
DESARROLLO DE HABILIDADES METACOGNITIVAS CON EL USO DE LAS TIC

Clemen Mazzarella
clemenmazzarella@hotmail.com
(UPEL-IPC)

RESUMEN

El presente trabajo incluye la creación y utilización de un sistema computarizado para el desarrollo de habilidades metacognitivas. Se fundamenta en enfoques pedagógicos dirigidos hacia el desarrollo de la capacidad para aprender, estimular el análisis, la reflexión y aplicación de los aprendizajes. GÉNESIS representa un sistema interactivo multimedia con el cual los estudiantes avanzan según sus necesidades y controlan su proceso de aprendizaje; ofrece, además, retroalimentación oportuna y proporciona un registro de interacción de las tareas realizadas. El estudio se corresponde con la modalidad de proyecto especial y se sustenta en una investigación de campo de carácter descriptivo explicativo y tipo cuasi experimental. Se utilizó una muestra de 55 estudiantes de Educación Media Diversificada. La variable desarrollo de habilidades metacognitivas fue evaluada a través de la aplicación de los pretest y postest respectivos y de los registros de interacción individual que proporciona el sistema. Los resultados de la investigación evidencian que el sistema promueve el desarrollo de habilidades metacognitivas y responde a la diversidad de estilos de funcionamiento ya que, producto de la interacción, fueron identificados cuatro Patrones de Interacción. Igualmente, la investigación pone de manifiesto la posibilidad de operacionalizar los enfoques pedagógicos vigentes aprovechando los

Recibido: 11/06/07
Aprobado: 12/12/07

recursos que ofrece la informática, a la vez que abre las puertas para futuras investigaciones relacionadas con la integración de las TIC en los procesos educativos.

Palabras clave: sistema computarizado; habilidades metacognitivas; genética; TIC.

ABSTRACT

DEVELOPING METACOGNITIVE ABILITIES USING INFORMATION TECHNOLOGIES

The present paper describes the creation and assessment of a computer system design for developing metacognitive abilities. The study is based on several pedagogical approaches selected for their effectiveness developing four metacognitive skills: a) learning; b) analysis, c) reflection, and d) application. GENESIS represents an interactive and multimedia system controlled by the students according to her needs. It offers timely feedback and provides a log of all the interactive tasks completed by the user. The research complies with the special project model and it is based on a descriptive-explicative semi experimental field study approach. A sample of fifty five high school students was used. The variable “development of metacognitive abilities” was evaluated by applying pretests and posttests and by examining the individual logs provided by the system. The results strongly suggest that the system promotes the development of metacognitive abilities and responds to learning style diversity since four Interaction Schemes were identified. At the same time, the study shows the opportunity of turning operational current pedagogical approaches by taking advantage of information technologies. Finally, the study opens the possibility for future studies interested in new ways to integrate information technologies (ITs) into educational environments.

Key words: computerized system; metacognitive abilities; genetics; ITs.

RÉSUMÉ

DÉVELOPPEMENT D'HABILETÉS MÉTACOGNITIVES AVEC L'USAGE DES TIC

Ce travail englobe la création et l'utilisation d'un système digitalisé pour le développement d'habiletés métacognitives. Il repose sur des approches pédagogiques dirigées vers le développement de la capacité à apprendre, à stimuler l'analyse, la réflexion et l'application des apprentissages. *GÉNESIS* représente un système interactif multimédia avec lequel les étudiants avancent d'après leurs besoins et contrôlent leur processus d'apprentissage. Il offre, de plus, une rétroaction opportune et fournit un registre d'interaction des tâches réalisées. Cette étude correspond à la modalité de projet spécial et se base sur une recherche de champ descriptive et de type quasiment expérimentale. On a utilisé un échantillon de 55 lycéens. La variable développement d'habiletés métacognitives a été évaluée par le biais de l'application des pretests y postests correspondants et des registres d'interaction individuelle fournis par le système. Les résultats de la recherche démontrent que le système promeut le développement d'habiletés métacognitives et répond à la diversité de styles de fonctionnement étant donné que, grâce à l'interaction, ont été identifiés quatre Patrons. De même, la recherche met en évidence la possibilité d'opérationnaliser les approches pédagogiques en vigueur en profitant des ressources offertes par l'informatique et, en même temps, elle ouvre les portes à d'autres recherches étant en rapport avec l'intégration des TIC dans le processus d'enseignement.

Mots clés: système digitalisé; habiletés métacognitives; génétique; TIC.

Introducción

Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) permiten a los usuarios desarrollar sistemas de trabajo más efectivos y eficientes. Particularmente, el computador ofrece numerosas posibilidades para al proceso instruccional, tales como la amplificación, en cuanto facilita que los mejores recursos educativos lleguen a un mayor número de usuarios; la información, aumentando considerablemente los datos y conocimientos que puede utilizar el aprendiz; la conectividad, permitiendo que se pueda establecer contacto con instituciones, investigadores y otros profesionales; la interactividad, al propiciar el establecimiento de un “diálogo” entre el que aprende y el material instruccional, aspecto éste sumamente importante para el uso eficiente del computador en los procesos educativos.

Sin embargo, a pesar de los enormes beneficios que pudieran aportar en los procesos educativos, se puede apreciar que la incorporación de las TIC ha sido y sigue siendo muy lenta. Por un lado, los educadores prefieren utilizar estrategias y recursos más convencionales y, por el otro, no existe suficiente evidencia empírica que respalde las ventajas que ofrecen las tecnologías en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En este sentido, una de las principales aplicaciones del computador en la escuela lo representa el desarrollo de habilidades intelectuales que subyacen en la enseñanza de los contenidos. Se señala que las investigaciones deben estar dirigidas a desarrollar programas interactivos que integren los conocimientos que actualmente se tienen del funcionamiento cognitivo humano con el análisis de tarea, para que cada sujeto reciba una información de acuerdo a su ritmo y estilo de aprendizaje, y que a su vez le permita resolver con éxito la tarea (Ruiz y Ríos, 1990). La interactividad constituye, de este modo, una de las características fundamentales que requieren de mayor estudio para el uso eficiente de las tecnologías de la información en educación. Muchos trabajos se centran en la producción de software educativos representando uno de los campos que requiere mayor atención y desarrollo.

