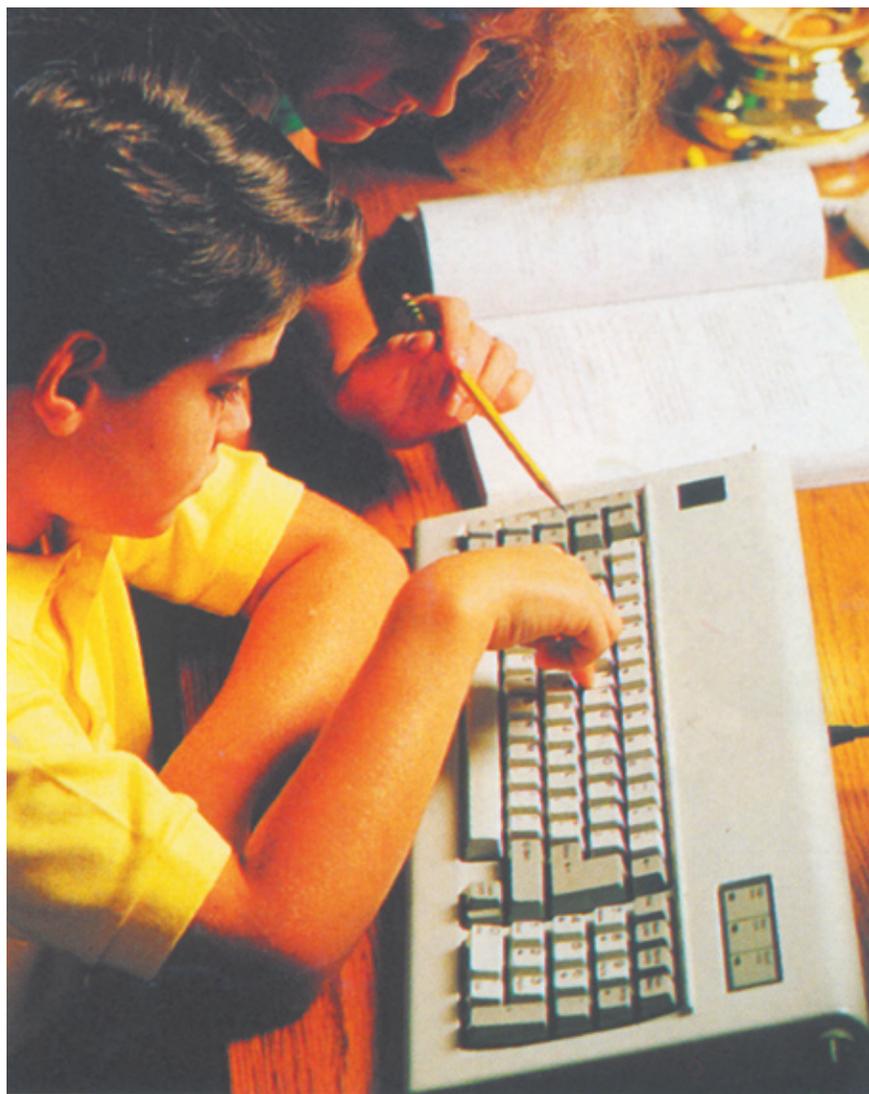


Los mediadores pedagógicos en la enseñanza de las ciencias: la implementación de un programa educativo multimedia en la enseñanza del sistema circulatorio¹



EDGAR ANDRÉS ESPINOSA RÍOS²

Resumen

El artículo muestra un estudio realizado a estudiantes de secundaria, en donde se desea demostrar si a partir de una enseñanza basada en una teoría constructivista e implementando un mediador pedagógico como los programas tutoriales multimedia de índole conductual, se puede favorecer el aprendizaje del sistema circulatorio humano. Para lograr lo anterior se emplea el estudio de casos, en donde se trabaja con dos grupos de estudiantes, uno denominado grupo experimental en el cual se implementa el programa tutorial multimedia y el otro grupo denominado grupo control al cual se le enseña de manera magistral y sin el programa tutorial.

Palabras clave: Mediador pedagógico, conocimiento del docente, conocimiento del estudiante, programa tutorial multimedia, nuevas tecnologías.

¹ El artículo presentado es el resultado de una tesis necesaria para optar por el título de Magíster en Educación: énfasis en Enseñanza de las Ciencias Naturales. Universidad del Valle, Instituto de Educación y Pedagogía. Área de Educación en Ciencias y Tecnología.

² Licenciado en Biología y Química. Universidad del Valle. Instituto de Educación Pedagogía. Grupo de Investigación de Educación en Ciencia y Tecnología. edaneri@univalle.edu.co

Abstract

The article shows a study case about how a teaching strategy based on constructivist and applied with educational pedagogic mediator such as tutorial programs can improve the learning of the human circulatory system. To develop the case two students groups were established: the experimental group in which the multimedia programs was used and the control group where the teaching was conventional and without the tutorial program.

Key words: Mediator pedagogical, knowledge of the teacher, student's knowledge, multimedia tutorial program, new technologies.

Introducción

Actualmente los docentes nos enfrentamos a los diferentes avances de índole científico y pedagógico que acontecen diariamente y por lo cual nos vemos en la necesidad de una constante capacitación, para así poder afrontar los nuevos retos.

Dos elementos se destacan como valiosos en la enseñanza de las ciencias: la teoría pedagógica y los mediadores pedagógicos. La primera brinda las herramientas conceptuales sobre las cuales se construye la educación teniendo como referencia la manera como se ha construido y se ha orientado la misma; los mediadores se conciben como el puente entre el conocimiento del docente y el conocimiento del estudiante.

Dentro de los avances se observan los grandes cambios tecnológicos que ocurren diariamente, entre los cuales se pueden mencionar los diferentes programas tutoriales multimedia, software existentes, que se convierten

en un gran atractivo para los estudiantes. La gran atracción por parte de los estudiantes por este tipo de programas brinda una gran posibilidad en considerar este tipo de mediadores como parte de las nuevas estrategias a emplear en el aula de clase y así brindar nuevos métodos de enseñanza que generen en el estudiante el interés que ha venido desapareciendo en las aulas de clase.

En este documento se desea determinar si a partir de una enseñanza constructivista apoyada en un mediador pedagógico (programa tutorial multimedia), con características positivistas, se puede favorecer la construcción del conocimiento escolar.

Para lograr lo anterior, el documento se organiza de la siguiente manera: Un referente teórico, en donde se circunscribe una problemática a desarrollar, un desarrollo metodológico el cual implica la implementación del programa tutorial multimedia como mediador pedagógico, el análisis de los resultados obtenidos y las conclusiones.

2. Marco teórico

2.1 El docente en la enseñanza de las ciencias naturales

Es importante el papel que desempeñan los docentes en la enseñanza de las ciencias naturales y por ende los mediadores que emplean durante la misma, ya que se convierten en el puente entre el conocimiento del docente y el conocimiento del estudiante, de ahí la importancia que el docente esté a la vanguardia en los aspectos pedagógicos y didácticos que surjan en cuanto a la enseñanza se refiere y a su vez al uso de los diversos mediadores tales como los vídeos, textos educativos, prácticas de laboratorio, programas tutoriales multimedia, entre otros.

