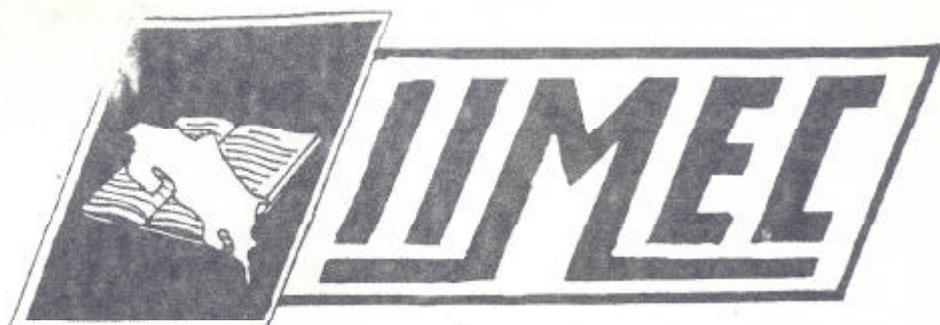


06.03.06

574



**INSTITUTO DE INVESTIGACION
PARA EL MEJORAMIENTO
DE LA EDUCACION COSTARRICENSE**

MINISTERIO DE EDUCACION PUBLICA
Programa para el Mejoramiento de la calidad
de la Educación (PROMECE)

INFORME FINAL

PROYECTO DE INVESTIGACION NO 724-98-581

Diagnóstico de destrezas cognitivas empleadas
por estudiantes de noveno año en la
resolución de problemas

Mauricio Molina
Eileana Montero
Sofía Díaz
Olga de León Páez
Elizabeth Sáenz

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE EDUCACION**

Agosto, 1998

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Instituto para el Mejoramiento de la Educación Costarricense (IIMEC)

MINISTERIO DE EDUCACION PUBLICA
Programa para el Mejoramiento de la Calidad de la Educación de la Calidad de la
Educación (PROMECE)

DIAGNOSTICO DE DESTREZAS COGNOSCITIVAS EMPLEADAS POR
ESTUDIANTES DE NOVENO AÑO EN LA RESOLUCION DE PROBLEMAS

No. 724-96-561

INFORME DE INVESTIGACION

Miembros del Equipo del Proyecto:

Mauricio Molina
Eiliana Montero
Soña Díaz
Olga de León Páez
Elizabeth Sáenz

Autores del Informe:

Mauricio Molina
Eiliana Montero

ENERO 1998

AGRADECIMIENTOS

El equipo del proyecto desea agradecer a las profesoras Gloria Boraschi y Sandra Coto quienes inicialmente formaron parte del equipo. Asimismo al personal del programa PEME por su apoyo administrativo y de digitación. También a la Ing. Mayra Alvarado, coordinadora del programa. Finalmente, queremos agradecer el valioso aporte de la Dra. Ileana Contreras, directora del IIMEC, quien dió excelentes observaciones para el mejoramiento de este informe y para crear líneas de investigación futuras.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCION.....	3
OBJETIVOS.....	4
METODOLOGIA.....	5
PERSPECTIVA TEÓRICA.....	6
RESULTADOS.....	14
CONCLUSIONES.....	32
RECOMENDACIONES.....	34
BENEFICIOS ACADÉMICOS.....	35
REFERENCIAS	36

Introducción

El poder evaluar apropiadamente las habilidades intelectuales en los estudiantes resulta de interés primordial, especialmente cuando se entiende la educación como un proceso dirigido no solo a la adquisición de conocimientos, sino también al desarrollo de habilidades de pensamiento. Para que se puedan diseñar políticas e intervenciones educativas que fomenten y faciliten el aprendizaje de estas habilidades o destrezas, se hace necesario primero diagnosticar de manera válida y confiable el nivel en que los estudiantes exhiben o no estas destrezas. Es decir, se requiere de instrumentos de evaluación diagnóstica.

Es así como el Instituto de Investigaciones para el Mejoramiento de la Educación Costarricense de la Universidad de Costa Rica, junto con el Ministerio de Educación Pública, desarrollaron un proyecto para el diagnóstico de destrezas cognoscitivas en estudiantes costarricenses de noveno año. Como parte de dicho proyecto se diseñó una prueba estandarizada, la cual busca obtener mediciones de diversas destrezas que han sido conceptualizadas usando el enfoque de las ciencias cognoscitivas conocido como teoría del procesamiento de la información. De esta manera, se pretendió crear un instrumento que tuviera a la vez una sólida fundamentación teórica y las propiedades deseables desde el punto de vista psicométrico. En este sentido, la prueba aspira a realizar una armoniosa utilización de conceptos provenientes de dos tradiciones que, históricamente, se han desarrollado en forma independiente: las teorías del procesamiento de la información y el enfoque psicométrico clásico. Entre los pocos autores que han trabajado este enfoque integrador se pueden mencionar a Robert Sternberg (1995), R.E. Snow (1989), y J.R. Anderson (1990).

El presente informe final corresponde a la primera etapa del proyecto de investigación que se formuló para lograr dicha meta y se titula: "Diagnóstico de Destrezas Cognoscitivas Empleadas por Estudiantes de Noveno Año en la Resolución de Problemas", No. 724-96-561. Tuvo como investigadores principales al Máster Mauricio Molina y a la Dra. Eiliana Montero, como investigadoras asociadas a la Lic. Olga González de León-Páez, Máster Sofia Díaz y Máster Elizabeth Sáenz, todos con una carga académica de $\frac{1}{4}$ T.C. Además, en las etapas iniciales del proyecto se contó con la colaboración de las profesoras Gloria Boraschi y Sandra Coto. Los investigadores Molina, Montero y González tuvieron nombramientos por parte de la Universidad y el resto del personal estuvo constituido por profesoras destacadas por el Ministerio de Educación Pública en el IIMEC.

Por otra parte, se debe notar que este informe da por concluido el mencionado proyecto, puesto que los investigadores consideraron que, a la luz de los resultados obtenidos en esta primera etapa, lo que se requería era más bien plantear una nueva investigación que contribuyera al desarrollo de las destrezas evaluadas. Desde esta perspectiva es que se decidió no continuar con la segunda etapa, la cual involucraba la realización de una prueba para medir razonamiento heurístico. Consecuentemente, se planteó un nuevo proyecto ante la Vicerrectoría de Investigación titulado "Diseño, Aplicación Piloto y Valoración de una Propuesta Pedagógica para el Desarrollo de Destrezas Cognoscitivas en Estudiantes de Noveno Año", que fue aprobado bajo el número No.724-97-336 actualmente en desarrollo y que tiene como investigadora principal a Eiliana Montero.

El cronograma planteado originalmente para el proyecto total regía del 1 de enero de 1996 al 15 de diciembre del año 2000, con una duración propuesta para una primera fase de 14 meses, que incluía la elaboración, aplicación y análisis de la prueba piloto. A estas actividades programadas se añadieron la elaboración de la prueba definitiva, su aplicación a nivel nacional, el análisis correspondiente, un programa de divulgación para las direcciones regionales que comprendió un taller con ítemes similares a los de la prueba definitiva y finalmente, la elaboración de los informes respectivos (dos informes para las autoridades del Ministerio de Educación Pública, un informe a cada una de las regiones educativas, un informe a cada uno de los colegios participantes y por último, este informe de investigación. Se cumplió con lo establecido en el cronograma en lo que toca a la primera fase y se completó la primera etapa del proyecto en junio de 1997, exceptuando la conclusión del presente informe, debido por una parte, a que el equipo de investigadores se redujo y a que se consideró necesario enriquecer el estudio mediante la realización de un análisis de factores de la prueba y también mediante la identificación y el establecimiento de posibles explicaciones para las diferencias por género en las habilidades estudiadas.

En cuanto a la ejecución del proyecto, hubo congruencia entre lo gastado y lo presupuestado (convenio MEP-UCR). En algunas ocasiones, la realización de ciertas actividades se vio retrasada debido a la tardanza para poder disponer de los fondos. Sin embargo, en última instancia, estos retrasos no afectaron significativamente la ejecución del proyecto.

Objetivos

De acuerdo con la experiencia generada en su realización, los objetivos originales de este proyecto se reformularon de la siguiente manera:

- 1- Crear una prueba estandarizada, que pueda ser usada como un indicador de un conjunto de destrezas cognoscitivas empleadas para la resolución de problemas en contextos académicos, integrando para ello el enfoque psicométrico y la teoría del procesamiento de información de las ciencias cognoscitivas.
- 2- Utilizar dicha prueba para hacer un diagnóstico preliminar del nivel de destrezas cognoscitivas que exhiben los estudiantes de noveno año.

En el segundo objetivo se habla de diagnóstico preliminar, ya que esta es la primera vez en nuestro país que se intenta construir una prueba con tales características. Por tanto, los resultados tienen un carácter exploratorio y no pueden ser interpretados en forma contundente. Este es el primer esfuerzo en un proceso de profundización que se espera permitirá, no sólo ir afinando cada vez más los instrumentos de medición en cuanto a su capacidad diagnóstica, sino también usar sus resultados para retroalimentar procesos de intervención pedagógica.

Metodología

Para construir los ítemes que conformarían la prueba se tomaron tareas o problemas en contextos académicos que pudieran relacionarse, de acuerdo con un criterio amplio, con las cuatro materias que el Ministerio de Educación denomina como básicas: matemáticas, ciencias, estudios sociales y español. Es importante recalcar que no se usaron los contenidos temáticos dentro de los programas o planes de estudio específicos, razón por la cual se ha dicho que las tareas consideradas pertenecían a determinada materia únicamente desde una perspectiva amplia. Es así, como dentro de los ítemes ubicados en el contexto de estudios sociales, se incluyeron situaciones propias de la antropología, la filosofía política y la historia de las religiones; dentro de los ítemes de español se ubicaron aspectos de crítica literaria y lingüística; mientras que en matemáticas aparecieron problemas de razonamiento mecánico. De esta forma, no se intentó crear ítemes representativos por materia, sino más bien usar éstas como contextos.

Las diez habilidades o destrezas cognoscitivas que fueron evaluadas fueron: categorización, isomorfismos, flexibilidad, representación icónica, deducción, inducción, relaciones de causa-efecto, recursividad, búsqueda y metacognición. Se hace una descripción de estas habilidades en la siguiente sección de este documento.

El equipo constructor estuvo formado por un especialista en ciencias cognoscitivas, una especialista en medición y evaluación educativa y especialistas en las áreas académicas de ciencias, español, estudios sociales y matemáticas. Los dos primeros fueron los investigadores principales del proyecto. El especialista en ciencias cognoscitivas proveyó el enfoque requerido para darle solidez teórica a la prueba, la especialista en medición y evaluación aportó el enfoque psicométrico y las especialistas de área, su conocimiento de los contextos académicos y su experiencia como constructoras de ítemes en las pruebas de Bachillerato (dos de ellas) y la Prueba de Aptitud Académica para admisión a la UCR (una de ellas). Además, los dos investigadores principales tienen formación básica en Estadística.