Autores como Waldegg (2002) y Jonassen (2000) señalan que las tecnologías deben servir de herramientas para la construcción del conocimiento, de manera que los estudiantes aprendan “con” las computadoras y no “de” ellas. Cuando son utilizadas por los estudiantes para representar su conocimiento, necesariamente involucran el pensamiento crítico acerca del contenido que están estudiando y exigen que los alumnos piensen de manera diferente acerca de lo que saben.

De este modo, actividades de aprendizaje que exigen del estudiante la planificación, la toma de decisiones y la autorregulación, son responsabilidad del estudiante, no del computador. La tecnología puede servir de catalizador para facilitar estas destrezas, siempre y cuando estimule la reflexión, la discusión y la solución de problemas en el contexto educativo.

De acuerdo con los planteamientos expuestos, el computador pasa a constituir una valiosa herramienta que facilita la labor docente y brinda a los estudiantes oportunidades de aprendizaje distintas a las que ofrecen los medios tradicionales (Monereo, 2003), sobre todo si lo que se desea es reorientar los modelos educativos existentes y abrir paso a un enfoque pedagógico holístico, globalizador e interdisciplinario que favorezca la construcción individual de conocimientos de manera articulada, sistematizada, contextualizada, con sentido y significado real. De este modo, considerando todas estas características en el presente estudio, el conjunto de estos aspectos se conceptualizarán como enfoque pedagógico vigente.

En la actualidad se encuentra en el mercado una amplia variedad de software o sistemas computarizados; la mayoría de uso comercial, los cuales son adaptados por estudiantes y docentes para satisfacer y facilitar las actividades escolares. Sin embargo, cuando se analizan aquellos que son catalogados como educativos, se observa que una gran parte contienen información que no se adapta a las demandas curriculares de la educación de nuestro país. Además, en algunos casos, los conceptos y contenidos específicos están desactualizados o no permiten un uso diferenciado en los distintos niveles educativos.

Al mismo tiempo, se observa que en la mayoría, no se utilizan ni aprovechan las potencialidades de la informática como recurso educativo, sino que se limitan a incluir en su diseño informaciones sobre un tema o área en particular combinando una variedad de colores, imágenes, sonidos y animaciones, y dejan a un lado el considerar e incorporar la estrategia pedagógica más adecuada acorde con el nivel de los estudiantes y con los contenidos o habilidades que se desea que adquieran.

Igualmente, una ventaja realmente importante de la informática y que no se encuentra presente en la mayoría de los programas educativos, es que podrían ser diseñados para obtener un registro de la ejecución del estudiante durante su interacción con el sistema, lo cual proporcionaría información muy valiosa tanto para él como para el docente en el momento de planificar su secuencia didáctica.

En cuanto a la enseñanza de las Ciencias Naturales, es ampliamente reconocida la importancia que tiene su estudio, pues permite que los estudiantes tomen conciencia de la riqueza de aplicaciones e impactos que tienen las ciencias en la vida cotidiana, además, favorece el desarrollo de los diferentes procesos cognitivos y del pensamiento autónomo. Sin embargo, uno de los principales problemas que enfrentan los docentes de ciencias es el lograr la operacionalización de cada uno de los supuestos teóricos que sustentan las concepciones pedagógicas vigentes; seleccionar y diseñar las estrategias didácticas que combinen de manera efectiva la enseñanza de contenidos de las áreas disciplinares con el desarrollo y adquisición de procesos, habilidades y destrezas de pensamiento, para lograr en los estudiantes un aprendizaje constructivo, significativo y reflexivo.

Especialmente en el área de Ciencias Biológicas, se encuentran contenidos que presentan cierto nivel de dificultad durante el proceso de instrucción (como es el caso del tema de Genética: ADN, seleccionado para el presente trabajo); porque involucran un lenguaje muy técnico, son complejos (estructuras moleculares), requieren para su comprensión un elevado nivel de abstracción, el docente debe dominar gran cantidad

de información actualizada. Del mismo modo, por lo extenso, complejo y abstracto de los contenidos los estudiantes manifiestan rechazo y como consecuencia no están motivados, lo que conduce a un “aprendizaje” memorístico y descontextualizado.

La creación de un sistema computarizado para el aprendizaje de un contenido de Genética: ADN en el que pueden combinarse las ventajas que ofrece la informática y los enfoques pedagógicos vigentes representaría, para el aprendiz, un recurso práctico y motivante, que permite, a través de la interacción con el sistema, la construcción activa, reflexiva, significativa y contextualizada del aprendizaje y, para el educador, una herramienta que facilita su labor ya que, gracias al registro que lleva el sistema durante toda la ejecución, puede supervisar y controlar el proceso de aprendizaje de cada estudiante. En este sentido el diseño del sistema computarizado presenta las siguientes características: considera los conocimientos previos y habilidades de los estudiantes, estimula el desarrollo cognitivo, integra procesos de aprendizaje en situaciones de la vida real (contextualiza el aprendizaje), incorpora estrategias que permitan ejercitar procesos cognitivos básicos y de alto nivel y estimula el desarrollo de habilidades de conocimiento, control y autorregulación de los propios procesos cognitivos, es decir, la metacognición.

En función de los planteamientos realizados, surge la necesidad de crear recursos o herramientas tecnológicas que aprovechen al máximo las enormes potencialidades que posee la informática; que sean diseñados con una fundamentación pedagógica actualizada, que atienda las necesidades de formación de los ciudadanos para enfrentar los nuevos escenarios productivos y que, al mismo tiempo, faciliten la labor docente y respondan de alguna manera a los problemas que presenta la didáctica de algunos contenidos en particular como es el caso de la enseñanza de las ciencias.

En el contexto de la situación problemática descrita se plantearon los siguientes objetivos de investigación:

1. Desarrollar un sistema computarizado bajo el enfoque pedagógico vigente para el aprendizaje de un contenido de genética.
2. Evaluar el desarrollo de habilidades metacognitivas producto de la interacción estudiante-sistema computarizado.

Marco referencial

A continuación se discuten los distintos enfoques, teorías y constructos que constituyen el fundamento psicopedagógico sobre el cual se sustenta el diseño del sistema computarizado y, por tanto, la presente investigación. Se parte de una perspectiva epistemológica constructivista, reseñando particularmente el Aprendizaje Significativo y el Enfoque Sociocultural, destacando los conceptos de Zona de Desarrollo Próximo y Mediación, relacionados directamente con el rol del docente y con la función del sistema computarizado para favorecer los procesos de aprendizaje y, finalmente, Metacognición como proceso de alto nivel cognitivo que involucra el control y supervisión de las fases utilizadas para el aprendizaje.