En la práctica del docente se llevan a cabo los procesos de ense-

ñanza, aprendizaje y evaluación, en donde se construye un conocimiento escolar a partir de la interacción del conocimiento del docente y el conocimiento del estudiante. Dentro de las prácticas del docente se destacan las concepciones constructivistas y las positivistas, las primeras se caracterizan por la participación directa del estudiante en la construcción del conocimiento, el papel de orientador que juega el docente dentro de dicho proceso y las herramientas empleadas como mediadores, además, el conocimiento construido tiene como base el conocimiento del docente y el conocimiento del estudiante; y las segundas se caracterizan como una serie de actividades diseñadas y controladas exclusivamente desde el maestro, que al desarrollarse en un medio escolar se convierten en actividades rutinarias, es decir, sin alternativas, con muy poca participación del estudiante, y donde el conocimiento es construido con base en el conocimiento del docente, ignorando en gran medida el conocimiento del estudiante.

Teniendo en cuenta que el propósito de la práctica docente es favorecer en gran medida la construcción del conocimiento escolar, se hace necesario que las prácticas del docente se planteen de tal forma que al estudiante le permita construir su propio conocimiento, facilitando así la construcción de su propia teoría a través de un desarrollo procesual, que permita al estudiante desarrollar su propia estrategia metodológica, de tal forma que pueda poner a prueba sus hipótesis, controlar sus variables y trascender en su desempeño escolar.

En la práctica docente se distinguen tres elementos fundamentales: el maestro, como el sujeto de la

enseñanza, el estudiante, como el sujeto del aprendizaje y las ciencias, como el punto de referencia para una pedagogía desde las ciencias, en donde se busca apropiarse los conceptos científicos por parte de los estudiantes en la escuela.

Teniendo en cuenta los elementos mencionados, el maestro como sujeto de la enseñanza llega con un conocimiento al aula de clase, el cual es el resultado de su paso intencional por la universidad, el estudiante posee un conocimiento que es el resultado de su diario vivir, y el aula de clase se entiende como un momento donde interactúan el conocimiento del maestro y el conocimiento del estudiante para la construcción del conocimiento escolar. En esta interacción se definen los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación (E-A-E), los cuales se contextualizan en la actividad educativa científica y se materializan por obra de diferentes mecanismos o medios que denominaremos mediadores pedagógicos: tales como los textos escolares, las prácticas de laboratorio, y los programas tutoriales multimedia entre otros. Dichos mediadores pedagógicos adquieren importancia porque permiten la interrelación entre los conocimientos mencionados, contribuyendo en los procesos de E-A-E para así favorecer la construcción del conocimiento escolar.

En la actualidad comienzan a conceptualizarse los mediadores pedagógicos enmarcados en las nuevas tecnologías³ llamados programas tutoriales multimedia. Los programas tutoriales multimedia y en especial el que se implementa presenta características que favorecen la enseñanza de las ciencias tales como: es un material elaborado

³ Las nuevas tecnologías (NTI) se entienden como una serie de dispositivos entre los cuales se puede mencionar la televisión por cable, las grabadoras y los discos de video, los satélites, el telefax, las redes de computadoras, el procesamiento de información por computadora, los interruptores digitales, las fibras ópticas, los láseres, la reproducción electrostática, la televisión de pantalla grande y alta definición, los teléfonos móviles y los nuevos procedimientos de impresión; que se introducen actualmente en todos los ámbitos organizacionales y son la base de los desarrollos actuales de la comunicación que busca mejorar la misma. (De Sola, 1993).

con una finalidad didáctica, utilizan el ordenador o computador como soporte en el cual los alumnos realizan las actividades que ellos proponen; es interactivo, es decir, dan una respuesta a las acciones de los estudiantes y permiten un diálogo e intercambio de información entre el ordenador y los estudiantes; puede individualizar o fomentar el trabajo en grupo, adaptándose al ritmo de trabajo de los estudiantes; es fácil de usar, ya que los conocimientos informáticos necesarios para utilizar la mayoría de estos programas son mínimos, aunque cada programa tiene unas reglas de funcionamiento que es necesario conocer.

2.2 ¿Por qué la implementación de los programas tutoriales multimedia como mediador pedagógico puede favorecer los procesos de aprendizaje en los estudiantes?

El sistema cognitivo dispone de mecanismos específicos de representación y aprendizaje para responder a las demandas altamente específicas de su ambiente, esas representaciones forman un sistema cognitivo que aseguraría una respuesta a las diversas variaciones ambientales que afectan al organismo. Este sistema cognitivo se vuelve muy eficaz ante contextos o situaciones muy rutinarios, pero dicha eficacia podría verse afectada en la medida en que las condiciones a las cuales se enfrentan cambian constantemente o se vuelven más complejas. Por ello la necesidad del ser humano de disponer de otros mecanismos generalizables a diferentes contextos, que dispongan de una cierta autonomía funcional con respecto a las propiedades del ambiente. Como lo señala Edelman, 1987 (citado por Pozo, 2003) los mecanismos con mayor éxito adaptativo son aquellos que permiten al organismo una independencia creciente con respecto a las fluc-



Educación y cultura No. 17

tuaciones ambientales, éxito que caracteriza a la especie humana.

Todo estudiante tiene una percepción del mundo que lo rodea, a partir de dicha percepción se comienzan a construir representaciones del mismo. Si el estudiante es capaz de hacer explícitas dichas representaciones se puede afirmar que tiene en gran medida una estructura conceptual (errónea o no) establecida.

Cuando el estudiante llega al aula de clase se ve enfrentado al conocimiento científico, el cual es presentado por el docente; en ese momento se ve en la necesidad de hacer explícitas sus representaciones, las cuales son percibidas como las ideas previas o preconcepciones del estudiante. En ese momento pueden ocurrir dos situaciones: la primera, que las representaciones construidas por el estudiante concuerden con el conocimiento planteado por el docente y se reafirmen las representaciones inicialmente establecidas por el estudiante (ideas previas o preconcepciones del estudiante).

La segunda que las representaciones del estudiante no coincidan con lo planteado por el conocimiento científico presentado por el docente, lo que conllevará al estudiante a reestructurar su estructura conceptual para así construir nuevas representaciones. En la medida en que el estudiante logre hacer explícitas dichas representaciones en la solución de preguntas problemas o las aplique en diferentes situaciones, se puede hablar de la existencia de un aprendizaje.

Según lo anterior, es pertinente tener en cuenta lo planteado por Goldberg (2001): “el organismo debe ir más allá de la mera capacidad de formar representaciones internas, los modelos del mundo exterior. Debe adquirir la capacidad de manipular y transformar dichos modelos... el organismo debe ir más allá de la capacidad de ver el mundo a través de representaciones mentales; debe adquirir la capacidad de trabajar con representaciones mentales”.

Dentro de los diferentes procesos de aprendizaje, son muchos los factores que influyen para que se lleve a cabalidad, dentro de los cuales se pueden mencionar los mediadores empleados por el docente, el lenguaje y el entorno en donde se lleva a cabo. El resultado de dicho proceso conlleva la formación de una estructura conceptual, la cual hace referencia a una representación que el estudiante elabora, resultado de la interacción con su medio, como textos e imágenes, entre otros. Dicha estructura conceptual incluye datos procedentes del exterior, conocimientos previos y expectativas del sujeto, etc., dando lugar a representaciones dinámicas en la memoria del trabajo.