En su mayoría los ítemes fueron de escogencia única, aunque en algunos pocos casos se usaron otros formatos. El equipo elaboró primeramente alrededor de 100 ítemes intentando medir las diez habilidades listadas anteriormente. Se puso especial énfasis en que el nivel de conocimientos requerido para resolver cada ítem fuera del dominio de la mayoría de los estudiantes, de tal forma que las diferencias en las respuestas reflejaran diferencias en las destrezas cognoscitivas (procesos de razonamiento), más que en los niveles de conocimiento. Los miembros del equipo que habían elaborado ítemes para otros proyectos dentro de las cuatro materias que el MEP considera básicas, aportaron su experiencia con la población de estudiantes de noveno año y los contenidos programáticos para establecer dichos niveles de conocimiento. Se entiende aquí nivel de conocimientos como los conceptos y vocabulario necesarios para resolver cada ítem. En algunos casos, cuando hubo alguna duda en términos de si los estudiantes conocían o no estos conceptos, se les proveyó con la definición correspondiente.

Una vez construidos los ítemes, un grupo de diez jueces procedió a revisarlos en términos de su validez (el grado en que representaban la habilidad que se pretendía medir

con ellos) y otros aspectos de su calidad técnica. Después de esto se llevaron a cabo dos pruebas piloto con estudiantes. En la primera se usó una muestra intencional de 200 estudiantes distribuidos en 6 colegios y en la segunda se usó una muestra aleatoria de aproximadamente 650 estudiantes en 23 colegios. Los resultados de estas pruebas piloto permitieron obtener los índices de discriminación y dificultad para los ítems y conocer otros aspectos de la administración empírica de la prueba. También se hicieron pruebas uno a uno con estudiantes seleccionados. En ellas el investigador se reunía con el estudiante y le pedía que "pensara en voz alta" mientras resolvía el ítem. Dichas pruebas arrojaron importante información sobre el nivel de vocabulario y la claridad de las instrucciones de cada ítem.

Después de todos estos procesos de depuración, se logró obtener la prueba definitiva que estuvo constituida por 43 ítems. Esta fue administrada a una muestra al azar de 2123 estudiantes de noveno año, distribuidos en 41 colegios del país. Dicha muestra reflejó la composición de la población respecto a las categorías relevantes de análisis: urbano-rural, público-no público, académico-no académico, etc.

Una vez aplicada la prueba definitiva, se realizó de nuevo el análisis de ítems, obteniéndose un valor de 0.75 para el coeficiente de confiabilidad Alfa de Cronbach. Excepto para metacognición, todas las habilidades contaron al menos con tres ítems en la prueba. Metacognición, por el contrario, estuvo representada por un solo ítem de desarrollo, calificado en una escala de 0 a 6 puntos. Esto debido a que los otros ítems que se intentaron construir para esta destreza resultaron deficientes en términos psicométricos.

Con estos resultados se obtuvieron los porcentajes de respuesta correcta para cada una de las diez habilidades y para el total de la prueba, tanto para la muestra entera como para cada colegio. Además se hicieron comparaciones entre el desempeño de los colegios públicos y no públicos, urbanos y rurales, diurnos y nocturnos y por género del estudiante. Finalmente, se obtuvo la correlación (grado de asociación) entre la posición relativa que ocuparon los colegios de acuerdo a su promedio de notas en la prueba de destrezas cognitivas y la posición relativa que ocuparon en las pruebas de conocimientos de noveno año y las de Bachillerato.

Se debe notar que en este estudio no se pueden hacer inferencias específicas a nivel de región, ya que el tamaño de la muestra no permite ese nivel de desagregación. Sin embargo, los resultados y las conclusiones y recomendaciones derivadas de ellos son relevantes para las direcciones regionales.

Perspectiva teórica

Aunque los procesos cognoscitivos han sido abordados desde los tiempos de la Grecia clásica, no es sino hasta el siglo XX que se desarrollan verdaderas sistematizaciones sobre el tema. Es la psicología conductista una de las primeras en ocuparse de utilizar las herramientas tradicionales de la ciencia experimental para estudiar este tema. A partir de los años 60's el paradigma conductista se muestra insuficiente para explicar la naturaleza de los procesos cognoscitivos (Gardner, 1985). Es a partir de ese momento que comienza a desarrollarse lo

que se conoce como teoría del procesamiento de la información en ciencias cognoscitivas (Pylyshyn, 1984; Hofstadter, 1985). Ya desde los años 50 Turing (1950), había demostrado que un sistema computacional, donde la inspección de los estados internos es posible, podía funcionar como modelo plausible para explicar la cognición. Uno de los temas centrales de la psicología cognoscitiva a partir de este cambio paradigmático ha sido el de la solución de problemas (Atwood y Polson, 1976).

Tradicionalmente, el enfoque cognoscitivista (también llamado simbolista) trata este tema desde la perspectiva de la realización de una búsqueda a partir de un estado inicial hasta un estado final (Newell y Simon, 1972). Dicha búsqueda puede orientarse a partir de un procedimiento algorítmico; o bien mediante heurísticos ("Rules of Thumb") que dirijan una búsqueda ciega (sin pasos predeterminados). Piaget, quien expresó su simpatía con las formalizaciones computacionales de la inteligencia (Boden, 1980), se había preocupado por el primer tipo de procesos al tratar el tema de la lógica proposicional y la reversibilidad en la solución de problemas. Newell y Simon (1972), por su parte, se ocuparon de otros procesos de búsqueda más complejos. A pesar de que el paradigma simbolista ha resultado eficiente en el manejo de una buena parte de los problemas lógicos y matemáticos, los psicólogos de la Gestalt discutieron un tema que reta los planteamientos simbolistas: el pensamiento productivo. Señalan los psicólogos de la Gestalt (Kohler, 1956) que en algunos problemas existe una intuición que posibilita la resolución del problema sin necesidad de búsquedas exhaustivas. Esta sería típicamente la base del pensamiento creativo. Si bien dichas intuiciones representan a grandes rasgos la idea de heurísticos, el énfasis de la Gestalt estaría en la comprensión misma del problema. Como un punto adicional, algunos de los problemas que son resueltos mediante la creatividad (sea escribir un poema o pintar un cuadro) no cuentan con un estado meta realmente determinado, ni tienen un criterio preestablecido para juzgar su éxito o fracaso. En este sentido, Guilford (1950) establece una división importante entre problemas convergentes (de soluciones preestablecidas) y divergentes (de soluciones no preestablecidas).

Así, el enfoque de las ciencias cognoscitivas conocido como teoría del procesamiento de la información permite, no solo centrarse en "el camino" que lleva a la solución correcta de un problema, sino también en la interpretación teórica de las causas de los errores que se cometen al tratar de resolverlo. En este sentido existe literatura importante sobre las estrategias erróneas que se suelen utilizar en la resolución de problemas (Sternberg, 1996; Anderson, en prensa; Nichols, 1994; Newell y Simon, 1972; Atwood y Polson, 1976).

De esta manera y usando la teoría del procesamiento de la información como referente teórico, fueron conceptualizadas diez destrezas cognoscitivas que se consideran de gran relevancia en la resolución de problemas en contextos académicos y científicos (Anderson, en prensa; Sternberg, 1996; Newell y Simon, 1972).

Se entiende por destreza cognoscitiva la capacidad mostrada por un individuo para la ejecución de una determinada actividad intelectual (Anderson, 1990). En esta propuesta se pretende crear una intervención pedagógica para el desarrollo de las diez destrezas o habilidades que fueron evaluadas en el proyecto que dio origen a ésta. A continuación se presenta una breve explicación de cada una de estas destrezas y su importancia.



1-Categorización

La actividad de categorización corresponde a la conformación de conjuntos o clases de objetos, según algún tipo de criterio. Los criterios de clasificación pueden estar fundamentados en una serie de características necesarias y/o suficientes que definen si un objeto pertenece o no a la categoría (clase bien definida), sin embargo la mayoría de las categorías con las que lidiamos diariamente son de naturaleza más bien difusa (Rosch, 1973).

Un ejemplo de categoría bien definida es el del conjunto de los múltiplos de 5: cualquier elemento que cumpla la condición de ser divisible entre 5 pertenece a dicho conjunto, mientras que cualquiera que no lo cumpla no pertenece al mismo. Un ejemplo de categoría difusa puede encontrarse en la operación de ubicar una pintura dentro de un movimiento artístico. Una categoría como Impresionismo corresponde a una clase a la que pertenecen una serie de autores o cuadros, sin embargo resultaría imposible definir las características que permiten ubicar o no ubicar dentro de la clase Impresionismo. De hecho, es fácil mostrar que algunos elementos parecen pertenecer con mayor propiedad que otros a la clase; así, se diría fácilmente que los cuadros de Monet y Manet son impresionistas, pero los de Seurat, Signac o los del mismo Cézanne pueden ser o no considerados impresionistas. Por otra parte, existen cuadros que definitivamente no pueden ser clasificados como impresionistas (por ejemplo, Munch). De este modo, a grandes rasgos se puede decir que una clase difusa tiene elementos centrales o prototípicos y elementos periféricos, mientras que otros elementos no son parte de la clase.

Las tareas propias de la categorización son esencialmente de dos tipos, aunque probablemente en ambas subyace el mismo tipo de actividad cognoscitiva. Ellas son: reconocimiento de los patrones que definen una clase dada (clase bien definida), y, asignación de elementos a una clase (sea ésta bien definida o difusa). Un ejemplo del primer tipo de problema sería encontrar cuáles características definen un conjunto de figuras geométricas irregulares. En cuanto al otro tipo de problema, un ejemplo sería el encontrar a qué movimiento artístico corresponde determinada obra musical.

En cuanto a la pertinencia de los procesos de categorización en los contextos académicos, se pueden dar múltiples ejemplos interesantes. Los movimientos literarios pueden concebirse como conceptos contruidos mediante categorías difusas, otro tanto podría decirse de los sistemas políticos dentro de las ciencias humanas. En realidad toda disciplina científica se fundamenta en categorizaciones. Es frecuente el desarrollo de taxonomías, las cuales no son otra cosa que sistemas categoriales. Se puede citar el caso de Charles Linneo en biología, la taxonomía de Bloom o la definición de las enfermedades mentales y/o físicas. Buena parte de estos sistemas categoriales están conformados por clases difusas, aunque en el caso de las ciencias formales es común tratar con categorías bien definidas, por ejemplo, los números reales en matemáticas o el conjunto de las proposiciones verdaderas en lógica.