La perspectiva constructivista

El constructivismo es considerado fundamentalmente como un enfoque epistemológico sobre la formación del conocimiento. Delval (1997) señala que la característica más importante y original de esta perspectiva es que trata de explicar la formación del conocimiento situándose en el interior del sujeto, es decir, ayuda a entender qué es lo que sucede en la mente del individuo cuando éste forma nuevos conocimientos. En este sentido, el aprendizaje consiste en la creación de significados a partir de experiencias; por lo tanto aprender se refiere a conjugar, confrontar o “negociar” el conocimiento entre lo que viene desde el exterior y lo que hay en el interior del estudiante (Hernández, 1997).

En este enfoque se considera al alumno como centro de la enseñanza y como sujeto mentalmente activo en la adquisición del conocimiento, constructor de interpretaciones personales del mundo basadas en las experiencias e interacciones individuales, de manera que el conocimiento emerge de contextos significativos, y es en la interacción entre los estudiantes y el ambiente donde se crea el conocimiento. En este sentido, para Ríos (1999) se concibe al sujeto como un participante activo que, con el apoyo de agentes mediadores, establece relaciones entre los conocimientos que posee y las nuevas informaciones para lograr reestructuraciones cognitivas que le permitan darle significado a las situaciones que se presenten. De este modo el conocimiento construido por cada estudiante puede considerarse como único (Barajas, 2003).

Aprendizaje significativo

Uno de los aspectos fundamentales que identifica el enfoque constructivista se refiere al aprendizaje significativo. Ausubel (1976) postula que el aprendizaje implica una reestructuración activa de las percepciones, ideas, conceptos y esquemas que el aprendiz posee en su estructura cognitiva. Señala como principales características del aprendizaje: (a) *la construcción*, ya que el sujeto transforma y estructura la información que proviene del exterior, y (b) *la interacción*, debido a que la información externa interrelaciona e interactúa con los conocimientos previos y las características personales del aprendiz.

De acuerdo con los principios del aprendizaje significativo, los nuevos conocimientos se incorporan de forma sustantiva en la estructura cognitiva del alumno. Esto se logra cuando el estudiante relaciona los nuevos conocimientos con los anteriormente adquiridos; para ello es fundamental que el alumno demuestre interés por aprender lo que se está mostrando (Díaz Barriga y Hernández, 2002).

Enfoque sociocultural

De este enfoque se consideran básicamente los conceptos de mediación y zona de desarrollo próximo. En cuanto al primero, se puede señalar que uno de los aportes más importantes se relaciona con el uso de instrumentos mediadores (herramientas y signos) para entender los procesos sociales, indicando que la analogía básica entre signos y herramientas descansa en la función mediadora que caracteriza a ambos (Vygotsky, 1979).

Vygotsky considera que el hombre no se limita a responder a los estímulos sino que actúa sobre ellos, transformándolos. Y ello es posible gracias a la mediación de instrumentos que se interponen entre el estímulo y la respuesta. Se considera la actividad de aprendizaje como un proceso de transformación del medio a través del uso de instrumentos (Pozo, 1989).

En cuanto a la interacción entre aprendizaje y desarrollo, Vygotsky señala que el aprendizaje debe equipararse al nivel evolutivo del aprendiz; refiere dos niveles evolutivos: el *nivel evolutivo real*, que comprende el nivel de desarrollo de las funciones mentales de un niño. Supone aquellas actividades que los aprendices pueden realizar por sí solos y que son indicativas de sus capacidades mentales. Por otro lado, si se le ofrece ayuda o se le muestra cómo resolver un problema y lo soluciona, es decir, si el aprendiz no logra una solución independientemente del problema, sino que llega a ella con la ayuda de otros constituye su *nivel de desarrollo potencial*. Lo que los sujetos pueden hacer con ayuda de “otros”, en cierto sentido, es más indicativo de su desarrollo mental que lo que pueden hacer por sí solos.

Se verificó que la capacidad de los aprendices de idéntico nivel de desarrollo evolutivo real, variaba en gran medida al aprender bajo la guía de un mediador, e igualmente el subsiguiente curso de su aprendizaje sería distinto. Esta diferencia es la que denominó *Zona de Desarrollo Próximo*.

De esta manera, se puede entender *mediación* como la experiencia de aprendizaje donde un agente mediador, actuando como apoyo, se interpone entre el aprendiz y su entorno para ayudarlo a organizar y desarrollar su sistema de pensamiento y facilitar la aplicación de nuevos instrumentos intelectuales (Ríos, 1997).

Metacognición

La metacognición se define sintéticamente como cognición sobre la cognición, es decir, conocimiento del propio conocimiento. Se refiere, especialmente, a la toma de conciencia, el control del proceso y la autorregulación que dan lugar a la organización para enfrentar las necesidades y adaptarse al medio.

La mayoría de las definiciones coinciden en el conocimiento que una persona tiene de la naturaleza del aprendizaje, efectividad de las estrategias que aplica, conocimiento sobre sus fortalezas y debilidades, conocimiento y supervisión de la naturaleza y progresos al realizar una tarea y, por último, el control sobre el aprendizaje a través de la información y la toma de decisiones.

Soto (2003), ubica la metacognición como asociada a dos componentes: el primero, está relacionado con el conocimiento que tiene una persona sobre los propios procesos cognitivos (saber qué), es de naturaleza declarativa y suele ser un conocimiento relativamente estable. El segundo componente se refiere a la regulación de los procesos cognitivos (saber cómo) y está asociado a las actividades de planificación, control y evaluación. Involucra el aspecto procedimental del conocimiento y permite encadenar de forma eficaz las acciones necesarias para alcanzar una meta.

Actualmente se considera que el conocimiento metacognitivo se refiere tanto a las potencialidades y las limitaciones cognitivas y de conocimientos en los distintos dominios, así como también a las diferentes estrategias o recursos que pueden requerir las distintas

tareas de aprendizaje. En consecuencia, este tipo de conocimiento puede facilitar al estudiante una mejor comprensión, supervisión y valoración de los contenidos conceptuales y procedimentales del campo de estudio.