Existen diversas teorías que hacen mención a los diferentes procesos de aprendizaje, entre las que se destaca la teoría de las inteligencias múltiples en donde se analizan las

diversas formas como el estudiante interioriza y asimila los conceptos en el aula de clase, en ella se plantea que entre más sentidos se esté empleando en el momento de percibir la información la probabilidad de asimilarla e interiorizarla se hace mayor, de esta forma los estudiantes tienen la posibilidad de desarrollar habilidades como la percepción visual, auditiva y kinestésica, habilidades que pueden verse favorecidas con la implementación de programas tutoriales multimedia ya que presentan características que permiten desarrollar de forma fácil y agradable cada una de las habilidades mencionadas.

Desde este punto de vista, la inclusión de imágenes para brindar algún tipo de información está relacionada con la idoneidad de la misma. Autores como Glenberg y Langston (citados por Perales y otros, 2002), sugieren que las ilustraciones favorecen en los lectores la construcción de un modelo mental mientras leen, contribuyendo a mejorar la comprensión del texto. Moles, 1991 (citado por Perales y otros 2002) manifiesta que el modo de procesamiento de la información contenida en las imágenes representa ciertas ventajas frente a la lectura de textos, ya que permite una lectura en superficie, es decir, no está limitada por la lectura secuencial característica del lenguaje verbal. Sin embargo, hay que destacar que las imágenes se caracterizan por su polisemia, dificultando así predecir cuál va a ser la interpretación que sobre una ilustración va a realizar una persona. Esta ambigüedad supone estudios desde la psicología, sobre los efectos de las imágenes en el aprendizaje, dentro de ellas se destaca la realizada por Levie y Lentz, 1982 (citados por Perales y otros, 2002) en cincuenta y cinco trabajos:

- La introducción de ilustraciones que embellecen el texto no mejora el aprendizaje de la in-

formación contenida, aunque en principio los lectores se sientan atraídos por ellas.

- Cuando las ilustraciones redundan la información contenida en el texto, se produce un efecto positivo sobre el aprendizaje.
- Las ilustraciones adecuadas ayudan a comprender el texto ilustrado, facilitan su memorización, especialmente a largo plazo, y permiten una gran variedad de funciones instructivas. Algunos autores proponen que las ilustraciones facilitan el aprendizaje aportando un contexto en el que se organiza la información contenida en el texto.
- En algunas ocasiones, las ilustraciones pueden sustituir muy bien a las palabras al aportar con mayor eficacia información extralingüística.

Como resumen, los autores manifiestan que las ilustraciones mejoran el recuerdo y facilitan la comprensión de textos en los que se describen las relaciones entre diversos elementos, siempre que aquellas muestren esas relaciones.

Es claro que, para que una imagen pueda ayudar a los estudiantes, se deben tener en cuenta las siguientes condiciones: a) los textos que más se benefician de las imágenes son los explicativos, es decir, que contienen pasajes en los que se describen en términos causales las relaciones entre las partes que constituyen un conjunto; b) que los estudiantes no posean conocimientos específicos sobre el tema, en tal punto los modelos existentes predominarán sobre las imágenes; c) que el texto sea lo suficientemente complejo para que la construcción del modelo mental del mismo requiera esfuerzo y ayuda.

De igual forma, aun en este tipo de condiciones, las imágenes pueden favorecer el aprendizaje de un modo selectivo, fundamentalmente en el recuerdo explicativo y en la resolución de problemas.

Según lo anterior, es importante tener en cuenta que el manejo que se da a los mediadores pedagógicos en el aula de clase es fundamental, de allí que se hará énfasis en determinar si a partir de una enseñanza constructivista apoyado en un mediador pedagógico (programa tutorial multimedia con características positivistas) el cual se destaca por las imágenes, la capacidad de interacción que brinda y a su vez las animaciones que posee, se puede favorecer la construcción del conocimiento científico escolar.

Para desarrollar lo anterior es necesario tener en cuenta un conocimiento de referencia pertinente: el sistema circulatorio, el cual surgió a partir de la revisión de la literatura y de la experiencia personal como docente.

Núñez, F y Banet, E. (1996) manifiestan que los estudiantes no identifican claramente el papel del sistema circulatorio con otros procesos como la digestión y la respiración y a través de su enseñanza no se ha alcanzado un aprendizaje significativo del mismo, al respecto; por otra parte Pozo, y otros (citados por Núñez, F y Banet, E. 1996) señalan que “Los estudiantes difieren claramente del modo en que se construyen teorías científicas, parece lógico que la enseñanza habitual⁴ no produzca un acercamiento suficiente entre ambas, prevaleciendo las teorías personales que, a lo sumo, sufren pequeñas reestructuraciones que no modifican sustancialmente sus elementos esenciales”.

4 El autor citado denomina enseñanza habitual a la enseñanza tradicional.

Núñez, 1994 (citado por Núñez, F y Banet, E. 1996) manifiesta que la enseñanza de este tipo de temas adolece de una serie de deficiencias entre las cuales se puede mencionar: ausencia de una visión global de lo que se está enseñando (es decir, no se fomenta el aprendizaje de conceptos básicos y generales), falta de progresión en contenidos y escasa relación entre los contenidos que se enseñan o planificación de la enseñanza sin tener en cuenta los conocimientos previos de los alumnos y alumnas a quienes se dirige.

En la experiencia como docente en los últimos grados de secundaria en donde se enseña la fisiología y morfología humana (sistema digestivo, respiratorio, circulatorio, entre otros), se evidenciaron dificultades de aprendizaje que traen como consecuencia en muchos de los casos, que los estudiantes manejen concepciones erróneas lo cual reafirma lo encontrado en los antecedentes, tal es el caso de la institución en donde se realizó la investigación en la cual se aplicó un pre-test a diferentes estudiantes con el ánimo de conocer las concepciones sobre el tema mencionado,⁵ encontrando en muchos de los casos conocimientos mínimos y en algunos dificultades conceptuales.

3. Metodología

Dado que este proyecto gira en torno a indagar si a partir de una enseñanza constructivista apoyada en un mediador pedagógico (programa tutorial multimedia), con características positivistas se puede favorecer la construcción del conocimiento científico escolar, surge la siguiente hipótesis: una enseñanza a través de un mediador pedagógico, orientada según la teoría pedagógica constructivista favorece el aprendizaje en los estudiantes.

Según lo anterior, se busca determinar si a partir de la enseñanza del sistema circulatorio orientada con dicha teoría y apoyada por un mediador pedagógico se puede favorecer la construcción del conocimiento científico escolar; por lo anterior, se implementó una metodología de índole cualitativo, haciendo énfasis en el estudio de casos, aplicado a dos poblaciones pequeñas (grupo control y grupo experimental) con seguimiento a cada estudiante perteneciente a los grupos mencionados, posteriormente se compararon los resultados obtenidos, ello con el propósito de analizar la incidencia del mediador pedagógico (programa tutorial multimedia) en la construcción del conocimiento científico escolar. Es de resaltar que la investigación no tiene interés en desarrollar un programa tutorial multimedia, sino la implementación del mismo, el cual ha sido creado con un propósito educativo.