2-Isomorfismo

El proceso denominado isomorfismo corresponde a la transposición de dos conceptos diferentes, o mejor dicho, a la construcción de una asociación estructural entre dichos conceptos. Se trata de una analogía compleja entre dos estructuras conceptuales (Anderson, en

prensa). La historia de la ciencia y del arte están llenas de ejemplos de este tipo. Desde el momento en que el ser humano intenta explicarse fenómenos naturales mediante sus concepciones míticas y religiosas, recurre a aventurados isomorfismos, como la famosa idea de que el cosmos es análogo al mismo ser humano. Platón empleó mecanismos similares a los del mito, con el fin de explicarse la mente humana, el amor y su misma metafísica. Es famosa su Alegoría de la Caverna, donde explica su sistema filosófico mediante la imagen de unos cautivos en una cueva, incapaces de mirar directamente la luz del sol.

Otros ejemplos de isomorfismo se relacionan con las artes, y, sobre todo, con las figuras retóricas: Chesterton solía emplear alegorías como la linterna de la razón iluminando el caos y la anarquía del mundo contemporáneo; Antonio Machado se valió, en cambio, de simbolismos más complejos como el Mar, donde conviven la inmensidad, la experiencia mística o la historia personal. Los isomorfismos no son tampoco ajenos a la ciencia. Un escritor naturalista como Zolá, ha propuesto que la sociedad sea estudiada como un cuerpo humano, es decir que las ciencias humanas se manejen como la medicina. Los fisiócratas entendieron los fenómenos económicos en términos del flujo sanguíneo.

Por otra parte, el hecho que posibilitó la creación de las computadoras fue el que algunos filósofos encontraran fuertes similitudes entre la estructura lógica del razonamiento y el álgebra booleana. Posteriormente, otros se dieron cuenta que los circuitos electrónicos también funcionan mediante una estructura similar.

3-Flexibilidad

Uno de los aspectos de la cognición humana que ha sido estudiado desde hace muchos siglos y bajo una gran variedad de perspectivas, es el de la representación del conocimiento. Por representación se entiende el modo en que se estructuran los conocimientos que va adquiriendo el ser humano (Anderson, en prensa). Al hablar de estructuración de la información estamos suponiendo que no existe una única manera en que ésta pueda ser llevada a cabo.

Considérese por un momento el concepto de triángulo equilátero; dicho concepto puede ser manejado dentro de la memoria humana mediante la imagen mental de un triángulo, o bien podría estar grabado en la mente mediante una serie de reglas (tres lados iguales, tres ángulos iguales); incluso se podría pensar que la mente trabaja mediante fórmulas de álgebra analítica que definen conjuntos de puntos que conforman triángulos equiláteros, si bien es cierto esta última forma de estructuración parece poco factible dentro de la mente humana.

Igualmente se podría pensar en el juego de ajedrez. Los aficionados al ajedrez utilizan una forma de representación que permite anotar todas las jugadas que se dan en una partida. Aunque, en efecto, se trata de una forma de representación del conocimiento, es improbable que un ser humano, al memorizar una partida, tenga en su mente una lista de jugadas del tipo A4D o C3AR; es más probable que su mente recree la imagen del tablero y todos los desplazamientos de las piezas dentro del mismo.

Uno de los principios que generalmente se aceptan en las ciencias cognoscitivas y en la filosofía, mantiene que todo conocimiento está organizado en la mente humana por medio de

algún tipo de representación. Aunque todo conocimiento requiere de una representación, también es cierto que la representación del conocimiento puede jugar un papel que se puede considerar negativo, puesto que también tiende a hacer que los fenómenos sean siempre vistos de una única forma. Por ejemplo, a la hora de describir una oficina, las personas tienden a recordar aquellas cosas que usualmente se encuentran en este tipo de lugares, y a olvidar aquellas que no son usuales. De esta forma, las personas tienden a formar una representación del concepto de Oficina y esta representación puede provocar errores de percepción cuando se ven enfrentados ante una oficina particular que difiere del prototipo de oficina (Anderson, 1990).

Este tipo de sesgos se repite a nivel de la interacción social, en forma de estereotipos (Dovidio et. al., 1986). Por ejemplo, resulta frecuente que las personas repitan afirmaciones como "Todos los nicaraguenses son ..." o "todas las mujeres son...".

Por otra parte, existen problemas que no son fáciles de resolver, puesto que requieren el romper con alguna de estas estructuras fijas. Durante siglos se consideró que el movimiento circular tenía connotaciones místicas, connotaciones de perfección. No era, por lo tanto, fácil pensar que los planetas tuvieran órbitas elípticas. Tampoco fue sencillo que alguien pensara que la Tierra no estaba en el centro del universo o que el ser humano era otro animal dentro de la cadena de la evolución. La capacidad que se opone al estereotipo, a la estructura fija, se denomina flexibilidad (Lubart y Sternberg, 1995).

Se define flexibilidad como el proceso de probar alternativas en cuanto a la mejor forma de representación del conocimiento. Se han dado aquí una serie de ejemplos donde la flexibilidad permitió el desarrollo de la ciencia (el heliocentrismo, Kepler, la evolución de las especies, etc.). Es igualmente fácil ver el papel de la flexibilidad dentro del arte, puesto que la tarea de reaccionar frente a las formas de representación estereotipadas es parte de la dinámica que genera el arte mismo.

4-Representación Icónica

Anteriormente se habló de que existían diversas formas en las que las personas eran capaces de estructurar su pensamiento, es decir, diversas formas de representación del conocimiento. Una de éstas se fundamenta en la creación de imágenes mentales (Shepard y Meltzer, 1971). Se dijo, por ejemplo, que era posible representar una partida de ajedrez mediante una imagen del tablero y las movidas de las piezas. No todas las personas son igualmente hábiles manejando estas imágenes mentales, de hecho, algunas evitan esta estrategia y se plantean los problemas de otra forma. Los problemas de geometría serían particularmente difíciles para estos individuos, pero en otros casos, como el de la partida de ajedrez, simplemente emplearán una estrategia de representación alternativa (podría ser similar a la notación usual del ajedrez). Imagínese las estrategias utilizadas por las personas para ubicar una dirección; mientras unos se formarán una imagen mental del lugar, otros simplemente memorizarán una serie de reglas (100 mts. N del lugar X, por ejemplo).

Por otra parte, también existen personas que son particularmente hábiles con el manejo de imágenes. Estas personas entenderán mejor un problema estadístico o físico mediante la presencia de un gráfico, y tal vez no mediante fórmulas matemáticas u otro tipo de

explicaciones; probablemente prefieran un esquema que un texto. Algunos individuos son mejores que otros "moviendo" mentalmente las imágenes, logrando reconocer objetos dibujados en posiciones poco usuales. Indudablemente, este tipo de personas tienen ciertas ventajas en tareas relacionadas con la física, con la geometría y con disciplinas como la ingeniería. También se podría pensar que muchas manifestaciones pictóricas requieren un alto grado de capacidad en este sentido. Los juegos de perspectiva parecen requerir un buen grado de manejo de la imagen mental. Finalmente, cabe recalcar que la literatura misma requiere de la creación de imágenes, que luego serán evocadas en la mente de los lectores.

5-Deducción

Otra forma de representar el conocimiento se refiere a la formalización lógica. Las leyes que rigen este tipo de formalización (similares a las leyes que permiten mover mentalmente los objetos) permiten reconocer la validez de un razonamiento, de modo que si los supuestos de los que parte el razonamiento son verdaderos, la conclusión es igualmente verdadera. O sea, un razonamiento lógicamente correcto es aquel que, aplicado a supuestos verdaderos, garantiza una conclusión verdadera.

Aunque los intentos de reconocer una formulación sistemática del pensamiento pertenecen a las elucubraciones de pensadores como Aristóteles, Santo Tomás y Frege, se puede decir que, en algún sentido, estas leyes del pensamiento pertenecen a la naturaleza humana, de modo que las sistematizaciones de los citados filósofos, más que una preceptiva del pensamiento vienen a reconocer sus leyes "naturales". Sin embargo, el libre juego del pensamiento humano tiene sus trampas, sus cavernas: las falacias.

Las falacias son al menos tan connaturales al ser humano como las mencionadas leyes del pensamiento. Si se lee el diario de hoy atentamente, se pueden encontrar infinidad de pensamientos circulares, si se escuchan los discursos políticos no será difícil reconocer términos utilizados ambiguamente; incluso, dentro de los razonamientos científicos se podrá encontrar este tipo de lagunas del pensamiento.

Sobra mencionar la necesidad de conocer y aplicar las leyes de la lógica en la investigación científica (Popper, 1962) y en otras disciplinas del saber como la misma política. Debe señalarse finalmente, que las leyes de la lógica son de naturaleza deductiva, esto quiere decir que únicamente a partir de un conocimiento de tipo general ("Todos los seres humanos son mortales") se puede llegar a conclusiones específicas ("Eduardo es mortal").

6-Inducción

Se ha indicado que la naturaleza del pensamiento lógicamente válido es de tipo deductivo, es decir, que parte de lo general a lo particular. Desde esta perspectiva, el pensamiento inductivo, es decir, el que llega a conclusiones generales a partir de información particular, es necesariamente falaz. Sin embargo, es preciso reconocer la importancia de la inducción dentro de la construcción del conocimiento, dado que el mismo pensamiento deductivo requiere de información general para ser útil (Anderson, en prensa). Cuando se hace la deducción de que "Eduardo es mortal" partimos del conocimiento de que "Todos los seres

humanos son mortales", conocimiento de tipo general, que se ha adquirido mediante la observación de millones de datos que lo certifican, pero que siguen siendo datos de tipo particular. En otras palabras, toda deducción trae implícitos procesos inductivos anteriores. Nunca se estará cien por ciento seguro de que un ser humano particular va a morir, pero la evidencia en este sentido es ciertamente abrumadora.

Así, el ser humano está en la necesidad de recurrir a un procedimiento "incierto" para la construcción del conocimiento. Desde un punto de vista práctico, gran parte de los estudios científicos, en alguna de sus etapas, se fundamentan en el uso de la inducción. De qué otra forma se podría diagnosticar una enfermedad, o pronosticar el resultado de las elecciones, a partir de un estudio por muestreo?

7- Causa-Efecto

Aunque el establecimiento de causas y efectos es una tarea que involucra razonamientos inductivos y deductivos, la historia no acaba allí. Es sabido que la categoría de causalidad es sumamente abstracta, al punto que resulta ser una entidad casi fantasmagórica, sin embargo, se trata de una categoría a la que la cognición del ser humano parece destinado (Kant, 1983). No es lo mismo decir que siempre que la bola se pateo (A), rueda (B), que decir que la patada es causa de que la bola rueda (A causa B). Para colmo, es común que la gente se refiera a causalidad cuando un evento hace más factible que otro ocurra, como cuando se dice que el fumar es causa del cáncer. El establecimiento de causalidades es uno de los objetivos más complicados de la ciencia, siendo la experimentación el procedimiento más útil para este fin.