Señalan González, Valle, Rodríguez y Piñeiro (2002) que la mejora permanente del aprendizaje requiere que los estudiantes sean estratégicos, es decir, que sean capaces de: estudiar en el campo, hacer planes y coordinar recursos; estar seguros de las demandas de las tareas y de las capacidades individuales de trabajo, decidir qué quieren obtener de cada situación, y como consecuencia, poner en marcha las estrategias adecuadas para lograr sus objetivos.

En definitiva, se observa cómo los aspectos metacognitivos están relacionados con el enfoque constructivista; los aprendices construyen sus propios conocimientos, situaciones y significados y, al mismo tiempo, evalúan y reconocen sus propios procesos de reconstrucción, por lo que la complementariedad entre constructivismo y metacognición puede conducir a un cambio personal muy efectivo.

Barajas (2003) señala que los entornos virtuales de aprendizaje (EVA) pueden proporcionar estímulos suficientes y apoyo para un proceso distribuido de estudio y facilitar la adquisición de un conocimiento de base específico para un dominio bien organizado, de estrategias de aprendizaje para la resolución de problemas y de conocimientos metacognitivos y habilidades autorreguladoras.

En cuanto al sistema computarizado objeto del presente estudio, incluye una serie de intervenciones donde se consideran los aspectos metacognitivos. Los usuarios pueden revisar el curso de su interacción, conocer cómo progresan, supervisar y evaluar su ejecución. Igualmente, se le proporciona al estudiante pistas, indicios o preguntas que estimulan la reflexión durante la interacción, para guiarlo hasta que alcance con éxito la resolución de una tarea. En otras palabras, la calidad de la

retroalimentación que suministra el sistema es lo que va a determinar el desarrollo de las habilidades metacognitivas que pueda utilizar el aprendiz y transferirlas a nuevas situaciones o actividades que se presenten durante la interacción.

Marco metodológico

La presente investigación se sustenta en una investigación de campo de carácter explicativo y diseño cuasi experimental, debido a que se procede a caracterizar, describir, evaluar e interpretar los datos obtenidos en forma directa de la realidad a través de la aplicación, tanto a los sujetos del grupo control como a los sujetos del grupo experimental, de los instrumentos diseñados en la investigación para la variable Metacognición. Igualmente, corresponde con la modalidad de proyecto especial, esta categoría incluye trabajos que conducen a creaciones tangibles; materiales de apoyo educativo o productos tecnológicos que pueden ser aplicados para solucionar problemas que respondan a intereses o necesidades culturales y se caractericen por su significativo valor innovador (UPEL, 2003).

Población y muestra

La población estuvo integrada por 110 estudiantes del 2º año de Ciencias de Educación Media Diversificada y Profesional del Colegio “San Agustín”, ubicado en la urbanización El Paraíso. Específicamente, se consideraron los grupos de estudiantes ya preestablecidos en las secciones A y B para conformar una muestra intencional de 55 sujetos, de los cuales 30 estudiantes de una sección correspondían al grupo control y 25 de la otra sección correspondían al grupo experimental. Ambos grupos fueron asignados al azar. Los grupos estaban integrados por estudiantes de uno u otro sexo, en su mayoría de nivel socioeconómico medio-alto, con edades comprendidas entre los 16 y los 18 años. Es importante destacar que todos los estudiantes poseen habilidades en el uso de la informática ya que la mencionada institución educativa incorpora, de manera obligatoria, la asignatura Computación desde la I Etapa de Educación Básica.

Variable e instrumentos

La variable considerada en el estudio fue denominada **habilidades metacognitivas**, definida como la toma de conciencia, capacidad de controlar, supervisar y reflexionar sobre el propio proceso de aprendizaje del estudiante.

Para la operacionalización de la variable el sistema computarizado desarrollado proporcionó un registro de interacción de cada estudiante, en el cual se precisaron los siguientes indicadores: recorridos realizados (ruta de navegación), número de errores cometidos, número de veces que solicita ayuda, toma de notas o apuntes, supervisión de la ejecución y calificación obtenida. Los datos suministrados por el registro individual fueron utilizados para identificar las rutas que seguía cada estudiante durante la interacción, y de esta forma interpretar tanto las habilidades particulares de los estudiantes para enfrentar las tareas que le suministraba el programa (evaluación intrasujeto), como las ejecuciones de cada uno de los estudiantes que interactuaban con el programa comparadas entre sí (evaluación intragrupo).

Para evaluar las **habilidades metacognitivas** que utilizan estudiantes durante su proceso de aprendizaje se adaptó el instrumento de Sánchez (1998), el cual fue aplicado como pretest y postest a ambos grupos. Las dimensiones consideradas para su elaboración fueron: 1. Planificación: comprende el diseño de estrategias para lograr los objetivos propuestos y estudiar las condiciones en que se debe resolver (Ítems del 1 al 12); 2. Supervisión: se refiere al control que se ejerce mientras se aplican las estrategias para la resolución de un problema o situación (Ítems del 13 al 22); 3. Evaluación: es la revisión de resultados para establecer si la solución corresponde con los objetivos propuestos (Ítems del 23 al 32).

Validez y confiabilidad

Con el propósito de determinar la validez del instrumento se procedió a aplicar una prueba piloto a 10 personas con características semejantes a la de la muestra objeto de estudio.

Igualmente, se adoptó el tipo de validez de contenido, el cual se refiere al grado en que un instrumento refleja el dominio específico de lo que se mide. En este sentido el instrumento fue sometido a la consideración de un grupo de especialistas (juicio de expertos), con el propósito de que emitieran su opinión en relación con la claridad y objetividad de cada una de las proposiciones formuladas.

La confiabilidad se determinó mediante el coeficiente de “Alfa de Crombach” que es un procedimiento utilizado cuando las respuestas no son dicotómicas y el instrumento está estructurado por áreas de interés. El coeficiente calculado fue de 0.86, rango aceptable para este tipo de instrumentos. En atención a los resultados obtenidos en las prueba piloto y el juicio de expertos, se ajustó el instrumento quedando conformado como se presenta en el Anexo A.

Procedimiento: la investigación comprende dos fases: desarrollo del software y validación del mismo.