La metodología cualitativa aplicada se caracteriza porque se aplica en una situación educativa, donde se encuentran obstáculos para ejercer el grado de control que requieren los experimentos estrictos. En la presente investigación se trabajó con grupos de estudiantes ya formados naturalmente, pero con unas habilidades muy similares, las cuales se demuestran durante el desarrollo del trabajo.

La metodología por estudio de casos se considera una estrategia encaminada a la toma de decisiones y su verdadero potencial yace en la capacidad para generar hipótesis y descubrimientos, en ella se recoge información, se analiza e interpreta y se elabora un informe.

El diseño pertinente se estructura, así:

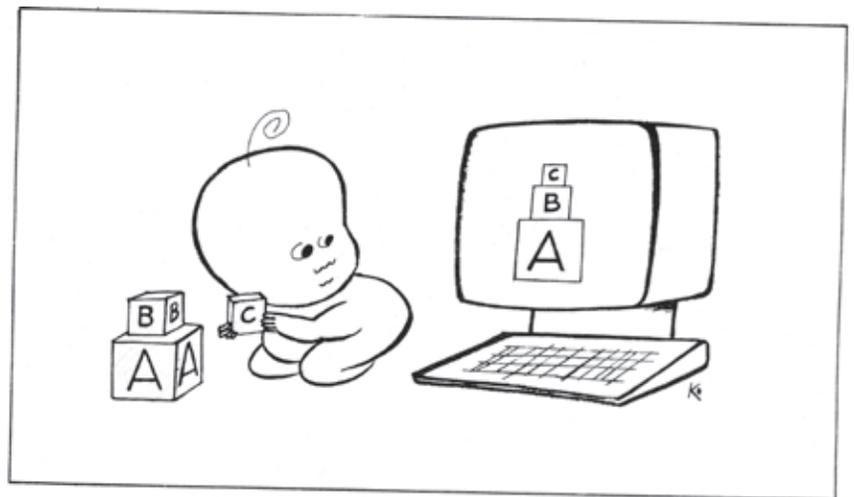
5 Los resultados a los cuales se hace mención son consecuencia de un sondeo realizado con los estudiantes.

- Estudio y características del grupo, tanto experimental como el grupo control.
- Análisis del material a aplicar.
- Aplicación y evaluación del material.
- Análisis de los resultados obtenidos por cada uno de los estudiantes del grupo experimental y el grupo control.
- Conclusiones

3.1 Características del grupo experimental y grupo control

Para la aplicación del programa se tuvo en cuenta que la población presentara habilidades y conocimientos referentes al tema muy similares, para ello se aplicó una encuesta donde se indagaba acerca de las concepciones que los estudiantes poseían sobre el sistema circulatorio humano y varias pruebas psicotécnicas.⁶ Dichas pruebas daban claridad en aspectos como: intereses o inclinaciones por actividades o profesiones, intereses o inclinaciones por las ciencias naturales y aptitudes de los estudiantes;⁷ estas pruebas se aplicaron debido a que el mediador pedagógico empleado presenta un contenido audiovisual que es fundamental en los procesos de aprendizaje (visual, auditivo y kinestésico), de ahí la necesidad de garantizar que las dos poblaciones (grupo control y grupo experimental) empleadas en el desarrollo de la investigación tengan aptitudes similares (Ver Anexo 1).

Los resultados obtenidos inicialmente muestran que los dos grupos poseen concepciones y habilidades muy similares. Posteriormente se aplicó un cuestionario (Ver Anexo 2) para indagar los conocimientos referentes al sistema circulatorio



Educación y cultura No. 17

humano, caracterizándose por ser preguntas abiertas, donde la respuesta no está dada, lo cual implica el desarrollo libre de una respuesta, además de ello se escogieron varios estudiantes al azar (4 en total) y se estableció un diálogo que se grabó y del cual se levantó un protocolo. Entre las preguntas formuladas y las respuestas obtenidas se pueden mencionar las siguientes:

- ¿Qué estructuras conforman el sistema circulatorio? Ante ello los estudiantes entrevistados responden: “El corazón, las venas y las arterias”.
- ¿Cuál es la función del corazón? Los estudiantes responden: “Para impulsar la sangre con oxígeno”.
- ¿Para qué impulsan el oxígeno? “Le da la energía al cuerpo. El oxígeno al reaccionar en el cuerpo, si es como una forma de energía, ayuda a oxidar los alimentos del cuerpo para crear energía”.
- Además del corazón, las arterias y las venas, ¿existen otras estructuras que hacen parte del sistema circulatorio humano? Tres de los estudiantes dicen no

conocer más, pero un estudiante responde: “Creo que están los riñones, pero no me acuerdo cuál es la función en la sangre”.

Preguntas como las anteriores fueron hechas durante la entrevista y las respuestas se caracterizaron por presentar en muchas ocasiones un conocimiento limitado frente al tema en mención y en algunas ocasiones erróneo. A partir de ello y del pre-test aplicado se logra establecer el estado real de la población (grupo control y grupo experimental), el cual hace referencia a un conocimiento mínimo y en algunas de las ocasiones erróneo en lo referente al tema sistema circulatorio.

La población con la cual se trabajó son aproximadamente 10 estudiantes del grado décimo, divididos en dos grupos (10a y 10b) cada una con 5 estudiantes, los cuales oscilan entre los 14 y los 16 años. Dentro del curso de biología del grado 10 se abordan los siguientes temas: sistema digestivo, sistema circulatorio, sistema respiratorio y sistema excretor, como parte de la fisiología y morfología del cuerpo humano que se aborda en los grados superiores.

6 Las pruebas empleadas son la prueba de aptitudes “DAT”, el cuestionario de intereses “IPP” y el cuestionario exploratorio de orientación profesional-

7 Las aptitudes a las cuales se hace referencia son: razonamiento abstracto, razonamiento espacial, razonamiento verbal, numérico, rapidez y precisión perceptiva.

Los estudiantes de los grados décimo dentro de su periodo académico abordan los diferentes sistemas del cuerpo humano; para el caso enfatizo en el sistema circulatorio. Dicho tema es abordado con una intensidad de dos horas clase semanales (cada hora clase corresponde a 45 minutos reloj). En el momento de aplicación de los cuestionarios para la investigación se realizó un muestreo por conveniencia, es decir, se contó con la participación de aquellos estudiantes que voluntariamente desearon colaborar en el desarrollo de los cuestionarios.

La secuencia llevada para abordar el tema de la circulación humana fue la siguiente:

- Función del sistema circulatorio y tipos de circulación: abierta, cerrada, doble y sencilla. Tiempo empleado: 2 horas-clase
- El corazón: fisiología, morfología, tipo de tejido, válvulas que lo conforman, marcapaso, aurículas y ventrículos. Tiempo empleado: 4 horas-clase
- Morfología y fisiología de los conductos del sistema circulatorio: arterias, arteriolas, venas, vénulas y capilares. Tiempo empleado: 2 horas-clase.
- Sistema linfático: función y características generales. Tiempo empleado: 2 horas clase
- La sangre y las células sanguíneas: glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas. Tiempo empleado: 4 horas-clase.
- Enfermedades del sistema circulatorio. Tiempo empleado: 2 horas-clase.

