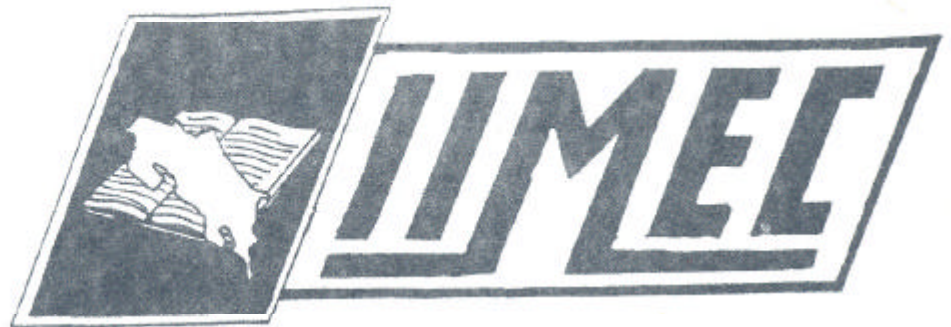


06.03.07
916



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

INFORME FINAL
PROYECTO DE INVESTIGACION Nº 724-97-336

DISEÑO, APLICACION PILOTO Y VALORACION DE UNA INTERVENCION PEDAGOGICA
PARA EL DESARROLLO DE DESTREZAS COGNOSCITIVAS EN
ESTUDIANTES DE NOVENO AÑO

DRA. EILEANA MONTERO ROJAS
LIC. DA OLGA GONZALEZ DOBLES
LICDA. SILVIA CALDERON LAGUNA

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE EDUCACION**

MARZO, 2000

INFORME FINAL

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

- 1 Número del proyecto: 724-97-336
- 2 Nombre: "Diseño, aplicación piloto y valoración de una intervención pedagógica para el desarrollo de destrezas cognoscitivas en estudiantes de noveno año."
- 3 Número de programa al que pertenece: No aplica
- 4 Unidad responsable: IIMEC
- 5 Investigadora principal: Dra. Eiliana Montero Rojas
- 6 Unidad académica: IIMEC
- 7 Carga académica: 1/4 T.C.
- 8 Investigadoras asociadas:

Lic. Olga González de León Páez, IIMEC. Carga: 1/4 T.C.

Lic. Silvia Calderón Laguna, IIMEC. Carga: 1/4 T.C.

ANTECEDENTES

El proyecto previo que dio origen a esta propuesta se llamó "Diagnóstico de Destrezas Cognoscitivas Empleadas por Estudiantes de Noveno Año en la Resolución de Problemas". El objetivo básico de este proyecto fue crear una prueba estandarizada que pudiera usarse como un indicador del nivel que exhibían los estudiantes de noveno año en un conjunto de destrezas cognoscitivas o habilidades intelectuales. Estas destrezas fueron conceptualizadas usando el enfoque de las ciencias cognoscitivas conocido como teoría del procesamiento de la información.

Una de las recomendaciones más importantes derivadas de dicho estudio fue la de diseñar procesos específicos de intervención pedagógica que tuvieran como finalidad el promover y facilitar el desarrollo de dichas destrezas. De esta forma, entendemos la educación como un proceso dirigido no solo a la adquisición de conocimientos, sino también al desarrollo de habilidades de pensamiento.

En vista de lo anterior, los objetivos para el presente proyecto se definieron de la siguiente manera:

Objetivo General

“Crear un programa de intervención pedagógica para el desarrollo de un conjunto de destrezas cognoscitivas en estudiantes de noveno año, que pueda ser llevado a las aulas por los mismos docentes en el contexto del sistema educativo formal.”

Para lograr este objetivo el estudio se dividió en tres etapas. Los objetivos específicos para cada una se listan seguidamente.

Objetivos Específicos

Primera etapa

1. Diseñar una propuesta de intervención pedagógica en estudiantes de noveno año para el desarrollo de un conjunto de destrezas cognoscitivas conceptualizadas desde la teoría del procesamiento de la información de las ciencias cognoscitivas.

Segunda etapa

2. Capacitar a un grupo de docentes para la aplicación piloto de la propuesta.
3. Desarrollar y monitorear una experiencia piloto de aplicación de la intervención con los docentes capacitados.

Tercera etapa

4. Valorar los resultados de la experiencia piloto.
5. Divulgar la experiencia y hacer recomendaciones específicas al MEP para la implementación de la intervención a nivel del sistema educativo.

La primera etapa involucró el diseño de la propuesta de intervención pedagógica (objetivo específico #1). Duración propuesta: 30 meses (dos años y medio). Finalizó en diciembre de 1999.