Desarrollo del sistema computarizado

Diseño: para el diseño del sistema computarizado se consideraron los siguientes aspectos:

- a) Selección del contenido: los temas fueron elegidos de acuerdo con su complejidad didáctica, posibilidad de ser explotados desde la informática, relevancia en los programas de biología de distintos niveles educativos y presencia de los procesos que se utilizan para el aprendizaje de estos contenidos. Los temas que se incorporaron son del área de Genética Molecular, particularmente ADN (ácido desoxirribonucleico).
- b) Concepción del sistema: fue diseñado con una concepción constructivista del aprendizaje y con un enfoque metacognitivo donde se propicie la toma de conciencia, control y reflexión sobre los procesos cognitivos que aplica durante el proceso de aprendizaje.

c) Producción del sistema computarizado: para la elaboración del programa se seleccionó el software Authorware 5.0. Se contó con un equipo multidisciplinario conformado por un programador, un diseñador gráfico y una pedagoga (autora de la investigación). Además del sistema computarizado GÉNESIS, se desarrolló un software en el que se incorporaron los datos completos de cada uno de los estudiantes y el cual generó los reportes del registro de interacción individual de los usuarios del programa. Este Sistema Administrador se realizó con el programa PowerBuilder 7.0 de la empresa Sybase.

Descripción del Sistema Computarizado

Definición: el sistema computarizado desarrollado se ajusta a la categoría de Sistema Interactivo Multimedia de Aprendizaje (SIMA) (Tirado, 1998), ya que el término abarca situaciones de aprendizaje en las que ocurre intercambio de información entre sistemas comunicadores que están implicados de alguna forma en un proceso de diálogo a través de varios canales de comunicación: sonido, video y animaciones, entre otros.

El programa computarizado lleva por nombre **GÉNESIS** (origen, principio), debido a la relación que se puede establecer con la macromolécula más importante presente en los organismos, la cual constituye la base de la vida y contiene toda la información genética necesaria para la formación de un nuevo individuo: el ADN (ácido desoxiribonucleico); la estructura y funcionamiento de la misma es el contenido central del programa desarrollado.

Características del sistema computarizado:

- a) **Actividad del usuario:** representa un sistema hipertexto interactivo que soporta el acceso a varias representaciones del contenido.
- b) **Objetivos educacionales:** constituye un entorno exploratorio, con énfasis en procesos más que en resultados.

- c) **Presentación del contenido:** se presentan de manera global los conocimientos y habilidades desarrollados dentro de una variedad de contextos significativos.
- d) **Control del sistema:** durante el diálogo interactivo entre el estudiante y el sistema, el estudiante es el que toma las decisiones de manera explícita, por tanto lleva el control directo de la sesión de aprendizaje.
- e) **Tratamiento de errores:** la retroalimentación que proporciona el sistema es del tipo corrección con ayuda; se presentan contraargumentos, ejemplos y situaciones para reflexión que le permiten finalizar con éxito la tarea.
- f) **Registro de ejecución:** el sistema contiene una base de datos, que registra y almacena la ejecución completa de cada participante para su posterior análisis.

Componentes del Sistema Computarizado GÉNESIS: el material contempla tres áreas funcionales:

1) **Área de Menú** que contiene las opciones: *Archivo*: permite salir del programa o regresar al módulo principal. *Menú*: despliega los cuatro temas desarrollados en el programa (Herencia y ADN, Duplicación del ADN, Transcripción y Traducción, Ingeniería Genética). *Herramientas*: despliega las opciones *Instrucciones* (la cual describe el funcionamiento del programa); *Glosario*: diccionario de las principales palabras asociadas con los temas del software; *Investigadores*: listado de los científicos más importantes relacionados con el área y sus principales aportes; *Acerca de*: contiene *Programa*: descripción de los objetivos y contenidos del software y *Créditos*: autores del software.

Página principal del Sistema Computarizado Génesis



- 2) **Área de Desarrollo del Contenido:** muestra el contenido de cada uno de los temas de información seleccionado. En la parte inferior derecha se encuentran cuatro íconos de desplazamiento que le permiten al usuario avanzar o retroceder en cada uno de los temas desarrollados.
- 3) **Área de Instrucciones y Botones:** muestra una barra en la parte inferior derecha de la pantalla que contiene un grupo 8 de íconos:

- *Imágenes:* identifican a cada uno de los cuatro temas desarrollados.
- *Ejercicio:* permite evaluar el avance del aprendizaje a través de la ejecución del ejercicio respectivo.
- *Notas:* abre una ventana en la cual el usuario puede escribir sus propias notas o reflexiones acerca de lo aprendido (contienen la opción de imprimirlos).
- *Reporte:* permite solicitar información acerca de la actuación del usuario durante la resolución del ejercicio.
- *Salir:* para salir del módulo con el cual se está interactuando.

Validación del Sistema Computarizado

Como ya se mencionó, el sistema fue validado con estudiantes que cursan 2° año de Ciencias, asignándose al azar dos secciones: grupo control y experimental. Las clases de biología del grupo control, identificadas en la investigación como clase tradicional, se desarrollaron bajo un enfoque pedagógico constructivista (exploración de conocimientos previos, planteamiento de preguntas y situaciones contextualizadas que conducían a la reflexión, realización de talleres, uso de procesadores de información, investigaciones bibliográficas, discusiones dirigidas).

El grupo experimental utilizó el sistema computarizado desarrollado en la investigación en seis sesiones de clases. La sesión inicial contempló una explicación detallada acerca del funcionamiento del programa. En las siguientes 5 clases, cada estudiante interactuó con el software, pudiendo obtener en cualquier momento el registro de su ejecución individual.

Las sesiones de interacción se alternaron con sesiones teóricas de discusión del trabajo efectuado en el computador; en las mismas se analizaron tanto las dificultades, como los avances y progresos que se iban produciendo durante la interacción de los estudiantes con el sistema.

Es importante destacar que para el grupo experimental, además de los datos que arroja la aplicación de los respectivos instrumentos, se contó con los registros de ejecución individual de interacción con el sistema, lo cual permitió evaluar su progreso con respecto al aprendizaje del contenido e identificar la adquisición y utilización de habilidades metacognitivas a través del mismo programa.

Discusión de resultados

Posterior a la aplicación de los instrumentos, se procesó e interpretó la información para identificar aquellos aspectos resaltantes que reflejan las respuestas de los estudiantes. En primer lugar, se determinaron las

diferencias significativas entre los grupos control y experimental, a través de la aplicación de la Prueba Estadística “t” de Student, y en segundo lugar, se procedió al análisis detallado de los registros de interacción individual que proporcionaba el sistema.