3.2 Análisis del material a aplicar en las dos muestras

El programa tutorial multimedia enmarcado en las nuevas tecnologías se caracteriza por mostrar la parte fisiológica y morfológica del sistema circulatorio humano,

con énfasis en el corazón y los conductos (las venas, las arterias y los capilares) mas no en las sustancias que circulan en ellos ni en las células sanguíneas que se desplazan en ellas. Presenta un índice o tabla de los diferentes temas a desarrollar, los cuales son: revisión anatómica del corazón, sistemas de conducción (tipos de circulación), potencial de acción cardiaca, ciclo cardíaco, estructura de los vasos sanguíneos, medición de la presión sanguínea, factores que afectan la presión sanguínea, regulación de la presión sanguínea, autorregulación y dinámica capilar.

Cada uno de los temas del programa tutorial multimedia se caracteriza por:

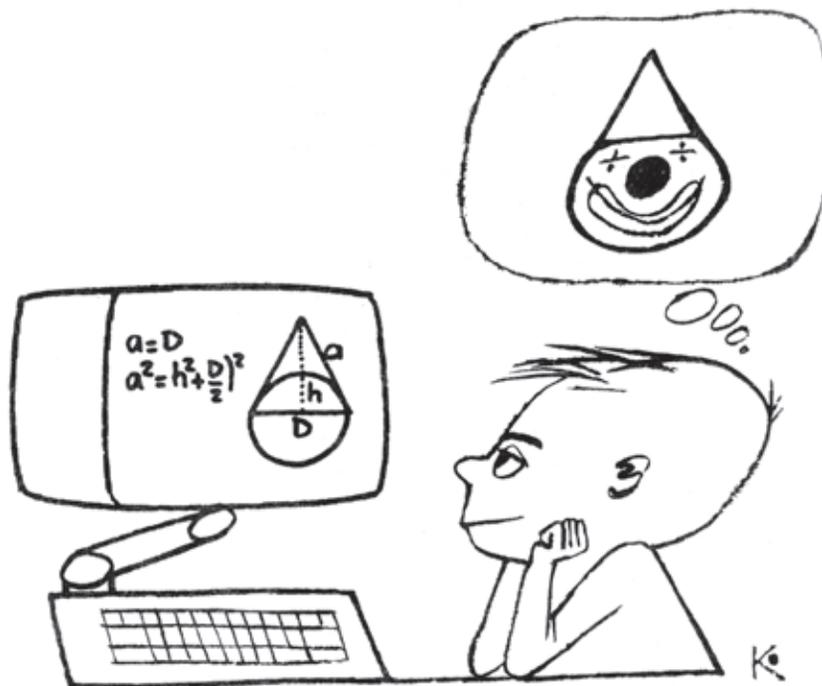
- Al inicio se plantean siempre unos propósitos que se espera haber cumplido al finalizar, además de los propósitos, al final se presentan unas conclusiones, un glosario y una actividad evaluativa.
- La parte visual o gráfica de cada una de las estructuras que conforman el sistema circulatorio presentan colores vistosos acordes con la realidad y además, los gráficos son en tres dimensiones, cada uno de ellos siempre está acompañado de sus respectivas partes.
- En muchos de los casos los dibujos que representan las estructuras presentan movimientos o giros que permiten visualizar desde diferentes puntos de vista (anterior, posterior, lateral derecha o izquierda) la morfología y el funcionamiento de la misma. Es de resaltar que este tipo de características favorece en gran medida el aprendizaje y por ende un posible cambio conceptual en el estudiante, tal como lo cita el autor (Perales, 2002): “las ilustraciones adecuadas ayudan a comprender

el texto ilustrado, facilitan su memorización, especialmente a largo plazo, y permiten una gran variedad de funciones instructivas”, además, el tipo de animación, el lenguaje empleado y la posibilidad de interactuar con el material permite una mejor percepción por parte de los estudiantes.

- En todo momento el material implementa un tutor quien va guiando al alumno por todo el programa, y en la medida que explica el funcionamiento de la estructura va mostrando el funcionamiento del mismo.
- En cada uno de los temas que se abordan con el CD se emplean situaciones problemas en las cuales el estudiante se ve en la necesidad de aplicar lo aprendido y además, tiene la posibilidad de corroborar si la respuesta fue la correcta.
- En el desarrollo del tema, el estudiante puede relacionar el funcionamiento de dicho sistema con otros como el sistema nervioso.

3.3 Aplicación y evaluación del material

Dado que el propósito de la investigación es determinar si a partir de una enseñanza constructivista apoyado en un mediador pedagógico (programa tutorial multimedia) con características positivistas, se puede favorecer la construcción del conocimiento científico escolar⁸ surge la necesidad de comparar dos grupos con características muy similares; uno de ellos es el grupo al cual se le enseñó el tema sistema circulatorio humano basado en una enseñanza constructivista apoyada en las nuevas tecnologías (grupo experimental) y al otro (grupo control)



Educación y cultura No. 17

se le enseñó el mismo tema de forma magistral (entiéndase por magistral aquella en donde el docente es el encargado de explicar la temática y es el eje central de dicho proceso).

Teniendo en cuenta lo anterior, la aplicación del programa tuvo tres momentos:

- El primero, denominado etapa de detección e insatisfacción con las concepciones existentes; en ella se buscó recoger la mayor cantidad de información posible referente al tema, con el ánimo de conocer las concepciones existentes, para ello se realizó un cuestionario (Ver Anexo 2) y una entrevista con diferentes alumnos, encontrándose que los estudiantes tienen un conocimiento parcial de las estructuras que conforman el sistema circulatorio (Ver Anexo 3), mencionando solamente al corazón, las venas y las arterias, e ignorando la existencia de estructuras como vénulas, arteriolas y capilares, entre otras,

las cuales cumplen un papel fundamental en el funcionamiento del sistema circulatorio, además no tenían claras las funciones de cada una de ellas y solo las limitaban en el caso de los conductos al transporte de oxígeno y en algunos casos planteaban al corazón como la bomba encargada de oxigenar la sangre, entre muchas otras. A partir de dichas concepciones se generó insatisfacción sobre las concepciones existentes, para lograrlo se estableció un continuo diálogo con los estudiantes a partir de la implementación de una serie de preguntas por parte del docente, las cuales surgen teniendo como referente las situaciones e imágenes que el mismo material brinda, con el ánimo de revisar sus concepciones y así recoger una serie de anomalías que no podían resolver y mostrar la incapacidad de solucionar los interrogantes planteados. Un ejemplo de lo anterior fue el siguiente: se les

⁸ El autor aclara que en este proyecto de investigación no se quiere comparar la enseñanza constructiva versus la enseñanza no constructivista o tradicional.

mostró una imagen animada a partir del programa tutorial multimedia, que ilustraba el recorrido que realiza la sangre y se les preguntó: Si el corazón oxigena la sangre como algunos de ustedes lo plantean, ¿por qué ella pasa por los pulmones durante su recorrido? Ante interrogantes como este los estudiantes cuestionaban sus afirmaciones, se generaba motivación, curiosidad del por qué de las afirmaciones planteadas y se iniciaba un debate frente al tema en mención, debate que da el inicio para presentar el nuevo conocimiento a enseñar a partir del programa tutorial.