8-Recursividad

En el cuadro Las Meninas de Velázquez, es posible ver la figura del autor mismo, gracias a la presencia de un espejo en el interior de la pintura. Se trata, por lo tanto, de un autorretrato de Velázquez dentro de un retrato de otras personas. Bach hizo su propio espejo, al culminar una obra musical con las notas B-A-C-H (según la notación musical alemana). La historia de procesos que se invocan a sí mismos parece relacionarse con la vieja ambición del autoconocimiento personal. Escher dibujó una mano que se está pintando a sí misma. Recuérdese la vieja paradoja de la niña que lee un libro en cuya portada aparece una niña que lee un libro en cuya portada..

También en matemáticas existen este tipo de procesos que se invocan a sí mismos, terminando a veces en la paradoja (la paradoja de Russell, por ejemplo), o bien en conceptos tan sencillos como la definición del factorial: $n! = n(n-1)!$

Para los especialistas en computación la llamada recursividad es pan de cada día, estrategia que reduce a pocas líneas lo que de otro modo requeriría hojas de código de programación (Hofstadter, 1985). Estrategia cuyo único peligro consiste en desembocar en un ciclo infinito (loop) que no permite la finalización del programa, equivalente computacional de la paradoja lógica.

9. Búsqueda

Dentro de la resolución de un problema, a menudo se presentan situaciones en las que no existe una buena estrategia para obtener el resultado. Algunos problemas en apariencia sencillos, como la tarea de encontrar el mínimo número de colores necesarios para pintar el mapa de Europa, no pueden ser resueltos, excepto si el sujeto se da a la tarea de buscar, mediante ensayo y error, la solución correcta (Newell y Simon, 1976). Un juego como el ajedrez puede analizarse como la tarea de buscar el camino que lleve a la meta de dar el Jaque Mate al rival. Esto es particularmente cierto si el jugador carece de herramientas para prever las posibles consecuencias de una jugada y solamente logra su objetivo ensayando todas las posibles movidas. En el caso de un jugador experto, éste es capaz de utilizar herramientas que le permiten evitar una búsqueda masiva, donde se analicen todas las posibilidades.

Es así, como algunas veces la búsqueda puede verse reducida mediante la utilización de estrategias que no necesariamente llevan a un resultado satisfactorio, pero que facilitan la labor de encontrar una respuesta. Este tipo de herramientas son conocidas como heurísticos. En el caso del ajedrez, algunos de los heurísticos más conocidos son el tratar de dominar el centro del tablero y el tratar de "enrocar" rápidamente. Dichas estrategias no necesariamente llevarán a ganar la partida, pero son buenas aproximaciones que aumentan la probabilidad de una victoria. En realidad, el asumir que una persona realiza una búsqueda masiva considerando todas las posibles movidas, propias y del contrario, no resulta razonable. Las posibles jugadas que se presentan durante una partida de ajedrez son innumerables y la capacidad mental de las personas les permite analizar solo un reducido número de posibilidades. En otro tipo de problemas (El Gato, por ejemplo) es más sencillo realizar una búsqueda exhaustiva.

En cualquier caso, existen problemas que no pueden ser resueltos sin recurrir a la búsqueda sobre el espacio de posibilidades, sea ésta búsqueda exhaustiva o búsqueda guiada por las estrategias probabilísticas que se han llamado heurísticos. Una gran cantidad de situaciones de la vida cotidiana requieren de alguna forma de búsqueda: búsqueda de la palabra adecuada o la idea precisa, es decir búsqueda dentro de elementos de nuestra memoria, búsqueda de posibles respuestas a un misterio, búsqueda de las razones de un fenómeno, etc.

10-Metacognición

Todas las actividades o procesos que han sido explicados hasta el momento se refieren a estrategias de solución bastante específicas. Dichos procesos requieren de mecanismos de control, es decir, de un nuevo proceso de mayor jerarquía que el resto, el cual genera la ejecución de diversas tareas, de acuerdo al propósito que se persiga, tratándose, por lo tanto, de una instancia encargada de mantener el sentido de intención propio del sujeto (Lubart y Sternberg, 1995; Snow, 1989). Este mecanismo de control es lo que se denomina metacognición.

Toda tarea relativamente compleja requiere de alguna sistematización que permita organizar secuencialmente las sub-tareas necesarias para obtener el resultado. Supóngase, por ejemplo, la actividad de construir una máquina capaz de analizar todo tipo de cálculos complejos o de análisis de datos, es decir, la tarea que a principios y mediados de siglo llevó a la creación de

la computadora. La obtención del producto final, es decir de la computadora, requirió de la conjunción de una gran cantidad de esfuerzos anteriores. De esta forma, los primeros diseños aprovecharon la similitud existente entre el comportamiento de los circuitos digitales y la lógica simbólica (isomorfismo), así como los principios de la deducción (uno de los pioneros fue el lógico inglés Allan Turing), también conceptos como el de máquina universal y particular (provenientes de procesos de categorización) y seguramente, la flexibilidad que permitió pensar que las operaciones que realiza una máquina pueden ser de una sutileza que no posee el motor de un automóvil o el sistema de alumbrado eléctrico. La misma investigación científica (al menos en el paradigma positivista) involucra un protocolo de organización de una serie de labores diversas (por ejemplo de la deducción y la inducción).

Resultados

El cuadro No.1 presenta la distribución de frecuencias de las notas, en escala 0-100, a nivel de toda la muestra y las principales medidas de estadística descriptiva. El gráfico No.1 presenta el gráfico de barras o histograma correspondiente.

CUADRO No. 1
**Distribución de Frecuencias para la Nota en la Prueba de
 Destrezas Cognoscitivas Administrada en 1996**
Muestra Total

Nota	No. de Estud.	%	% acum.
11.39	2	.1	.1
12.66	1	.0	.1
13.92	2	.1	.2
16.46	3	.1	.4
17.72	4	.2	.6
18.99	6	.3	.8
20.25	3	.1	1.0
21.52	4	.2	1.2
22.78	6	.3	1.5
24.05	12	.6	2.0
25.32	11	.5	2.5
26.58	4	.2	2.7
27.85	11	.5	3.3
29.11	25	1.2	4.4
30.38	26	1.2	5.7
31.65	25	1.2	6.8
32.91	18	.8	7.7
34.18	31	1.5	9.1
35.44	31	1.5	10.6
36.71	39	1.8	12.4
37.97	56	2.6	15.1
39.24	35	1.6	16.7
40.51	49	2.3	19.0
41.77	47	2.2	21.2
43.04	58	2.7	24.0
44.30	63	3.0	26.9
45.57	70	3.3	30.2
46.84	53	2.5	32.7
48.10	64	3.0	35.8
49.37	71	3.3	39.1
50.63	69	3.3	42.3
51.90	76	3.6	45.9

Continúa...

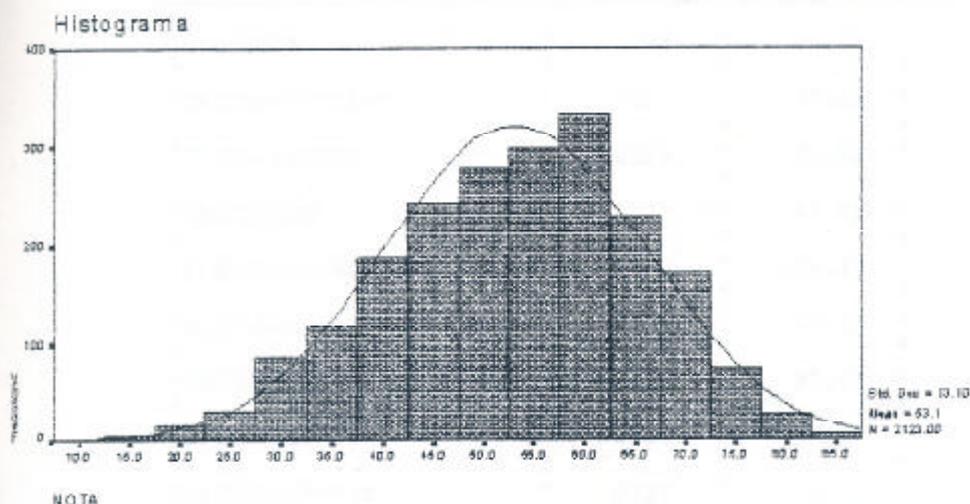
CUADRO No. 1 (Continuación)

Nota	No. de Estud.	%	% acum.
53.16	79	3.7	49.6
54.43	64	3.0	52.7
55.70	72	3.4	56.1
56.96	84	4.0	60.0
58.23	76	3.6	63.6
59.49	76	3.6	67.2
60.76	98	4.6	71.8
62.03	84	4.0	75.7
63.29	71	3.3	79.1
64.56	54	2.5	81.6
65.82	50	2.4	84.0
67.09	55	2.6	86.6
68.35	46	2.2	88.7
69.62	47	2.2	91.0
70.89	41	1.9	92.9
72.15	39	1.8	94.7
73.42	29	1.4	96.1
74.68	22	1.0	97.1
75.95	8	.4	97.5
77.22	16	.8	98.3
78.48	12	.6	98.8
79.75	10	.5	99.3
81.01	5	.2	99.5
82.28	2	.1	99.6
83.54	3	.1	99.8
84.81	4	.2	100.0
86.08	1	.0	100.0
Total	2123	100.0	100.0

Estadísticas Descriptivas:

Promedio	53.117
Mediana	54.430
Moda	60.759
Desviación Estándar	13.096

GRAFICO No. 1
Histograma de la Nota en la Prueba de Destrezas Cognoscitivas Administrada en 1996
Muestra Total



El cuadro y el gráfico No.1 muestran que, en general, el desempeño de los estudiantes fue relativamente bajo. La nota promedio fue 53.12. La mediana indica que el 50% de los estudiantes tuvo una nota menor o igual a 54.43 y la nota que más se repitió fue la de 60.76. Se tiene además que más del 90% de los estudiantes obtuvieron una nota menor de 70.

El gráfico indica, además, que la distribución de las notas es bastante cercana a la curva normal, con una concentración de datos alrededor del promedio. Se nota eso sí una ligera asimetría en términos de una mayor cantidad de datos ubicados a la izquierda del promedio, es decir con valores más bajos.

En el cuadro No.2 se presentan las notas promedio para cada una de las diez habilidades. Para interpretar este cuadro se debe indicar primero que, excepto para metacognición, todas las habilidades contaron al menos con tres ítems en la prueba. Metacognición, por el contrario, estuvo representada por un solo ítem de desarrollo, calificado en una escala de 0 a 6 puntos.