La segunda etapa consiste en la capacitación de un grupo de docentes para la aplicación piloto de la intervención y el desarrollo y monitoreo de la experiencia piloto con los docentes capacitados (objetivos específicos #2 y #3). Duración propuesta: 2 años. (originalmente se planteó para año y medio).

La tercera etapa incluye la valoración de la experiencia piloto, la divulgación de ésta y las recomendaciones específicas al MEP para la aplicación de la intervención a nivel del sistema educativo (objetivos específicos #5 y #6). Duración: 12 meses (un año).



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

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 éste. 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 permitió 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 ambigüamente; 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).

En cuanto al referente teórico que orientó el diseño específico de la intervención pedagógica, se consideró que las teorías de Vygotsky (1978) son las más congruentes con la naturaleza del problema, dado que enfatizan el papel de la socialización en la formación y modificación de los procesos mentales. Específicamente, el enfoque conocido como Evaluación Dinámica (Montero, 1990, 1995; Lidz, 1987; Feuerstein, 1980) se consideró como un buen punto de partida para empezar a crear las estrategias pedagógicas que facilitaron el desarrollo de las diez destrezas descritas arriba.

El énfasis de la Evaluación Dinámica está en determinar las funciones mentales que subyacen al desempeño en el proceso de aprendizaje: estrategias y estilos cognoscitivos, y los así llamados factores metacognoscitivos: el sentido de propósito y el entendimiento de por qué se está haciendo una tarea (Campione, 1989; Feuerstein, 1988). Por medio de la identificación de las estrategias y estilos cognoscitivos de los estudiantes, los usuarios de los métodos de evaluación dinámica están equipados para posibilitar el aprendizaje o, por otro lado, modificar aquellas estructuras cognoscitivas que están bloqueando el aprendizaje (Lidz, 1987; Feuerstein, 1979, 1988).

En el área de intervención instruccional, la Evaluación Dinámica implica un cambio en la conceptualización del "locus" de la fallas de aprendizaje, del estudiante hacia las técnicas pedagógicas. Asimismo, la Evaluación Dinámica, por su propia naturaleza, parte del supuesto de que los procesos cognoscitivos son estructuras cambiantes que pueden modificarse si presentan deficiencias. Al respecto, la mayoría de los investigadores en este campo concuerdan con que, precisamente, las teorías de Vygotsky (1978) proveen el marco de referencia teórico que se necesita para sustentar estos procedimientos, pues enfatizan la



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

importancia de la interacción social para facilitar la activación y modificación de los procesos cognoscitivos en el individuo.

Los procedimientos de la evaluación dinámica se caracterizan por un diseño en tres etapas. Primeramente se hace una evaluación inicial del desempeño del estudiante, usando alguna tarea o problema de tipo intelectual, y dando instrucciones estandarizadas. Después de completada la tarea, se activa una fase de aprendizaje (también llamada mediación) en la cual el evaluador (a) dinámico (a) trabaja conjuntamente con el estudiante para identificar sus áreas de debilidad y para ayudarlo a encontrar la o las manera(s) correcta(s) de resolver el problema, dándole pistas, sugerencias, explicaciones, re-alimentación, etc. Después de la fase de aprendizaje o mediación se realiza una nueva evaluación del desempeño del estudiante.

El elemento más relevante de este diseño en tres etapas es la fase de aprendizaje o mediación. Esta fase, según los propulsores de la evaluación dinámica, busca la identificación de los procesos cognoscitivos involucrados en la realización de la tarea intelectual y de esta manera permite (en el caso ideal), diseñar la intervención instruccional necesaria para corregir las "deficiencias" cognoscitivas del niño o las estrategias de solución no valoradas por el sistema social y educacional.

Montero (1995) como valoración final de este enfoque concluye que estos procedimientos pueden ser muy valiosos para proveer información adicional útil acerca de los procesos usados por los niños para resolver problemas, y su capacidad de respuesta a la instrucción o potencial de aprendizaje. Por esta razón, el lugar de la evaluación dinámica debería estar, al menos por ahora, en el reforzamiento de las intervenciones instruccionales y los programas remediales (p.18).

PROCEDIMIENTOS

El proyecto original solicitó la conformación de un equipo de siete investigadores, sin embargo, en la realidad, el equipo estuvo integrado por solo las tres investigadoras que se listan al inicio de este documento. Esta disminución tan significativa obligó a reducir a seis el número de destrezas a estudiar: categorización, representación icónica, deducción, inducción, flexibilidad y metacognición, por considerar que de las diez destrezas medidas en el diagnóstico, eran éstas las más asociadas con los contextos académicos.