- El segundo momento o etapa donde la nueva concepción debe ser inteligible buscó que el estudiante apropié de forma clara el nuevo concepto, a tal punto que se pueda integrar con la estructura conceptual que posee, para lograrlo se emplearon 16 horas de clase (cada hora corresponde a 45 minutos) y el uso de un computador y un vídeo beam con el ánimo de proyectarlo y así trabajar con los estudiantes de una forma más agradable y participativa. La dinámica manejada consistió inicialmente en tener en cuenta las concepciones que los estudiantes presentaban y a partir de ahí comenzaba a abordarse la temática teniendo como referente el programa educativo. En la medida en que se desarrollaba la temática el docente hacía preguntas para indagar sobre lo aprendido; cuando uno de los interrogantes no era solucionado de forma correcta por uno de los estudiantes, eran los mismos compañeros quienes le explicaban con ayuda del material y generaban así un debate. Un ejemplo de la metodología usada fue: cuando se abordó el funcionamiento del corazón

se empleó una simulación del mismo y se les preguntó a los estudiantes: ¿qué ocurre? Ello, con el ánimo de observar realmente la función del corazón (movimientos de contracción y relajación para impulsar la sangre) ¿Cuál es la importancia de ellos? ¿Qué podría ocurrir si al momento de realizar dichos movimientos careciera de sangre el corazón? ¿Qué factores creen ustedes que puedan afectar dichos movimientos y cómo se ven reflejados en el funcionamiento del cuerpo humano? En cuanto a los conductos principales venas y arterias se emplearon representaciones y simulaciones que permiten mostrar los diversos conductos y diferenciarlos claramente y a partir de ahí relacionarlos con su función.

Una de las ventajas de emplear el material de esa manera es lograr captar la atención de todos los estudiantes en el trabajo que se estaba realizando, de igual forma a los estudiantes se le facilita explicar lo aprendido en la medida en que pueden emplear el programa las veces que sea necesario para dar las explicaciones del caso, además, es importante destacar que preguntas que conlleven al estudiante a dar respuestas elaboradas, las cuales deben estar acompañadas de una argumentación, de esa forma el docente que orienta la actividad podrá determinar en gran medida si el estudiante posee los conceptos claros, además permite generar la discusión y el debate en el aula de clase, fortaleciendo los procesos de construcción conceptual.

- El tercer y último momento o etapa consistió en la aplicación de la nueva estructura conceptual, en ella se desea que a partir del nuevo concepto se

puedan resolver los diferentes problemas generados, para ello se aplicó una serie de actividades o situaciones problema que el programa educativo plantea después de abordar cada una de las temáticas desarrolladas, dichas situaciones, por tener imágenes con movimiento, hacen vislumbrar con mayor claridad la problemática; además, cada situación plantea una serie de opciones que los estudiantes deben escoger para dar solución a cada una de las problemáticas, si en un momento dado alguno de los estudiantes no da la respuesta adecuada, se genera un debate entre ellos hasta construir la solución correcta, es de anotar que este tipo de actividades permite que los estudiantes apliquen su nuevo conocimiento y lo reafirmen. Un ejemplo de lo anterior es el siguiente: al finalizar el tema del ciclo cardiaco se plantean preguntas problematizadoras de la siguiente forma: se muestra una fase del ciclo cardiaco y se debe señalar cómo se encontrarían la válvula auricular y semilunar en ese momento, en otro ejemplo se muestra el corazón inervado por el centro parasimpático y simpático y se dan diferentes situaciones como alta actividad física, exceso de calcio, aumento de la presión sanguínea, entre otros, y se le pide al estudiante que señale el factor que determina la velocidad (incremento o disminución) de los latidos del corazón según sea el caso. Situaciones problema de este tipo permiten al estudiante revisar su estructura conceptual. Se tiene así la opción en el programa tutorial de una serie de posibles soluciones frente a cada problemática, para evitar que los estudiantes elijan una respuesta al azar; se

hizo énfasis en la importancia de escoger la respuesta que ellos creían era la más correcta; cuando la respuesta señalada no era la adecuada, se formaba un debate entre los estudiantes que tenía como eje central una serie de preguntas que hacían que el estudiante se diera cuenta de su error y llegara a la respuesta correcta. Todas las imágenes y la facilidad de interactuar con el CD permitían que los estudiantes dieran explicación a las inquietudes formadas.

Es de destacar que mientras el grupo experimental trabajaba con base en el programa tutorial multimedia, el grupo control recibió varias sesiones de carácter magistral referente al mismo tema por otro docente del área de biología, dichas sesiones se caracterizaron por los aportes que en todo momento se realizaban durante la clase y que en su mayoría eran cumplidos por el docente a cargo, además la clase era responsabilidad del docente, por ende la estructura que se llevó durante la misma fue: un momento magistral que se caracterizó porque el docente imparte en todo momento su conocimiento a los estudiantes con ayudas de materiales como acetatos, la escritura del tablero y en algunos momentos por vídeos; luego hay un momento donde se genera un espacio (que se da cuando el docente explica) en donde los estudiantes plantean los posibles interrogantes, un tercer momento en donde se realiza un taller que se visualiza como actividades de refuerzo, y por último una evaluación que generalmente es escrita.

Posterior a la implementación del material se aplicó un cuestionario de preguntas abiertas con el fin de indagar sobre los conocimientos que ellos poseían frente al tema y ocho meses después de dicha capacitación se aplicó el mismo

material, lo anterior con el ánimo de corroborar inicialmente lo aprendido y posteriormente observar cuál fue el impacto en los estudiantes.

3.3 Análisis de los resultados obtenidos por cada uno de los estudiantes del grupo experimental y el grupo control

Luego de aplicado el segundo instrumento, se hizo un análisis de forma individual frente a las respuestas que daba cada uno de los estudiantes (ver Tablas 1 y 2) ante las preguntas propuestas. Para ello se tuvo en cuenta aspectos como el lenguaje empleado (la utilización de símbolos de índole científico) que el estudiante pueda utilizar, como lo son O_2 , CO_2 , entre otros, además del manejo de una terminología propia del sistema circulatorio, la presencia de un desarrollo conceptual, ello se observa al comparar la respuesta dada en el primer cuestionario y la del segundo cuestionario, en donde se analiza la claridad y la estructura con que sustenta cada una de las preguntas, la concepción de sistema que posea (entendiéndose sistema como un conjunto de “estructuras” que trabajan en conjunto para mantener la homeóstasis del cuerpo humano), el interés y motivación que muestra hacia la biología y el desempeño en la misma (resultado obtenido a partir de las pruebas psicotécnicas).