Cuadro 1

Comparación entre medias de los Pretest y postest de los grupos control y experimental para la Variable Habilidades Metacognitivas

	M	DS	M	DS	N	T
PRETEST	1.80	0.40	1.68	0.47	55	1.00 (ns)
POSTEST	2.13	0.34	3.04	0.20	55	11.58 **

** Significancia $p < 0,001$

Los datos presentados en el cuadro 1 muestran que no existen diferencias significativas para el pretest entre los grupos control y experimental, lo que sugiere que ambos manifestaron utilizar estrategias de manera similar, específicamente aquellas que implican la planificación, supervisión y evaluación de las tareas que debían resolver. Por el contrario, en los resultados arrojados por el postest, resulta evidente que se encontraron diferencias significativas entre las medias, lo cual indica una mejora sustancial de los estudiantes del grupo experimental en el empleo de estrategias que promuevan la conciencia, control y reflexión acerca de su proceso de aprendizaje.

A partir de estos resultados se puede interpretar que, si bien es cierto que todos los estudiantes, que conformaron la muestra de la investigación, manifestaron mayor utilización de procesos que conducen a mejoras en sus habilidades metacognitivas, evidentemente el grupo experimental refleja de manera más resaltante que con ayuda del sistema computarizado **GÉNESIS** se desarrollan habilidades para resolver de un modo sistemático y reflexivo las tareas.

Particularmente, en una secuencia de pasos que refieren cómo abordar metacognitivamente un problema, se puede señalar que los estudiantes, en primer lugar, determinan los conocimientos necesarios para resolver la situación planteada, a la vez que diseñan estrategias para lograr los objetivos propuestos; en segundo lugar, de alguna manera tratan de controlar y supervisar las estrategias que aplican en la actividad y, en tercer lugar, revisan resultados y evalúan sus progresos a fin de establecer si la solución alcanzada se corresponde con los objetivos propuestos.

Análisis de la interacción con GÉNESIS

Uno de los aspectos más relevantes y significativos que contempla el Sistema Computarizado **GÉNESIS**, lo representa el registro de interacción individual que proporciona el programa administrador. A partir de todos los registros de los estudiantes se elaboró una matriz general de datos con la cual se realizó un análisis cualitativo detallado de la ejecución de cada uno de ellos con el programa.

Los resultados demuestran que, efectivamente, la interacción que realizó cada uno de los estudiantes con el sistema computarizado constituyó un proceso particular que dependió solamente de su propio estilo de funcionamiento cognitivo; la manera como accede a la información del contenido teórico, la preferencia por utilizar los distintos componentes del software, solicitar ayudas por las distintas opciones que ofrece el programa, escribir sus propias reflexiones o notas, repetir las ejecuciones y ejercicios, solicitar reporte de calificaciones obtenidas, entre otras acciones, determinaron que cada alumno tiene una manera diferente de interactuar con el programa y, como consecuencia, gestiona su propio proceso de aprendizaje de manera individualizada, proceso que es permitido por el tipo de interacción que puede ser desarrollada con el sistema computarizado **GÉNESIS**, ya que promueve una navegación libre de acuerdo con los intereses y necesidades; en otras palabras, atiende a la diversidad de estilos de cada uno de los aprendices.

Estilos de aprendizaje e identificación de patrones de interacción

Cuando se trata de investigar y analizar qué hacen los estudiantes cuando aprenden, cuáles son las “claves cognitivas” que emplean, cómo organizan y utilizan sus estrategias, evidentemente se habla de Estilos de Aprendizaje. La fundamentación teórica de este constructo está directamente relacionada con la concepción del aprendizaje como un proceso activo, como lo señalan Talavera y Torres (2002), quienes consideran que la persona juega un rol activo en una situación de aprendizaje, tanto a nivel de estrategias utilizadas, como a nivel de representaciones que invoca para realizar una actividad. De esta manera un alumno que recibe una nueva información, la elaborará y relacionará en función de sus propias características.

Para el caso particular del presente estudio, se consideraron los estilos propuestos por Alonso, Gallego y Honey (2000), a saber: activo, reflexivo, teórico y pragmático, cada uno de los cuales representa una preferencia específica a la hora de abordar el proceso de aprendizaje y pueden ser identificados en el momento en que los estudiantes ejecutan ciertas actividades cuando se enfrentan a una tarea empleando la tecnología para la resolución de la misma.

Utilizando de alguna manera la clasificación anterior, se identificaron en el presente estudio lo que se pudieran denominar **Patrones de Interacción**, categorizados según las diferentes formas de funcionamiento cognitivo de los estudiantes con el sistema computarizado GÉNESIS, de acuerdo con sus estilos, necesidades y preferencias. Estos patrones son:

1. Diagnóstico-Reflexivo:

Estudiantes que utilizan el programa, en su primera ejecución, para evaluar qué tanto conocen acerca del contenido, exploran sus conocimientos previos, resuelven el ejercicio sin lectura previa del contenido, no solicitan ayuda en la resolución y finalizan

solicitando el reporte de su calificación. En la segunda ejecución del mismo tema, siguen instrucciones recomendadas; realizan la lectura completa del contenido, toman apuntes y resuelven los ejercicios solicitando las ayudas que consideran necesarias.

2. Secuencial-Activo:

Estudiantes que revisan primero todo el contenido teórico del tema y, posteriormente resuelven los ejercicios. Sin embargo, durante esta fase de la ejecución no solicitan las ayudas que brinda el sistema. No obstante, a medida que avanzan en los temas siguientes, sí utilizan las herramientas del programa. No repiten las ejecuciones.

3. Secuencial-Evaluador:

Casos en los cuales tienen una primera interacción siguiendo instrucciones, leen el contenido completo, toman notas, solicitan ayuda en pocas oportunidades. En la segunda interacción con el mismo contenido, no leen el contenido teórico del tema y solicitan ayuda durante la resolución de los ejercicios. Pareciera que de alguna manera quieren verificar su aprendizaje mediante la resolución del ejercicio, es decir, aplican la nueva información.

4. Combinado:

Casos de estudiantes que combinan todas las características anteriores; exploran su conocimiento previo, siguen la secuencia normal de lecturas, buscan ayudas para la resolución de ejercicio, y verifican su aprendizaje.