CUADRO No.2
Prueba de Destrezas Cognoscitivas Administrada en 1996
Promedios de Nota por Habilidad
Muestra Total

Destreza	# de Estud.	Promedio
"BUSQUEDA	2123	19.97
"	"	"
"CATEGORIZACION	2123	49.88
"	"	"
"CAUSA-EFECTO	2123	76.52
"	"	"
"DEDUCCION	2123	47.73
"	"	"
"FLEXIBILIDAD	2123	39.70
"	"	"
"REPRESENTACION ICONICA	2123	44.31
"	"	"
"INDUCCION	2123	37.61
"	"	"
"ISOMORFISMOS	2123	53.68
"	"	"
"METACOGNICION	2123	27.37
"	"	"
"RECURSIVIDAD	2123	21.18
"	"	"
"NOTA DE LA PRUEBA	2123	53.12

Del cuadro 2 se desprende, igualmente, la conclusión de que, en general, el desempeño de los estudiantes fue relativamente bajo. Llama la atención, sin embargo, el promedio relativamente alto de la nota para relaciones de causa-efecto. Este resultado, sin embargo, debe interpretarse con cautela, dado que dos de los ítemes que intentaron medir esta destreza fueron dados en un formato diferente al de escogencia única, como una serie de afirmaciones a las que el estudiante debía responder marcando con una X si se trataba de una causa o una consecuencia. Además, los contextos en que se presentaron estos ítemes involucraron temáticas tratadas de manera general en los contenidos curriculares. Por estas razones se cree que estos ítemes resultaron excepcionalmente fáciles para los estudiantes. De hecho esta nota relativamente alta en causa-efecto influye positivamente en el promedio general. Si no se considerase causa-efecto en el cálculo del promedio general, éste resultaría bastante más bajo.

En el cuadro 3 se muestran las correlaciones entre los puntajes de las diez subescalas por habilidad. Como puede notarse, existen grados de asociación moderados entre las mismas. Aquellas correlaciones mayores a 0.30, en general parecen coincidir con las habilidades que son relativamente más fáciles por lo que podría estar afectado por la dificultad, tal es el caso de causa efecto y categorización ($r=0.3102$), isomorfismo y flexibilidad ($r=.3030$), etc. También se encuentra una correlación relativamente alta entre Isomorfismo y representación icónica, lo que podría explicarse dado el hecho de que algunos ítemes de flexibilidad utilizaban materiales de tipo gráfico. Todas las habilidades muestran correlaciones aceptables con el total de la prueba, destacando la asociación entre causa-efecto y el total ($r=0.8275$), lo cual se explica dada la mayor cantidad de ítemes que miden esta habilidad.

**CUADRO N° 3 :
COEFICIENTES DE CORRELACIÓN ENTRE HABILIDADES**

	BUSQUED	CATEGO	CAUSAEFE	DEDUCCIO	FLEXIBIL	ICONICA
BUSQUED	1.0000 (2123) P= .	.1753 (2123) P= .000	.1785 (2123) P= .000	.1870 (2123) P= .000	.2269 (2123) P= .000	.2186 (2123) P= .000
CATEGO	.1753 (2123) P= .000	1.0000 (2123) P= .	.3102 (2123) P= .000	.1886 (2123) P= .000	.2472 (2123) P= .000	.2347 (2123) P= .000
CAUSAEFE	.1785 (2123) P= .000	.3102 (2123) P= .000	1.0000 (2123) P= .	.2520 (2123) P= .000	.2939 (2123) P= .000	.3186 (2123) P= .000
DEDUCCIO	.1870 (2123) P= .000	.1886 (2123) P= .000	.2520 (2123) P= .000	1.0000 (2123) P= .	.2559 (2123) P= .000	.2792 (2123) P= .000
FLEXIBIL	.2269 (2123) P= .000	.2472 (2123) P= .000	.2939 (2123) P= .000	.2559 (2123) P= .000	1.0000 (2123) P= .	.3236 (2123) P= .000
ICONICA	.2186 (2123) P= .000	.2347 (2123) P= .000	.3186 (2123) P= .000	.2792 (2123) P= .000	.3236 (2123) P= .000	1.0000 (2123) P= .
INDUCCIO	.0893 (2123) P= .000	.1458 (2123) P= .000	.1673 (2123) P= .000	.1064 (2123) P= .000	.1139 (2123) P= .000	.1512 (2123) P= .000
ISOMORF	.1451 (2123) P= .000	.2145 (2123) P= .000	.3187 (2123) P= .000	.2346 (2123) P= .000	.3030 (2123) P= .000	.3894 (2123) P= .000
METACOG	.0874 (2123) P= .000	.1795 (2123) P= .000	.2355 (2123) P= .000	.0992 (2123) P= .000	.1462 (2123) P= .000	.1544 (2123) P= .000
RECURSIV	.1291 (2123) P= .000	.1618 (2123) P= .000	.1852 (2123) P= .000	.1598 (2123) P= .000	.1889 (2123) P= .000	.1786 (2123) P= .000
NOTA	.3358 (2123) P= .000	.4945 (2123) P= .000	.8275 (2123) P= .000	.4334 (2123) P= .000	.5400 (2123) P= .000	.5822 (2123) P= .000

Los cuadros 4 y 5 se refieren a las variables de las mismas categorías de población. En estos el primer número indica el número de las variables observadas en un promedio de respuestas.

CUADRO N° 3 :
COEFICIENTES DE CORRELACIÓN ENTRE HABILIDADES

CONTINUACIÓN

	INDUCCIO	ISOMORF	METACOG	RECURSIV
BUSQUED	.0893 (2123) P= .000	.1451 (2123) P= .000	.0874 (2123) P= .000	.1291 (2123) P= .000
CATEGO	.1458 (2123) P= .000	.2145 (2123) P= .000	.1795 (2123) P= .000	.1618 (2123) P= .000
CAUSAEFE	.1673 (2123) P= .000	.3187 (2123) P= .000	.2355 (2123) P= .000	.1852 (2123) P= .000
DEDUCCIO	.1064 (2123) P= .000	.2346 (2123) P= .000	.0992 (2123) P= .000	.1598 (2123) P= .000
FLEXIBIL	.1139 (2123) P= .000	.3030 (2123) P= .000	.1462 (2123) P= .000	.1889 (2123) P= .000
ICONICA	.1512 (2123) P= .000	.3894 (2123) P= .000	.1544 (2123) P= .000	.1786 (2123) P= .000
INDUCCIO	1.0000 (2123) P= .	.1026 (2123) P= .000	.1399 (2123) P= .000	.0743 (2123) P= .001
ISOMORF	.1026 (2123) P= .000	1.0000 (2123) P= .	.1606 (2123) P= .000	.1845 (2123) P= .000
METACOG	.1399 (2123) P= .000	.1606 (2123) P= .000	1.0000 (2123) P= .	.1352 (2123) P= .000
RECURSIV	.0743 (2123) P= .001	.1845 (2123) P= .000	.1352 (2123) P= .000	1.0000 (2123) P= .
NOTA	.3243 (2123) P= .000	.6424 (2123) P= .000	.3955 (2123) P= .000	.3365 (2123) P= .000

Los cuadros 4 al 8 presentan las comparaciones según categorías de población. En cuanto al género (cuadro 4) se tiene que los varones obtuvieron un promedio de respuestas

correctas que fue 4,46 puntos por encima del que obtuvieron las mujeres. Una prueba estadística aplicada en este caso estableció que esa diferencia es estadísticamente significativa al 5%, lo que quiere decir que hay evidencia estadística de que, a nivel de la población total de estudiantes, los varones tienen un promedio mayor que el de las mujeres. Sin embargo, si se considera la magnitud de esta diferencia se puede concluir que la brecha entre ambos grupos no es considerable, pues se trata de menos de 5 puntos en la escala de 0 a 100.

En lo que toca a la comparación entre colegios públicos y no públicos se muestra en el cuadro 5 que los no públicos (privados y semi-oficiales) tuvieron un promedio 7,35 superior a los públicos. Este valor también resulta estadísticamente significativo, por lo que se concluye que hay evidencia estadística de que, a nivel de la población total de estudiantes, los provenientes de colegios privados y semi-oficiales tienen un promedio mayor que el de los provenientes de colegios públicos.

En cuanto a las comparaciones según zona, modalidad y horario del colegio (cuadros 6,7 y 8 respectivamente) se observan igualmente diferencias significativas entre sus promedios de nota, favoreciendo a los colegios urbanos sobre los rurales, los académicos sobre los no académicos y los diurnos sobre los nocturnos.

CUADRO No. 4
Prueba de Destrezas Cognoscitivas Administrada en 1996
Comparación de la Nota según Género del Estudiante

GENERO	NUMERO DE ESTUDIANTES	PROMEDIO	DIFERENCIA	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA AL 5%
Hombres	975	55,54	4,46	sí
Mujeres	1147	51,08		

CUADRO No.5
Prueba de Destrezas Cognoscitivas Administrada en 1996
Comparación de la Nota Según Dependencia del Colegio

DEPENDENCIA	NUMERO DE ESTUDIANTES	PROMEDIO	DIFERENCIA	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA AL 5%
Público	1630	51,41	7,35	sí
No público	493	58,76		

CUADRO No.6
Prueba de Destrezas Cognoscitivas Administrada en 1996
Comparación de la Nota según Zona del Colegio

ZONA	NUMERO DE ESTUDIANTES	PROMEDIO	DIFERENCIA	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA AL 5%
Urbano	1567	54,93	6,93	sí
Rural	556	48,00		

CUADRO No. 7
Prueba de Destrezas Cognoscitivas Administrada en 1996
Comparación de la Nota según Modalidad del Colegio

MODALIDAD	NUMERO DE ESTUDIANTES	PROMEDIO	DIFERENCIA	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA AL 5%
Académico	1697	54,82	8,48	sí
No académico	426	46,34		

06.03.06
574

CUADRO No. 8
Prueba de Destrezas Cognoscitivas Administrada en 1996
Comparación de la Nota según Horario del Colegio

HORARIO	NUMERO DE ESTUDIANTES	PROMEDIO	DIFERENCIA	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA AL 5%
Diurno	2037	53,41	7,22	sí
Nocturno	86	46,19		



Instituto de Investigación
para el Mejoramiento de la
Educación Costarricense (IIMEC)
Facultad de Educación

Por último, se obtuvo una medida de correlación (correlación de rangos de Spearman) entre la posición que ocupó cada colegio de acuerdo con su promedio de nota en la prueba y las posiciones que ocupó respectivamente de acuerdo con su promedio en la prueba de conocimientos de noveno año y la prueba de bachillerato. La correlación para el primer caso (prueba de destrezas y prueba de noveno) resultó ser igual a 0.82. Este valor se considera bastante alto y se interpreta como que existe una asociación relativamente fuerte entre la posición que ocupó el colegio en la prueba de noveno y la que ocupó en la prueba de destrezas cognoscitivas. En cuanto al segundo caso (pruebas de destrezas y prueba de bachillerato) la correlación entre las posiciones que ocupó el colegio fue igual a 0.63. Se debe indicar que si las correlaciones se establecieran a nivel de los estudiantes y no de los colegios, probablemente serían mucho más bajas.