Actividades realizadas:

- 1- Construcción de un marco de referencia: La primera actividad del equipo investigador fue la construcción de un marco de referencia y el establecimiento de un lenguaje común para el abordaje del problema en este contexto específico. Lo anterior implicó, entre otras cosas, una revisión crítica de bibliografía y materiales pertinentes al tema y, el establecimiento de contactos con otros equipos de investigadores que desarrollaban temas similares.
- 2- Desarrollo de los problemas o tareas para usarse en el proceso de evaluación dinámica: De acuerdo con las destrezas seleccionadas, se crearon actividades, problemas o tareas que

fueron usadas en el proceso de evaluación dinámica con estudiantes y que permitieron "descubrir" estrategias de solución correctas e incorrectas y la mejor manera de facilitar (mediar) el desarrollo de la destreza. Estas tareas o problemas fueron las herramientas para "desencadenar" el proceso. Fue crucial su correcta estructuración y su validez.

- 3- Una vez construido el conjunto de tareas o problemas, el proceso de evaluación dinámica incluyó el trabajo del equipo investigador con grupos de estudiantes de noveno año en colegios de secundaria. La evaluación dinámica, como fue explicado en el apartado correspondiente a la perspectiva teórica, permitió identificar estrategias de solución exitosas y no exitosas y los estilos cognoscitivos de los estudiantes. Los ejercicios se resolvieron en dos modalidades: la primera de mediación individual, o sea, solo un estudiante por cada evaluador dinámico (investigador) y la segunda de mediación grupal, es decir varios estudiantes trabajando conjuntamente con el evaluador dinámico. Se usó el error como fuente de aprendizaje. El proceso fue documentado en detalle.
- 4- Con la evaluación dinámica se lograron dos metas:
 - Construir los problemas, tareas o actividades que fueron la base de la intervención.
 - Establecer elementos pedagógicos que guíen el proceso de intervención de acuerdo con las estrategias de solución de los estudiantes y sus estilos cognoscitivos.

Es importante aclarar que la intervención usa contextos académicos para el desarrollo de las destrezas, pero no incluye contenidos curriculares específicos del programa de noveno año. Esto porque el objetivo es el de facilitar el desarrollo de la destreza y no la enseñanza de contenidos programáticos.

Una vez concluida la fase diagnóstica de las destrezas utilizadas por los estudiantes, se procedió al mejoramiento de las tareas propuestas y a la creación de otras nuevas. Se logró entonces generar un conjunto de ejercicios y actividades en cada destreza, que constituyen la base de la intervención pedagógica.

Una vez concluido este proceso, se procedió a la elaboración del documento guía (manual) para los docentes que participarán en la capacitación y aplicación piloto de la propuesta pedagógica (segunda etapa).

Cada investigadora trabajó individualmente con dos destrezas para presentar al equipo una primera versión de los capítulos correspondientes del documento. La labor de cada investigadora en esta fase involucró la reformulación de las tareas originales, la creación de otras nuevas, el diseño de las estrategias pedagógicas para cada una y finalmente, la redacción del manual. Hechas las sugerencias y recomendaciones del equipo, cada investigadora procedió a incorporarlas en la propuesta. Se adjunta a este informe el documento resultante de este proceso. Este manual o guía para el docente debe considerarse como una primera versión, que requiere modificarse de acuerdo con la experiencia generada a partir de la capacitación de los docentes y aplicación piloto de la propuesta, actividades a realizar en la segunda etapa.

RESULTADOS

1. El manual o guía para el docente, que se adjunta, constituye el producto que refleja y cristaliza toda la experiencia generada a partir del proceso de evaluación dinámica con los estudiantes y de la maduración, producción y revisión de actividades o tareas por parte del equipo investigador. Este manual es una primera aproximación, que luego debería ser enriquecida y evaluada de acuerdo con la capacitación a los docentes y la aplicación piloto de la intervención.
2. El viernes 30 de octubre de 1998 se ofreció una charla sobre el marco conceptual y algunos resultados preliminares del proyecto, en la Facultad de Educación de la UCR.
3. Participación en el Primer Encuentro Internacional de Educación y Pensamiento, realizado en Ponce, Puerto Rico, del 16 al 20 de marzo de este año. En él se presentaron las siguientes tres ponencias derivadas del proyecto:

“Destrezas cognoscitivas empleadas en la resolución de problemas” presentada por Olga de León Páez y Eiliana Montero.