La identificación de los cuatro patrones de interacción mostrados por los estudiantes pone de manifiesto que el aprendizaje de un contenido específico no radica solamente en el medio utilizado, como es el caso del sistema computarizado desarrollado, sino que resulta fundamental la manera como el estudiante percibe, procesa y organiza la información, ya que influye directamente en lo que aprende. A su vez, se puede afirmar que la percepción que pueda tener el sujeto de la

nueva información está basada en la manera como el medio secuencia y presenta los contenidos, debido a que representa la herramienta de comunicación que le permite interactuar con el conocimiento para entenderlo y reflexionar sobre el mismo.

Al mismo tiempo, estos resultados permiten caracterizar en el gráfico 1 un Modelo de Aprendizaje con el Uso del Computador, en el cual se integran los cuatro patrones de interacción detectados, además de contemplar dos aspectos fundamentales identificados en la investigación, la individualidad y la interactividad. La primera, implica una formación a la medida, adecuada a las características y necesidades personales, al estilo cognitivo y al ritmo de aprendizaje, y la segunda hace posible que cada estudiante pueda decidir y dirigir, en todo momento, su proceso de aprendizaje; pueda seleccionar unos contenidos, seguir un itinerario determinado, revisar distintos puntos tantas veces como decida, reconducir y modificar el proceso a seguir, aplicar sus estrategias personales de aprendizaje.

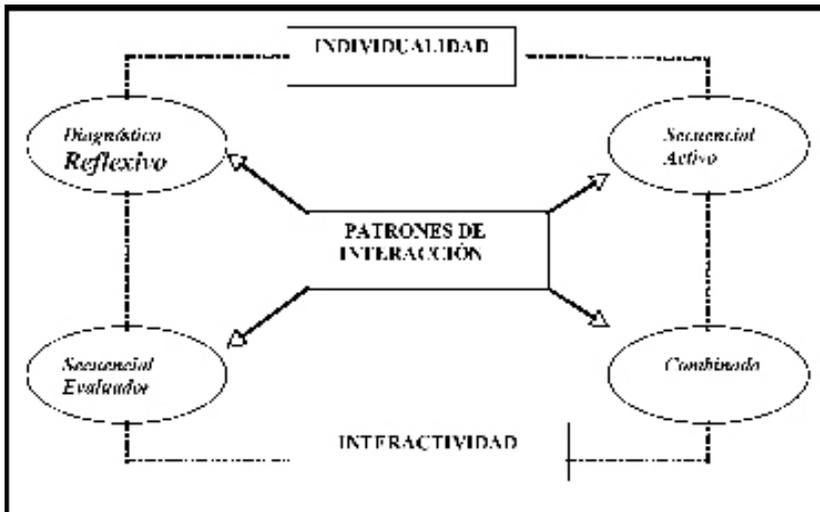


Gráfico 1. Modelo de Aprendizaje con el uso del computador

Conclusiones

La integración de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje debe facilitar e impulsar el desarrollo de formas adecuadas de organización del conocimiento específico en los estudiantes, al mismo tiempo, permitir la reflexión sobre sus propias actividades de aprendizaje, de manera que puedan ejercitar y desarrollar procesos y habilidades cognitivas.

Para alcanzar tales propósitos, el diseño y elaboración de sistemas computarizados para el aprendizaje de contenidos específicos debe atender a la combinación de múltiples factores que inciden de manera directa sobre el proceso, entre los que se destacan: activación de conocimientos previos, tipo de actividades de aprendizaje, presentación de la información, procesos o habilidades cognitivas, actitudes, procesos de reflexión y evaluación.

La utilización del Sistema Computarizado **GÉNESIS** como herramienta educativa, permitió a los estudiantes: disponer y procesar gran cantidad de información, alcanzar mayores niveles de abstracción de los conceptos, acceder a la información por distintas formas y representaciones, realizar las actividades escolares de una manera más agradable y motivante y, finalmente, obtener registros de interacción que al ser solicitados en cualquier momento por el aprendiz, le proporciona información muy importante para controlar y supervisar su proceso de aprendizaje y, al mismo tiempo, por el docente para supervisar, controlar y evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los resultados obtenidos en la investigación proporcionan evidencia acerca del uso de la tecnología para promover procesos de aprendizaje a través de la ejercitación y desarrollo de habilidades metacognitivas; los estudiantes acceden a la nueva información de acuerdo con sus necesidades e intereses, la procesan con las diferentes herramientas que le brinda el sistema, permitiéndoles revisar el curso de su interacción; conocer cómo progresan, supervisar y evaluar su ejecución. Al mismo

tiempo, se les suministra retroalimentación adecuada; pistas, indicios y preguntas que estimulan la reflexión durante la interacción de manera que puedan ser guiados durante el proceso de aprendizaje para que alcancen con éxito la resolución de las actividades.

En otras palabras, el sistema computarizado atiende las características individuales propias de cada estudiante para favorecer procesos particulares de aprendizaje que difícilmente el docente por sí solo podría atender. Igualmente, la interacción con GÈNESIS permite intervenir en la zona de desarrollo próximo con el propósito de provocar en los aprendices avances que no sucederían de manera espontánea, actuando a su vez como mediador entre el conocimiento espontáneo o cotidiano y el pensamiento científico que se desea deben alcanzar los estudiantes.

En este sentido, resulta necesario destacar que, a pesar de los beneficios que ofrece el computador, y en este caso el sistema computarizado en sí mismo como agente mediador, sigue siendo importante la figura del docente en su rol de orientador y estimulador del proceso de aprendizaje. La presencia de una herramienta tecnológica no excluye en ningún momento la función del docente durante el proceso. De este modo, se puede puntualizar que la función del docente en estos escenarios sigue siendo fundamental; debe organizar el contexto, regular los aprendizajes, evaluar y retroalimentar los progresos, atender la diversidad, siendo siempre el principal objetivo favorecer la construcción de habilidades en los estudiantes para que alcancen su plena autonomía.

En definitiva, la educación debe cambiar a fin de preparar debidamente a los ciudadanos del futuro para funcionar en una sociedad de cambio continuo. Por consiguiente, es necesario reemplazar el paradigma educativo vigente por enfoques pedagógicos que tengan como objetivo una enseñanza individualizada, en la cual la interacción profesor-estudiante-tecnología permita reforzar los canales de

comunicación y obtener conocimientos sólidos, útiles y significativos, y que al mismo tiempo doten a los ciudadanos de aptitudes para aprender durante toda la vida en una sociedad plural en la cual las TIC representan uno de los pilares fundamentales.