Además, debe recalcar el hecho de que la existencia de una alta correlación entre dos variables no significa que estén midiendo lo mismo. Por esto sería incorrecto decir, por ejemplo, que la prueba de conocimientos de noveno año da la misma información que la de destrezas cognoscitivas. El alto valor de la correlación en este último caso no parece deberse a la influencia de contenidos curriculares, dado que éstos no se usaron explícitamente en los ítemes de la prueba de destrezas.

Análisis de factores exploratorio

La técnica estadística multivariable denominada análisis de factores se usa en psicometría para encontrar evidencia de validez de constructo en un instrumento. Mediante el análisis de factores se puede establecer hasta qué grado los ítemes de la prueba se agrupan de acuerdo con las dimensiones subyacentes en el instrumento. En el presente caso se aplicó el análisis de factores de manera exploratoria, porque aunque la prueba pretende medir diez habilidades o destrezas cognoscitivas, el escaso número de ítemes con que está representada cada una hace que, estadísticamente, no sea realista esperar que las diez destrezas se puedan definir con claridad. Para ello cada destreza debería contar con un mayor número de ítemes. En la presente situación, se pensaría más bien en un menor

000999 e.4

número de factores o dimensiones que agruparan ítemes pertenecientes a diferentes destrezas pero que tienden a correlacionarse entre sí.

Para definir el número de factores se usa el gráfico denominado en inglés "Scree Plot", que compara el número de factores contra el valor característico asociado a cada uno. El valor característico asociado a un factor es una medida de su importancia relativa. Entre mayor sea el valor característico mayor será el porcentaje de la variancia de las variables (ítemes) explicado por ese factor. Típicamente el factor 1 es el que tiene el mayor valor característico, le sigue en importancia el factor 2 y así sucesivamente. Para identificar el número de factores a partir del gráfico "Scree Plot" se debe establecer a partir de qué número de factores la solución se estabiliza. En el gráfico esta estabilización se visualiza en el punto donde la curva dibuja una especie de "codo" o esquina. Los factores que se definen a partir de ese "codo" no tendrán mayor importancia relativa en términos de variancia explicada y por tanto no vale la pena tomarlos en cuenta para la solución final.

El gráfico 2 es el "Scree Plot" correspondiente a la prueba de destrezas cognitivas. En él se puede observar que es el primer factor el que se define claramente y que presenta un porcentaje de variancia explicada considerablemente superior a los demás. Siguiendo el criterio del "codo" podemos concluir que la solución se estabiliza a partir del factor 3. Es decir, a partir del factor 3 prácticamente no hay diferencia entre los porcentajes de variancia explicada por cada factor. Por tanto se decidió tomar tres como el número óptimo de factores para la solución exploratoria. Los porcentajes de variancia explicada por los factores 1, 2 y 3 son respectivamente 10.3, 3.5 y 3.3.

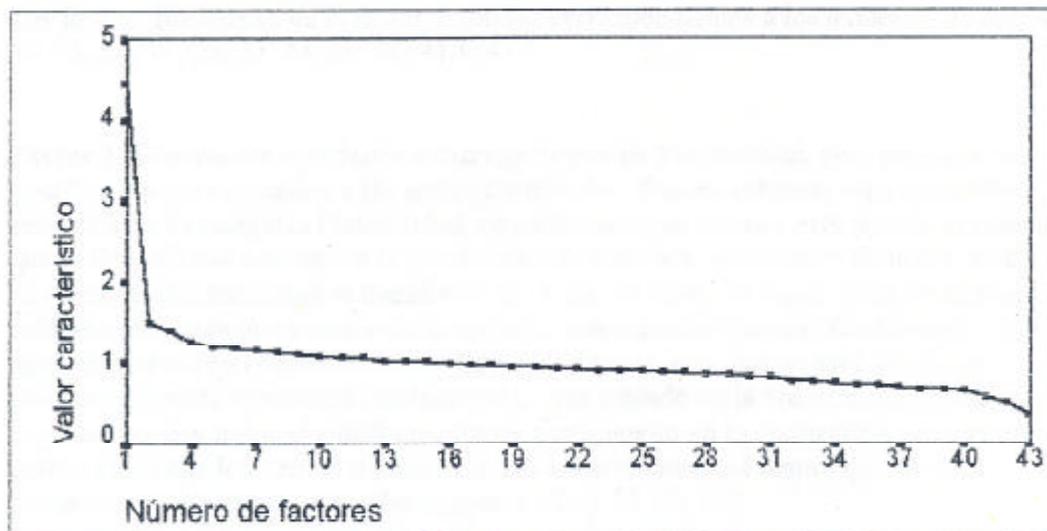


Instituto de Investigación
para el Mejoramiento de la
Educación Costarricense (IIMEC)
Facultad de Educación

GRAFICO No. 2
Prueba de Destrezas Cognoscitivas Administrada en 1996
Análisis de Factores Exploratorio
Valores Característicos Versus Número de Factores
("Scree Plot")



Instituto de Investigación
 para el Mejoramiento de la
 Educación Costarricense (IIMEC)
 Facultad de Educación



La solución para tres factores involucró una rotación oblicua, que supone asociación entre los factores, es decir, que éstos tienden a variar conjuntamente. Se presenta a continuación la llamada "matriz de patrón". Cada entrada de esta matriz representa la correlación parcial entre el ítem y el factor correspondientes a esa fila y columna. La correlación parcial controla o aísla el "efecto" de los otros factores en la solución. En el cuadro 8 se muestran las cargas factoriales; se han subrayado aquellas cargas mayores a 0.30. En el cuadro 9 se observan las correlaciones entre los tres factores, evidenciándose una correlación moderada entre estos.

En cuanto a la interpretación de los tres factores, podría decirse que lo siguiente :

Factor 1 : agrupa ítems de destrezas como búsqueda, categorización, causa-efecto y algunos de isomorfismo. Parece evidente que los ítems aglomerados en este factor son aquellos que presentan un menor grado de dificultad para el estudiante. Para probar este punto basta señalar que el puntaje promedio considerando solamente los ítems del factor 1 es de 64.90, mientras para el resto de los ítems es de 30.42 ; mediante una prueba de comparaciones pareadas la diferencia resulta altamente significativa ($p=0.000$).

Sin embargo, esta situación puede llevar al menos a dos interpretaciones diferentes. En primer lugar, se podría argumentar que esta situación se debe al hecho de que las habilidades que tienden agruparse en este factor son de uso más frecuente en el contexto de las actividades cotidianas de los sujetos. En este caso, estaríamos admitiendo que son destrezas que en general consideraríamos de *sentido común*. Otra interpretación sería que estas habilidades no corresponden a lo que llamaríamos *sentido común*, sino que corresponden al tipo de destrezas que se insentivan a nivel de la educación formal. No se cuenta con información adicional para decidir entre estas dos posturas, siendo necesario realizar un estudio más profundo, probablemente de naturaleza etnográfica, en el cual explore el tipo de destrezas que se aplican tanto en el aula como en la vida cotidiana. Los ítemes que cargan en el factor 1 son los correspondientes a los números: 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 11, 16, 17, 20, 21, 24, 26, 40, 41A, 41C.

Factor 2: Claramente este factor congrega ítemes de Flexibilidad, pero únicamente aquellos que corresponden a las analogías noveles. Parece entonces recomendable reconsiderar la categoría Flexibilidad, considerando que existe cierto tipo de problemas en que la flexibilidad consiste en la posibilidad de combinar situaciones dispares, y otro tipo en el cual dicha habilidad se manifiesta en cuanto el sujeto es capaz de encontrar una solución mediante una especie de intuición o sensación de Eureka (Wertheimer, 1991). Las analogías novel no requieren de éste tipo de *chispazo*, sino que su solución exige únicamente cierta capacidad combinatoria. Aun cuando en la vida cotidiana ambos aspectos pueden trabajar simultáneamente, por ejemplo en la construcción de metáforas, parece claro que los ítemes utilizados tienden a aislarlos. Los ítemes que cargan fuertemente en este factor son los números 12,13,14,15, 41A

Factor 3: La interpretación de este factor es de nuevo compleja. Podría pensarse que agrupa ítemes que trabajan con una representación viso-espacial, razón por la que incluiría la Representación Icónica, pero también algunos ítemes que fueron considerados en otras dimensiones, pero que requieren el uso de elementos geométricos o espaciales. Este sería el caso de algunos ítemes de Isomorfismo que se ubican en este factor; cabría entonces plantearse la posibilidad de que algunos veces la semejanza o analogía se realiza respecto a aspectos conceptuales o funcionales, u otras respecto a aspecto de tipo visual. Sería este último caso el que tendería a verse reflejado en el factor 3.

Una interpretación diferente sería que los ítemes que se agrupan en este factor corresponden a aquella segunda forma de flexibilidad que se manifiesta en la intuición. Ambas interpretaciones, sin embargo, resultan incompletas pues se muestran incapaces de explicar buena parte de los ítemes que se agrupan en el factor 3.

Los ítemes que cargan fuertemente en este factor son : Ítemes 3, 4, 7, 9, 11, 15, 16 (carga negativamente), 18, 19, 22, 23, 27, 30, 32, 34, 35, 37 y 39.