4. Conclusiones

Analizando los resultados obtenidos frente al aprendizaje del sistema circulatorio humano (ver Tablas 1 y 2), en donde se contrastó la enseñanza de dicho concepto en el contexto de una teoría constructivista al usar un programa tutorial como mediador pedagógico se concluyó que:

- Es de gran importancia el valor educativo de una teoría pedagógica para la enseñanza,

aprendizaje y evaluación de las Ciencias Naturales. En este sentido la teoría pedagógica orientó el trabajo del docente. Ello cobra importancia en la medida en que un docente, con una tendencia conceptual constructivista clara, logró la construcción de un conocimiento científico escolar a partir de un programa tutorial multimedia (mediador pedagógico) con características conductuales, ya que su concepción pedagógica le permitió emplear el mediador pedagógico como puente entre su conocimiento y el conocimiento del estudiante. Lo anterior se justifica a partir de los resultados obtenidos en el grupo experimental, los cuales revelan una mejor estructura conceptual y un lenguaje científico frente al sistema circulatorio humano, ello se manifiesta en cada una de las respuestas.

- Además de una teoría pedagógica clara por parte del docente, se debe tener presente el mediador pedagógico empleado, pues se convierte en el puente del conocimiento del docente y el conocimiento del estudiante, en esta medida el mediador pedagógico empleado debe despertar y fortalecer el interés en los estudiantes, debe manejar un lenguaje claro y debe apoyarse en gráficos o animaciones, de esa manera los estudiantes pueden interiorizar con mayor facilidad los conceptos, tal como lo manifiesta Perales (2002): “Las ilustraciones adecuadas ayudan a comprender el texto ilustrado, facilitan su memorización, especialmente a largo plazo, y permiten una gran variedad de funciones instructivas”. Se puede favorecer así en gran medida como puente entre el conocimiento del docente y el conocimiento del estudiante. ⚙️

Anexo 1

Resultados obtenidos de las pruebas psicotécnicas aplicadas al grupo experimental y grupo control

Apellido y Nombre	Edad	R. V.	R.N.	V + N.	R. A.	R.E.	R.M.	R.y P.P
Grupo Experimental								
Christian	17	20	18	38	43	51	53	53
Daniel Eduardo	17	14	15	29	42	44	48	53
Daniel	16	20	22	42	42	28	37	67
Juliana	15	12	16	28	42	35	42	42
Isabela	15	17	18	35	38	45	45	72
Grupo control								
Hans	17	18	22	40	41	51	55	58
Juan Felipe	15	18	17	35	45	40	50	52
Ana María	16	23	22	45	38	26	30	53
Santiago	15	18	21	39	36	39	42	59
Felipe	16	21	20	41	42	43	47	55

Escala a tener en cuenta realizada en percentiles

- 0 - 15 Muy bajo
- 16 - 25 Bajo
- 26 - 75 Medio
- 76 - 85 Alto
- 86 - 100 Muy alto

Anexo 2

Segundo instrumento empleado en la etapa de indagación de ideas previas aplicado a los dos grupos

Grado 10 Fecha: _____ Edad: _____

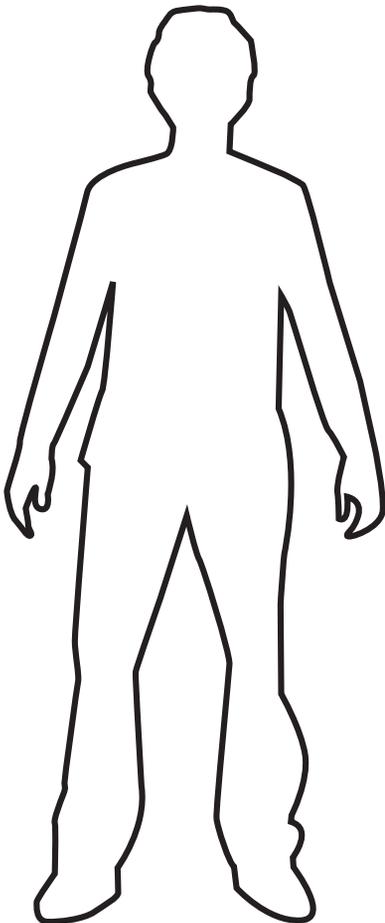
Nombre: _____

Responda las siguientes preguntas:

1. Mencione todas las estructuras que hacen parte del sistema circulatorio humano y diga la función que desempeña cada una.

2. Enuncie todas las diferencias que conozca entre venas y arterias.

3. Señale las partes mencionadas en el punto uno (1) en el siguiente gráfico e indique el recorrido que realiza la sangre en el cuerpo humano.



Anexo 3

Análisis de los resultados a partir de la implementación del pre-test

Preguntas realizadas

1. Mencione todas las estructuras que hacen parte del sistema circulatorio humano y diga la función que desempeña cada una.

Los estudiantes en su mayoría solo distinguieron tres estructuras básicas, el corazón, las venas y arterias e ignoraron por completo la existencia de otro tipo de conductos como los capilares, las arteriolas y las vénulas.

En cuanto a la función de los conductos no tenían claro cada una de ellas ya que solo limitaban la función de ellos al transporte de oxígeno e ignoraban las otras sustancias que se transportan en él como los glóbulos blancos y rojos, en otros casos mencionaban que el corazón se encargaba de oxigenar la sangre e incluso hacían referencia a que los pulmones conformaban el sistema circulatorio.

2. Enuncie todas las diferencias que conozca entre venas y arterias.

En cuanto a las diferencias que los estudiantes conocían sobre las venas y las arterias son muy limitadas ya que solo las restringían al transporte de oxígeno, desconociendo otro tipo de diferencias como lo son la ubicación de ellas en el cuerpo, la elasticidad y los tejidos que las conformaban.

3. Señale las partes mencionadas en el punto uno (1) del gráfico e indique el recorrido que realiza la sangre en el cuerpo humano

Los estudiantes solo mostraron el corazón como estructura principal y de él se desprenden unas líneas que representan conductos pero solo llegan a las extremidades y a la cabeza y de ellos no se desprenden ramificaciones, lo cual corrobora la poca concepción sobre la existencia de capilares y otro tipo de conductos, además parecen no tener total claridad sobre las venas y arterias a pesar de mencionarlas, ello se refleja en el gráfico realizado, ya que no representa de forma clara cada uno de los conductos mencionados.