Referencias

- Alonso, C., Gallego, D. y Honey, P. (2000). *Cuestionario de estilos de Aprendizaje*. Instituto de Ciencias de la Educación. ICE. Universidad de Deusto [Documento en línea]. Disponible: <http://ice.deusto.es/guia/test0.html> [Consulta: 2004, Marzo 25].
- Ausubel, D. (1976). *Psicología Educativa*. México: Trillas.
- Barajas, M. (2003). *La tecnología educativa en la enseñanza superior. Entornos virtuales de aprendizaje*. Madrid: MacGraw Hill.
- Delval, J. (1997). Tesis sobre el constructivismo. En M. Rodrigo y J. Arnay (Comps.), *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona, España: Paidós.
- Díaz Barriga, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una interpretación constructivista*. México: MacGraw Hill.
- González, R., Valle, A., Rodríguez, S. y Piñeiro, I. (2002). Autorregulación del aprendizaje y estrategias de estudio. En J. González-Pineda., J. Núñez., L. Álvarez y E. Soler (Coords.), *Estrategias de Aprendizaje. Concepto, evaluación e intervención*. Madrid: Pirámide.
- Hernández, P. (1997). Construyendo el constructivismo: criterios para su fundamentación y su aplicación instruccional. En M. Rodrigo y J. Arnay (Comp.), *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona, España: Paidós.
- Jonassen, D. (2000). *Computers as mindtools for schools. Engaging critical thinking*. (2a. ed.). New Jersey: Prentice-Hall.
- Monereo, C. (2003). Internet y competencias básicas. *Aula de Innovación Educativa*. 126, 16-20.
- Pozo, J. I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.

- Ríos, P. (1997). La mediación del aprendizaje. Lev Vygotsky: sus aportes para el siglo XXI. *Cuadernos Educación UCAB*, 1, 34-40.
- Ríos, P. (1999). El Constructivismo en Educación. Reflexiones preliminares para una definición. *Laurus*, 8, 16-23.
- Rodrigo, M. y Arnay, J. (1997). *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona, España: Paidós.
- Ruiz, C. y Ríos, P. (1990). El uso de la informática en la Educación. *Investigación y Postgrado*, 5(2), 59-91.
- Sánchez, M. (1998). *Desarrollo de habilidades del pensamiento. Discernimiento, automatización e inteligencia práctica*. México: Trillas.
- Soto, C. (2003). *Metacognición cambio conceptual y enseñanza de las ciencias*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Talavera, M. y Torres, J. (2002). *Estilos de aprendizaje y diseño de entornos de teleinformación* [Documento en línea]. Disponible: <http://prometeo.cica.es/teleinformacion> [Consulta: 2004, Marzo 25].
- Tirado, R. (1998). El diseño de sistemas interactivos multimedia de aprendizaje: aspectos básicos. *Píxel*, 7, 25-38.
- UPEL. (2003). *Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales*. Caracas: FEDUPEL.
- Vygotsky, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Buenos Aires: Grijalbo.
- Waldegg, G. (2002). El uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. *Revista electrónica de Investigación Educativa* [Revista en línea], 4(1). Disponible: <http://redie.ens.uabc.mx/vo4no1/contents-waldegg.html> [Consulta: 2004, Marzo 25]

ANEXO A INSTRUMENTO PARA LA EVALUACIÓN DE HABILIDADES METACOGNITIVAS

EVALUACIÓN DE HABILIDADES METACOGNITIVAS

Durante las actividades escolares, generalmente, debes aplicar procesos que te permitan superar los obstáculos que se presentan en la realización de una tarea, esta capacidad de resolver problemas de una manera sistemática y reflexiva está relacionada directamente con tus habilidades metacognitivas.

En este instrumento no existen respuestas correctas o incorrectas, solamente se desea conocer las estrategias que utilizas para realizar una tarea o para resolver problemas. Por favor lee con atención cada pregunta, piensa en ti mismo y responde marcando la opción de respuesta que más se ajuste con las acciones que realizas. Trata de ser lo más objetivo posible.

EVALUACIÓN DE HABILIDADES METACOGNITIVAS

1	Nunca
2	Algunas veces.
3	Siempre

1 2 3

19. Buscas retroalimentación en otras personas			
20. Aprendes de tus errores			
21. Supervisas la efectividad de las estrategias que empleas			
22. Cambias las estrategias que no son efectivas			
23. Estás consciente de los logros alcanzados			
24. Estás consciente de tus deficiencias			
25. Eres capaz de autoevaluarte			
26. Revisas permanentemente tus acciones			
27. Aplicas criterios de evaluación para juzgar tus acciones			
28. Evalúas tus resultados intermedios a medida que aplicas estrategias de resolución			
29. Revisas que la solución corresponde con los objetivos propuestos			
30. Reflexionas sobre la manera en que llegaste a la solución			
31. Te preguntas si lo podrías haber resuelto de otra manera			
32. Reflexionas si te satisface el resultado al que has llegado			

1	Nunca
2	Algunas veces.
3	Siempre

1 2 3

1. Planteas objetivos antes de realizar alguna acción			
2. Te haces preguntas dirigidas a buscar información sobre el tema			
3. Tratas de comprender el problema antes de ejecutar alguna acción			
4. Estás consciente de lo que conoces acerca del tema			
5. Te preguntas: ¿qué conocimientos me sirven para solucionar el problema?			
6. Diseñas las estrategias que vas a aplicar para resolver la situación			
7. Tratas de identificar las deficiencias de conocimiento que tienes para la resolución de la tarea.			
8. Identificas los procesos del pensamiento que utilizas			
9. Defines estrategias para contrarrestar las fallas personales			
10. Buscas el significado de términos que no conoces			
11. Consideras posibles alternativas que existen para resolver la tarea			
12. Estas consciente de las fallas personales que tienes para realizar la tarea			
13. Cuestionas tus razonamientos durante la realización de la tarea			
14. Te preguntas cómo mejorar tu desempeño			
15. Detectas el grado de dificultad de la tarea			
16. Identificas los errores que vas cometiendo			
17. Corrige errores mientras realizas la tarea			
18. Utilizas ejemplos como fuente de aprendizaje			

Gracias por tu colaboración