CUADRO N° 9 : MATRIZ DE PATRÓN

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
ITE01	.21949	-.12713	.14346
ITE02	.23780	-.15087	-.09303
ITE03	.36688	-.02826	.05370
ITE04	.36133	-.04318	.21601
ITE05	.14647	.03087	.12941
ITE06	.71284	-.03347	.04177
ITE07	.03815	-.12198	.28323
ITE08	.18589	-.08461	.14278
ITE09	.22401	-.07903	.21339
ITE10	.25234	-.06931	-.08432
ITE11	.28060	-.09366	.33258
ITE12	-.04845	-.75063	-.01619
ITE13	.09259	-.67548	.13654
ITE14	-.02748	-.76478	.00944
ITE15	.04685	-.51448	.26693
ITE16	.34416	.02101	-.24151
ITE17	.31917	-.13616	.06494
ITE18	-.02164	-.05024	.30873
ITE19	-.07626	-.06893	.46777
ITE20	.41823	.02871	.04348
ITE21	.28547	-.11984	.16307
ITE22	.06946	-.01422	.44322
ITE23	.08287	-.06702	.31293
ITE24	.24552	.00863	-.02347
ITE25	-.00524	.09325	.05640
ITE26	.32812	.02317	-.06492
ITE27	.02201	-.10447	.38708
ITE28	-.00194	.00940	.09590
ITE29	.18817	-.04644	.10983
ITE30	.06822	-.06964	.26668
ITE31	.13276	-.07859	.02571
ITE32	.10612	-.03283	.21722
ITE33	-.05042	.01411	.08183
ITE34	-.09467	.02116	.43754
ITE35	.07221	-.10560	.37884
ITE36	.05894	-.03533	.17689
ITE37	.04039	.06087	.26192
ITE38	.17278	-.10988	-.15064
ITE39	-.04717	.01221	.45971
ITE40	.70000	.00197	.03263
ITE41A	.31310	.20275	.14254
ITE41B	.08080	.06846	.12335
ITE41C	.26527	.10290	.12763

**CUADRO N° 10 :
CORRELACIONES ENTRE LOS FACTORES**

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Factor 1	1.00000		
Factor 2	-.27352	1.00000	
Factor 3	.23561	-.13352	1.00000

Análisis por destrezas individuales

En general, existen pocas desviaciones respecto a los patrones previamente discutidos a nivel de la totalidad de la prueba, al trasladarlos a las destrezas individualmente. Es así como al comparar las notas en cada una de las diez destrezas según género, siete de éstas siguen el patrón de la prueba como un todo, al presentarse un puntaje más alto en el grupo de los hombres. Llamamos la atención los promedios considerablemente más altos que obtienen los varones en Isomorfismo, Representación Icónica, Flexibilidad y Deducción (ver cuadro N°11), así como las tres habilidades en que las mujeres aparecen con puntajes mayores (categorización, inducción y metacognición). Debe señalarse, que los puntajes de cada destreza son necesariamente menos confiables que el puntaje global de la prueba, de modo que debe interpretarse con cuidado la información correspondiente a estos, siendo posible que en muchos casos las fluctuaciones se deban al azar. Particularmente riesgoso es interpretar el caso de la metacognición en la cual se empleó únicamente un ítem ; sin embargo, la situación no es muy diferente en el resto de destrezas. Por esta razón, a nivel del presente estudio solo se puede conjeturar sobre las posibles razones de este comportamiento. Sin embargo, existe una considerable cantidad de investigaciones que han estudiado las diferencias en los estilos cognoscitivos de hombres y mujeres. Por ejemplo, Carol Gilligan (1982) en su obra clásica *In a Different Voice* establece que el estilo de relacionarse con el mundo, propio de las mujeres es un estilo de conexión e interconexiones ; mientras el estilo masculino tendería a la disociación, la separación y fragmentación. Belenky, et al. (1986), por su parte, nos hablan de la dificultad de las mujeres para pensar en abstracto, y su preferencia por lo concreto. Turkle y Pappert (1990) han dado evidencia de la existencia de un estilo menos estructurado o, mejor dicho, estructurado de un modo diferente al de los hombres, a la hora de la creación de programas computacionales. En todos estos casos el panorama que se presenta es el de una visión holista de las mujeres, con menor tendencia al empleo de formulaciones deductivas. Esto explicaría el hecho de que los hombres aparezcan con puntuaciones muy superiores en deducción, así como el que las mujeres los superen en inducción, tarea más relacionada con la asimilación de situaciones concretas e individuales. También parece coherente el considerar que las tareas de categorización involucran características de organizar elementos de acuerdo a un sistema holístico. Sin embargo, de acuerdo a las consideraciones de Papert y Turkle (1990) la predicción parecería ser el que los hombres

puntúan más en metacognición. Por otra parte, aunque se conoce el patrón de que los hombres tienden a puntuar más en ítemes espaciales y en flexibilidad, esto parece también contradecir las aceveraciones que se han realizado. En el caso del razonamiento espacial, se ha argumentado con razón que las labores que socialmente se le asignan al hombre están frecuentemente asociadas con el dominio del espacio (se puede pensar en el caso del ingeniero o el cazador). La flexibilidad es un caso diferente, ya que al estar asociada a la posibilidad de coordinar factores emocionales e intelectuales (Sternberg, 1995) parece más relacionada con el esquema de conectividades e interrelaciones que utiliza Gilligan (1982). En todo caso, si bien parece que la información que arroja la prueba de destrezas cognoscitivas es necesariamente insuficiente para dar una mejor respuesta a estas preguntas, no existen tampoco evidencias conclusivas en la literatura específica sobre este tema.

**CUADRO N° 11 :
DIFERENCIAS POR GÉNERO PARA DESTREZA ESPECÍFICAS**

Destreza	Hombres	Mujeres	Diferencia (H - M)
Búsqueda	20.9915	19.0642	1.9273
Categorización	49.6581	50.0727	-0.4146
Causa-efecto	77.4832	75.7729	1.7103
Deducción	51.3162	44.6672	6.6490
Flexibilidad	43.4462	36.5301	6.9161
Repres. Icónica	49.1282	40.1918	8.9364
Inducción	36.8889	38.2302	-1.3413
Isomorfismo	61.8146	46.7775	15.0371
Metacognición	26.0342	28.5092	-2.4750
Recursividad	22.2222	20.2848	1.9374



Instituto de Investigación
para el Mejoramiento de la
Educación Costarricense (IIMPEC)
Facultad de Educación

Conclusiones

En cuanto al primer objetivo planteado, o sea, el de crear una prueba estandarizada que integre el enfoque psicométrico y la teoría del procesamiento de información, las conclusiones pueden referirse más bien a lecciones aprendidas en el proceso. Estas fueron:

- Se cumplió con el objetivo de lograr un instrumento estandarizado que representa una primera aproximación para la medición de un conjunto de destrezas cognitivas en estudiantes de noveno año.
- Uno de los mayores retos enfrentados por el equipo constructor fue el de "controlar" el efecto del conocimiento. Se debían crear ítems para los cuales se cumpliera que, la gran mayoría de los estudiantes dominara el nivel de conocimientos requerido para contestarlos. De forma que las diferencias en las respuestas al ítem reflejaran diferencias en el nivel de la destreza y no en el nivel de conocimientos. Por los resultados de las pruebas uno a uno con estudiantes y de las dos aplicaciones piloto, parece que efectivamente se logró controlar el efecto conocimiento en un grado considerable.
- Un problema que se evidenció en algunos de los estudiantes fue su bajo nivel de comprensión de lectura. Aparentemente, algunos tienen problemas para comprender los significados explícitos e implícitos, cuando se trata de ítems que involucran algo más que oraciones simples y cortas.
- Fue especialmente difícil construir ítems de escogencia única para metacognición y, en menor grado, para causa-efecto. En el primer caso no fue posible construir un solo ítem de escogencia única que pasara las pruebas piloto, por lo que finalmente se debió recurrir a una pregunta de desarrollo. En el caso de causa-efecto, solamente un ítem de escogencia única pasó las pruebas piloto.

El segundo objetivo se refiere a utilizar dicha prueba para hacer un diagnóstico preliminar del nivel de destrezas cognitivas que exhiben los estudiantes de noveno año. Como ya fue explicado en la sección introductoria, los resultados de esta investigación tienen un carácter exploratorio, ya que se trata de una prueba novedosa y difícil de construir. Por eso es que los objetivos hablan de un diagnóstico preliminar.

Lo anterior significa que los puntajes en esta prueba no pueden interpretarse de la misma forma en que se interpretan los resultados de una prueba de conocimientos, como la de noveno año o la de bachillerato. No se pueden establecer grados de dominio, puesto que no hay criterios o estándares establecidos en cuanto al significado absoluto de los puntajes. Lo único que se puede establecer es una relación de orden entre los estudiantes que obtuvieron mayores y menores notas. Es decir, se puede concluir que los estudiantes con notas más altas exhiben un nivel más alto de destrezas cognitivas comparados con aquellos con notas más bajas, pero no necesariamente los puntajes bajos implican deficiencias cognitivas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se pueden establecer las siguientes conclusiones a partir de la aplicación definitiva de la prueba:

- Los resultados obtenidos parecen indicar que, en general, esta población de estudiantes tiene un desempeño relativamente bajo en las diez habilidades que se intentan medir con el instrumento. Esto no debe sorprender, ya que, en términos generales, se trata de habilidades cuyo aprendizaje no se facilita explícitamente en el contexto escolar formal.
- En cuanto a posibles diferencias de desempeño entre las habilidades, las conclusiones deben ser muy tentativas debido al escaso número de ítems con que se midió cada habilidad y a las diferencias espurias que pueden estarse presentando en la dificultad de los ítems debido a la influencia de los contextos y formatos de presentación. Aún así, se puede concluir que las tres habilidades en donde parece haber un mejor desempeño de los estudiantes son relaciones de causa-efecto, isomorfismo y categorización. Por otro lado, las tres habilidades en donde parece haber un desempeño más pobre son búsqueda, recursividad y metacognición. Este patrón podría explicarse por el hecho de que algunas habilidades son frecuentemente usadas en la vida cotidiana. Este es el caso para las tres con promedios más altos. Por el contrario, las tres habilidades en donde los promedios fueron más bajos tienen una frecuencia de uso mucho menor en la vida cotidiana. Esto no quiere decir que su uso no sea de gran importancia dentro de algunas áreas de conocimiento específicas.
- Las comparaciones a nivel de categorías de población dieron resultados que concuerdan con los que se han encontrado anteriormente para otras pruebas estandarizadas que se han aplicado a nivel nacional. De esta forma, se observa la relativa ventaja que presentan los estudiantes de colegios privados y semi-oficiales sobre los de públicos, los de urbanos sobre los de rurales, los de diurnos sobre los de nocturnos y los de académicos sobre los de no académicos. Estas diferencias no deben interpretarse necesariamente como un efecto del colegio. Puede tratarse, más bien, de otras condiciones que están asociadas al colegio de procedencia del estudiante, pero que no tienen que ver con el funcionamiento del colegio como tal. Estas condiciones pueden reflejar experiencias más ricas en cuanto a procesos de enseñanza-aprendizaje, tanto a nivel de aula como fuera de ella. Con la información recolectada no es posible identificar hasta qué punto hay un efecto de la institución educativa o efectos de otras variables externas, como pueden ser el nivel socioeconómico, la estimulación recibida por parte de la familia, etc.
- Se debe agregar además, que muchos de los colegios que alcanzaron rendimientos altos en la prueba cuentan a la vez con mecanismos propios para la selección de sus estudiantes, los cuales desvirtúan el valor de la prueba como indicador del funcionamiento del colegio.
- En el caso de la comparación por género se encontró que los hombres tienen un promedio ligeramente superior al de las mujeres. Las razones para esta diferencia podrían estar explicadas en los diferentes procesos de socialización que reciben hombres y mujeres desde temprana edad.