“Procesamiento de la información como paradigma para la elaboración de una intervención pedagógica”, presentada por Silvia Calderón.

“Una intervención pedagógica para el desarrollo de destrezas cognoscitivas”, presentada por Eiliana Montero y Silvia Calderón.

4. Participación en el Primer Congreso Internacional de Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora (CIEMAC), realizado en la sede central del Instituto Tecnológico de Costa Rica los días 13, 14 y 15 de diciembre de este año. La ponencia se tituló: “Mejor pienso cuando pienso lo que hago”. A pesar de que nuestra metodología no involucra el uso de la computadora, el comité organizador consideró relevante un proyecto que trata de desarrollar destrezas cognoscitivas desde la perspectiva de la teoría de procesamiento de información.

BENEFICIOS ACADÉMICOS

Se trató de una investigación pionera en Costa Rica, pues se propuso crear un proceso de intervención que favoreciera el desarrollo de destrezas cognoscitivas, concebidas desde el enfoque de la teoría del procesamiento de información de las ciencias cognoscitivas. Es además, innovadora, porque busca promocionar habilidades de pensamiento sin supeditarse a contenidos programáticos de una asignatura en particular.

El proyecto retroalimentó el trabajo académico en la Maestría en Evaluación Educativa, el Doctorado en Educación y la Maestría en Psicología de la UCR.



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

La ejecución de este proyecto ayudó a consolidar lazos de la Universidad de Costa Rica (IMEC-Maestría en Ciencias Cognoscitivas-Facultad de Educación) y el Ministerio de Educación Pública durante la administración pública 1994-1998.

A la vez la participación de las investigadoras en las reuniones científicas listadas arriba (y otras), permitió interacciones informales con otros investigadores que eventualmente ayudaron a enriquecer al proyecto y a otras actividades académicas desarrolladas por ellas.

EVALUACIÓN GENERAL DE LA PRIMERA ETAPA DEL PROYECTO

El objetivo propuesto para esta primera etapa se cumplió a cabalidad pues se logró diseñar una propuesta de intervención pedagógica en estudiantes de noveno año para el desarrollo de un conjunto de destrezas cognoscitivas conceptualizadas desde la teoría del procesamiento de la información de las ciencias cognoscitivas. Para lograrlo se debió extender, de hecho, el plazo de presentación del informe final aproximadamente mes y medio, del 15 de diciembre de 1999 a mediados de febrero del 2000. Para esta pequeña extensión no se solicitó ampliación de vigencia ni de presupuesto.

Dadas las características de esta etapa fue posible desarrollar el proyecto sin que la Vicerrectoría de Investigación le asignara los fondos solicitados para su operación, con la excepción de dos nombramientos de $\frac{1}{4}$ T.C. cada uno.

Resulta indispensable desarrollar las etapas 2 y 3 del proyecto para poder lograr el objetivo general que éste se planteó en beneficio de la educación costarricense.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- Boden, M. A. (1980). Jean Piaget. New York: Viking.
- Boden, M. (1994). La Mente Creativa: Mitos y Mecanismos. Barcelona: Gedisa.
- Campione, J. C. (1989). Assisted Assessment: A Taxonomy of Approaches and an Outline of Strengths and Weaknesses. Journal of Learning Disabilities, 22, 151-165.

- 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.
- Feuerstein, R., Rand, Y., & Rynders, J.E. (1988). Don't Accept Me as I Am: Helping "Retarded People" to Excel. New York y Londres: Plenum Press.
- Feuerstein, R. (1980). Instrumental Enrichment: An Intervention Program for Cognitive Modifiability. Baltimore: University Park Press.
- Feuerstein, R. (1979). The Dynamic Assessment of Retarded Performers: The Learning Potential Assessment Device, Theory Instruments and Techniques. Baltimore: University Park Press.
- 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.
- Lidz, C.S. (Ed.) (1987). Dynamic Assessment: An Interactional Approach to Evaluating Learning Potential. New York: Guilford Press.
- 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).

- Montero-Rojas, E. (1990). *Dynamic Assessment in Instructional Intervention*. Tesis de Maestría. Universidad Estatal de Florida.
- Montero, E. (1995). La evaluación dinámica: Un concepto alternativo a la evaluación tradicional. *Revista Educación*, vol. 18, # 2. Universidad de Costa Rica.
- 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.

Vygotsky, L.S. (1978). Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. Cambridge: Harvard University Press.

Whimbey, A. y Lochhead, J. (1991). Problem Solving and Comprehension. New Jersey:Lawrence Earlbaum.