0.1684	1.8745	0.2708	0.1038	2.1755	0.2613	0.1567	0.2866	0.3733	0.1269	0.4348	0.3996	
p	0.0849	0.6624	0.0369	0.0387	0.1771	0.0236	0.0978	0.0624	0.7441	0.0721	0.0201	0.1055	0.0276	0.7785	0.0683	0.0107	0.8256	0.0639	0.0240	0.0759	0.1223	0.0159	0.1590	0.1377	
q	0.9151	0.3376	0.9631	0.9613	0.8229	0.9764	0.9022	0.9376	0.2559	0.9279	0.9799	0.8945	0.9724	0.2215	0.9317	0.9893	0.1744	0.9361	0.9760	0.9241	0.8777	0.9841	0.8410	0.8623	
"CORREC"	184	1436	80	84	384	54	224	143	1704	165	46	241	63	1778	156	24	1860	144	54	171	270	35	351	304	
M+	558.38	720.24	56164	577.00	576.38	554.63	632.28	575.83	694.88	543.07	523.67	566.39	482.05	706.80	517.12	508.63	694.12	546.34	512.46	579.32	607.11	548.83	573.17	714.17	
	*								*							*									
IND DIF	0.0791	0.6171	0.0344	0.0361	0.1650	0.0232	0.0963	0.0615	0.7323	0.0709	0.0198	0.1036	0.0271	0.7641	0.0670	0.0103	0.7993	0.0619	0.0232	0.0735	0.1160	0.0150	0.1508	0.1306	
	P3_1					P3_2					P3_3					P3_4					P3_5				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	
		561						561						561			561							561	
		853							853					853			853								
		840							840					840			840								
		840							840					840			840							840	
		786								786				786					786					786	
		826							826					826			826								
				481					481					481				481				481			
								667						667			667								
		667							667						667			667					667		
					574							574					574							574	
		521							521					521						521					
		614							614					614				614							
		760							760					760				760							
										720				720				720							
		747							747					747				747							
					508				508						508						508				
			547							547					547			547							
		614							614					614				614							
	614				600				600					600					600						
									614					614				614					614		
				786					786					786				786							
		561							561					561				561							
		561							561						561						561				
		840							840					840				840						840	
					361				361					361						361	361				
									614			614								614					

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libros

Aiken, Lewis R. (2003) *Test psicológicos y evaluación*. México, Pearson Educación.

Airasian, Peter W., Cruikshank, Kathleen A., Mayer, Richard E., Pintrich, Paul R. Raths, James & Wittrock, Merlin C. (2001) *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing (a revisión of Bloom's taxonomy of educational objectives)*. USA, Addison WesleyLongman, Inc.

Baker, Frank B. (2009) *Conceptos básicos de la Teoría de la respuesta al ítem*. México, Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior.

De Bono, Edward. (1997) *Aprende a pensar por ti mismo*. México, Paidós.

DieterichSteffan, Heinz. (1997) *Nueva guía para la investigación científica*. México, Planeta de México (Colección Ariel)

Estévez Nénninger, EtyHaydeé. (2002) *Enseñar a aprender*. México, Paidós.

Feller, William. (1973) *Introducción a la Teoría de Probabilidades y sus Aplicaciones*. México, Limusa.

Filloux, Jean-Claude. (1989). *La personalidad*. Publicaciones Cruz O. Mexico, Editorial Siglo XXI.

Gagné, Robert M. (1976) *La planificación de la enseñanza; sus principios*. México, Trillas.

Haladyna, Thomas M. (1997) *Writing test items to evaluate higher order thinking*. USA, Allyn & Bacon.

Martínez Arias, Rosario. (1996) *Psicometría: Teoría de los test psicológicos y educativos*. Madrid, Síntesis Psicología.

Petrovski, A. (1979) *Psicología evolutiva y pedagógica*. Moscú, Editorial Progreso.

Solé Gallart, Isabel. (1992) *Estrategias de lectura*. España, GRAÓ.

Tristán López, Agustín. (2006) *Estándares de calidad para pruebas objetivas*. Bogotá, Aula abierta MAGISTERIO.

Referencia de referencia:

Valls, E. (1990) *Enseñanza y aprendizaje de procedimientos cognitivos. Una propuesta referida al área de la Historia*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. (Referencia de Isabel Solé)

Allport, (1989) *Personality, Apsychological Interpretation*. (Referencia de Giroux, Jean-Claude)

Cuadernos y Folletos

Brito, H. (1989). *Capacidades, habilidades y hábitos. Una alternativa teórica, metodológica y práctica*. La Habana. Primer Coloquio sobre la Inteligencia. I.S.P. Enrique J. Varona. 1989-1990

Chávez Álvarez, César & SasdeHazin, Antonio. (2009) *Procedimientos básicos para el análisis de reactivos*. (Cuaderno técnico Número 8) México, Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior.

Herrera Ortiz, Miguel (2009). *Establecimiento de estándares en un examen criterial*. Cuaderno técnico Número 3. CENEVAL, México.

González Montesinos, Jorge González. *El análisis de reactivos con el Modelo Rasch*. México, Universidad de Sonora/Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.

Rota Gian-Carlo, (1998). *La fenomenología de la demostración matemática*, MassachussetsInstitute of Technology.

Seminario de Orientación para el Examen de Admisión para Carreras Profesionales. (2010) Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).

IowaDepartmentOf Education (1989). *A Guide ToDevelopingHigherOrderThinkingAcrossTheCurriculum*. UnitedStates.