- Resulta interesante que la correlación entre la posición del colegio según su promedio en la prueba de destrezas y su promedio en la prueba de noveno año haya sido tan alta (0,82), de modo que los mejores colegios en la prueba de noveno fueron también los mejores en la prueba de destrezas. Esto llama la atención, puesto que la primera intenta medir conocimientos, fundamentalmente y la segunda habilidades. Este resultado sugiere que existe una relación mutua entre los conocimientos y las destrezas, de manera que estas últimas facilitan la adquisición de conocimientos, lo mismo que el continuo aprendizaje de conocimientos refuerza el desarrollo de las destrezas cognoscitivas. Como se dijo anteriormente, la alta correlación no significa que las pruebas estén midiendo lo mismo. Por esto sería incorrecto decir, por ejemplo, que la prueba de conocimientos de noveno año da la misma información que la de destrezas cognoscitivas.

Recomendaciones

Tomando en cuenta tanto las lecciones aprendidas en el proceso de construcción de la prueba como los resultados sustantivos derivados de su aplicación, se pueden generar las siguientes recomendaciones:

- Continuar con los talleres de divulgación que se han organizado a lo largo de este semestre para dar a conocer los resultados del proyecto y a la vez obtener la valiosa retroalimentación y perspectiva de los asesores nacionales, directores regionales, directores de colegio, docentes, estudiantes y demás audiencias involucradas. Estas audiencias también incluyen a las Facultades de Educación de las diferentes universidades, por ser las encargadas de formar a los docentes.
- Seguir dando a conocer el proyecto en foros académicos y de investigación, para conocer aportes de otros investigadores en términos de enfoques teóricos y metodologías. El proyecto ya ha generado dos ponencias que fueron recientemente presentadas en el VII Encuentro Nacional de Investigadores en Educación. También ha sido aceptada una ponencia para ser presentada en la reunión anual de la Asociación Europea para la Investigación en Aprendizaje e Instrucción, a celebrarse en agosto de este año en Atenas, Grecia.
- Crear mecanismos formales de colaboración entre el equipo integrado por investigadores del IIMEC y del MEP que desarrolló el proyecto, la Gerencia del Desarrollo de Pensamiento del MEP, los asesores nacionales de materia, la Maestría en Ciencias Cognoscitivas de la UCR y la Facultad de Educación de la UCR, para plantear un proyecto de investigación que dé como resultado el diseño de un proceso de intervención pedagógica para facilitar el desarrollo de estas destrezas. Este proceso de intervención pedagógica debería ser llevado a la práctica por los mismos docentes en cada colegio, después de recibir la capacitación necesaria.
- Contemplar como actividad previa a la implementación del proceso de intervención pedagógica un diagnóstico de destrezas cognoscitivas en los docentes, pues para poder

capacita los apropiadamente se necesita primero conocer el nivel en que se encuentran. Incluso, se debe contemplar la posibilidad de crear un programa de intervención específico para docentes.

- Diseñar pruebas específicas por habilidad. Esto es, crear instrumentos individuales para medir cada una de las diez destrezas. Se necesitan pruebas específicas por destreza para poder concluir de manera más precisa sobre el nivel que exhiben los estudiantes en cada una de ellas. Aunque la confiabilidad general de la prueba que se desarrolló es aceptable para propósitos de investigación, al tratar de obtener conclusiones por habilidad la situación cambia, pues se dispone de pocos ítems para cada una.
- Realizar estudios de análisis de sesgo para la prueba desarrollada y para las que se diseñen en el futuro. Se presenta sesgo cuando hay características, aparte de la habilidad del estudiante, que influyen sobre su respuesta al ítem. Por ejemplo, la condición socio-económica, el género y la cultura del estudiante pueden afectar su desempeño en el ítem, ya que dependiendo del grupo al que pertenece el sujeto puede estar más o menos familiarizado con las situaciones específicas que se presentan en el ítem, o bien, puede interpretar de manera muy diferente los significados que se manejan en él.
- Investigar la influencia que pueden tener el contexto o área del ítem en el tipo de "operacionalización" de la habilidad que hace el estudiante para resolverlo. Esto quiere decir que sería recomendable establecer hasta qué punto se puede hablar, por ejemplo, de una habilidad general como categorización, que se presenta de la misma forma en ítems de matemáticas o de español. Esta es una tarea difícil y para arrojar luz sobre ella se requiere de investigaciones con diseños metodológicos más complejos que van que van más allá de los objetivos del presente estudio.
- Estudiar con mayor profundidad los procesos invocados por los estudiantes para la resolución de los ítems y los diferentes estilos cognoscitivos que aplican. Se considera necesario aquí el uso de técnicas cualitativas de investigación. Las pruebas uno a uno con estudiantes pueden considerarse una primera (y reducida) aproximación al estudio de estos procesos. En este contexto, el proyecto podría verse considerablemente enriquecido con la incorporación de investigadores que tengan experiencia en esa área.

Beneficios Académicos

La realización de este proyecto ha permitido el enriquecimiento de la docencia en las maestrías de Evaluación Educativa y Psicología, en las que son profesores los investigadores principales, así como en el Doctorado en Educación mediante la profesora Montero. El profesor Molina desarrolla en la actualidad un proyecto de investigación dentro de este mismo enfoque en el Instituto de Investigaciones Psicológicas. Además, la estudiante Xinia Gamboa de la Maestría en Rehabilitación, ha usado el marco referencial de este proyecto para plantear su tesis y piensa también aplicar la prueba que se construyó.

Por otra parte, los talleres de divulgación realizados en las direcciones regionales de enseñanza del MEP, además de contribuir al bagaje académico de directores de colegio y docentes, evidenció la necesidad de buscar estrategias pedagógicas para la promoción de dichas destrezas.

A nivel científico esta investigación ha sido divulgada en los siguientes foros:

- VII Encuentro Nacional de Investigadores Educativos. San José, Costa Rica, abril de 1997.
- VII Congreso Anual de la EARLI (European Association of Research in Learning and Instruction), celebrada del 26 al 30 agosto de 1997 en Atenas, Grecia.
- Jornadas de Investigación de la Universidad de Costa Rica, del 4 al 8 de agosto de 1997.

Referencias

- Anderson, J.R. (1990). Cognitive Psychology and its Implications. New York: Freeman & Company.
- Anderson, J.R. (En prensa). Rules of the Mind.
- Atwood, M.E. y Polson, P.G. (1976). A process model for water jug problems. Cognitive Psychology, 8, 191-216.
- Belenky, M.F., et.al. (1986). Women's ways of knowing: the development of self voice and mind. New York : Basic Books.
- Boden, M. A. (1980). Jean Piaget. New York: Viking.
- Boden, M. (1994). La Mente Creativa: Mitos y Mecanismos. Barcelona: Gedisa.
- Dovidio, J.F., Evans, N., y Tyler R.B. (1986). Racial Stereotypes: The contents of their cognitive representations. Journal of Experimental Social Psychology, 22, 22-37.
- Gardner, H. (1985). The Mind's New Science: A History of the Cognitive Revolution. New York: Basic Books.
- Gardner, H. (1987). Estructuras de la Mente: Teoría de las Inteligencias Múltiples. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Gardner, H. (1993). Arte, Mente y Cerebro: Una Aproximación Cognitiva a la Creatividad. Barcelona: Paidós.
- Guilford, J.P. (1950). Creativity. American Psychologist, 5, 444-54.

- Guilford, J.P. (1959). Traits of Creativity. En Vernon P.E. (Ed). (1982). Creativity. Gran Bretaña: Penguin.
- Hofstadter, D. (1985). Waking up from the boolean dream or, subcognition as computation. En Metamagical Themes. New York: Basic Books.
- Kant, I. (1983). Crítica a la Razón Pura. Estética Transcendental y Analítica Transcendental. Buenos Aires: Losada.
- Kohler, W. (1956). The Mentality of Apes. London: Routledge & Kegan Paul.
- Lakoff, G. y Johnson, M. (1987). La estructura metafórica del sistema conceptual humano. En Donald, N. (1987). Perspectivas de la Ciencia Cognitiva. Barcelona: Paidós.
- Lubart, T. & Sternberg, R.J. (1995). Defying the Crowd: Cultivating Creativity in a Culture of Conformity. New York: Free Press.
- Molina, M. y Montero, E. (1997). Diagnostic of cognitive skills used by ninth grade Costa Rican students in the solution of problems. Ponencia a ser presentada en la VII reunión anual de la EARLI (European Association for Research in Learning and Instruction).
- Newell, A. y Simon, H. (1972). Human Problem Solving. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Nickerson, R.S. (1989). New directions in educational measurement. Educational Researcher, 18(9).
- Nichols, P.D. (1994). A framework for developing Cognitively Diagnostic Assessments. Review of Educational Research, vol. 64, #4.
- Nunnally, J. (1987). Teoría Psicométrica. México: Trillas.
- Piaget, J. (1992). Estudios de Psicología Genética. Buenos Aires: EMECE.
- Popper, K. (1962). La Lógica de la Investigación Científica. En Gutiérrez, C. (ed.) (1983). Epistemología y Computación. pp. 15-22. San José, EUNED.
- Pylyshyn, Z. (1984). Computation and Cognition. Toward a Foundation for Cognitive Science. Cambridge, Massachusetts: Bradford Books.
- Rosch, E. (1973). On the internal structure of perceptual and semantic categories. En T.E. Moore (Ed.), Cognitive Development and the Acquisition of Language. New York: Academic Press.
- Shepard, R.N. y Meltzer, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. Science, 171,701-703.

- Siegler, R.S. (1989). Strategy diversity and cognitive assessment. Educational Researcher, 18(9).
- Snow, R.E. (1989). Toward assessment of cognitive and conative structures in learning. Educational Researcher, 18(9).
- Sternberg, R.J. (1996). Successful Intelligence: How Practical and Creative Intelligence Determine Success in Life. New York: Simon and Schuster.
- Sternberg, R.J. (1995). The Nature of Creativity: Contemporary Psychological Perspectives. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. y Powell, J. (1982/1989). Teorías de la inteligencia. En Sternberg, R. Inteligencia Humana IV: Evolución y Desarrollo de la Inteligencia. Barcelona: Editorial Paidós.
- Sternberg, R.J. (1986). The future of intelligence testing. Educational Measurement: Issues and Practice, otoño 1986, 19-22.
- Stevenson J.C. y Evans, G.T. (1994). Conceptualization and measurement of cognitive holding power. Journal of Educational Measurement, vol. 31, #2, pp.161-181.
- Turing, A. (1950). Computing machinery and intelligence. Mind, 59,433-460.
- Turkle, S. Y Pappert, S. (1990). Epistemological pluralism: styles and voices within the computer culture. Journal of Women in Culture and Society, 16, 1.
- Whimbey, A. y Lochhead, J. (1991). Problem Solving and Comprehension. New Jersey:Lawrence Earlbaum.
- Wertheimer, M. (1991). El pensamiento productivo. Barcelona: Paidos.



Instituto de Investigación
para el Mejoramiento de la
Educación Costarricense (IIMEC)
Facultad de Educación