Tabla 1. Resumen de resultados del grupo experimental

	Lenguaje empleado	Presencia de un desarrollo conceptual	Concepción de sistema	Interés o motivación por la asignatura	Desempeño en la materia
Isabela	Presenta un lenguaje y terminología precisa frente al sistema circulatorio	Manifiesta un desarrollo y una estructura conceptual clara, en la medida en que responde y sustenta con claridad y estructuración cada una de las preguntas dadas.	Hay una concepción clara de sistema entendida como un conjunto de "estructuras" que trabajan en equipo para mantener la homeostasis del cuerpo.	Muestra gran interés hacia la Biología	El desempeño académico ha sido muy bueno en la asignatura
Daniel	Emplea en la mayoría de las respuestas dadas un lenguaje y terminología precisa frente al sistema circulatorio.	Manifiesta un afianzamiento en la estructura conceptual y en las respuestas de algunas preguntas se observa un desarrollo conceptual en la medida en que trata de dar explicación adicional a las preguntas planteadas, sin ser esta una exigencia de la misma.	Hay una concepción clara de sistema entendida como un conjunto de "estructuras" que trabajan en equipo para mantener la homeostasis del cuerpo.	No muestra agrado por la Biología pero sí lo hace por las matemáticas.	Manifiesta haber tenido un bajo rendimiento en la Biología.
Daniel Eduardo	Presenta un lenguaje científico, utilizando términos propios del sistema circulatorio.	El estudiante conserva su estructura conceptual (de forma correcta) y en algunas respuestas se nota un desarrollo conceptual en la medida en que trata de dar explicación adicional a las preguntas planteadas sin ser esta una exigencia de la misma.	A partir de las respuestas dadas en algunas preguntas se puede inferir una concepción clara de sistema entendida como un conjunto de "estructuras" que trabajan en equipo para mantener la homeostasis del cuerpo.	A pesar de no manifestar gran interés por la Biología es consciente que le puede servir en su vida.	Dice no tener un excelente rendimiento y se considera un estudiante regular.
Christian	En algunas preguntas se revela la utilización de una terminología científica, pero predomina el manejo del lenguaje cotidiano.	Manifiesta un afianzamiento en la estructura conceptual y en las respuestas de algunas preguntas se observa un desarrollo conceptual en la medida en que trata de dar explicación adicional a las preguntas planteadas sin ser esta una exigencia de la misma.	A partir de las respuestas dadas en algunas preguntas se puede inferir una concepción clara de sistema, entendida como un conjunto de "estructuras" que trabajan en equipo para mantener la homeostasis del cuerpo.	Manifiesta gran interés por el área de las ciencias (Física, Química, Matemática y Biología).	El desempeño académico ha sido muy bueno en la asignatura.
Juliana	Manifiesta un lenguaje claro y preciso al emplear términos propios del sistema circulatorio.	Presenta una estructura conceptual en gran medida clara pero se observa en algunas respuestas errores conceptuales	Hay una concepción clara de sistema entendida como un conjunto de "estructuras" que trabajan en equipo para mantener la homeostasis del cuerpo.	Manifiesta poco agrado por la Biología.	El desempeño académico ha sido muy bueno en la asignatura.

Tabla 2. Resumen de resultados del grupo control

	Lenguaje empleado	Presencia de un desarrollo conceptual	Concepción de sistema	Interés o motivación por la asignatura	Desempeño en la materia
Ana María	Se nota el predominio del lenguaje cotidiano en las preguntas.	No se revela un desarrollo conceptual en la medida en que se observan errores conceptuales y la claridad y la precisión con las que da respuesta a cada una de las preguntas realizadas.	Difícilmente se puede inferir la concepción de sistema que la estudiante presenta a partir de las respuestas dadas a cada una de las preguntas.	Manifiesta interés y agrado por la asignatura	Dice haber tenido un bajo rendimiento en la asignatura de la Biología.
Juan Felipe	Se observa el empleo en algunas respuestas de un lenguaje científico, pero se nota predominio de un lenguaje cotidiano.	Todavía hay errores conceptuales, ello en la medida de las dificultades existentes cuando trata de dar solución a las preguntas planteadas.	A partir de algunas respuestas dadas se puede inferir la concepción de sistema que el estudiante presenta, entendida como un conjunto de "estructuras" que trabajan en equipo para mantener la homeóstasis del cuerpo.	Revela no tener agrado por la Biología.	Considera que su rendimiento en la asignatura de Biología ha sido bajo.
Santiago	Se observa el manejo de diferentes tipos de lenguaje a lo largo de cada una de las respuestas dadas, entre ellas se destaca el lenguaje cotidiano, el uso de términos propios del sistema circulatorio y en ocasiones el empleo de símbolos de índole científico.	Hay errores conceptuales y no hay total claridad y precisión en cada de las respuestas dadas.	A partir de algunas respuestas dadas se puede inferir la concepción de sistema que el estudiante presenta, entendida como un conjunto de "estructuras" que trabajan en equipo para mantener la homeóstasis del cuerpo.	Manifiesta no tener agrado por la Biología.	Dice que su rendimiento en la asignatura de Biología ha sido bajo.
Hans	Se nota el manejo de un lenguaje cotidiano en cada una de las respuestas dadas.	Explica de forma clara a partir de un lenguaje cotidiano las problemáticas planteadas, pero en algunas de ellas se alcanzan a visualizar errores conceptuales.	A partir de algunas respuestas dadas se puede inferir la concepción de sistema que el estudiante presenta, entendida como un conjunto de "estructuras" que trabajan en equipo para mantener la homeóstasis del cuerpo.	Muestra poco agrado por la Biología, además, aduce que le parece aburrida.	Dice que su rendimiento en la asignatura de Biología ha sido bajo.
Felipe L	Se nota el manejo de un lenguaje cotidiano en cada una de las respuestas dadas.	Revela errores conceptuales y no hay total claridad y precisión en cada una de las respuestas dadas.	Difícilmente se puede inferir la concepción de sistema que el estudiante presenta a partir de las respuestas dadas a cada una de las preguntas.	Muestra poco agrado por la Biología, además, aduce que le parece aburrida.	Manifiesta que su rendimiento en la asignatura de Biología ha sido bajo.

Bibliografía

Albarracín González, Armando. Un estudio acerca de las concepciones pedagógicas en la manera como piensan y realizan la enseñanza los maestros de ciencias naturales del núcleo educativo 017 de la ciudad de Cali. Santiago de Cali, 1994. Tesis de maestría. Pontificia Universidad Javeriana.

Astolfi, J.P. El aprendizaje de conceptos científicos: aspectos epistemológicos, cognitivos y lingüísticos. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 1988, 6 (2).

Avi Hofstein, Vincent N. Lunetta. The role of the laboratory in science teaching: neglected Aspects of research. *Review of educational research*. 1982, vol. 52, No 2, Pp. 201 - 217.

- Barberá, O., Valdés, P. El Trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 1996, 14 (3), 365 ñ 379.
- Beenguer, Alemán; y otros. Enseñanza por cambio conceptual: de la física clásica a la relatividad. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 2000, 18 (3), 463 - 471
- Cabero, J., Duarte, A. Evaluación de medios y materiales de enseñanza en soporte multimedia. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación: Evaluación de medios y materiales de enseñanza en soporte multimedia*. 1999 13, 23-45
- Campanario, Juan Miguel y Moya, Aida. ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 1999, 17 (2), 179 - 192.
- De Jong, O. La investigación activa como herramienta para mejorar la enseñanza de la química: nuevos enfoques. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 1996, 14 (3).
- Elaine P. Atkinson. *Learning Scientific Knowledge in the student laboratory*. Edited by Elizabeth Hegarty ñ Hazel, routledge, London and New York, 1990.
- Hegarty Elizabeth ñ Hazel. *Learning Technical Skills in the Student Laboratory*. Edited by Elizabeth Hegarty ñ Hazel, routledge, London and New York, 1990.
- Gallego Badillo, Rómulo y Pérez Miranda, Royman. El problema del cambio en las concepciones de estudiantes de formación avanzada. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 2002, 20 (3), 401 - 414
- García Barros, S., Martínez Losada, M. C. y Mondelo Alonso, M. El trabajo práctico. Una intervención para la formación de profesores. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 1995, 13 (2), 203 - 209.
- Geimer, Dominique y Soetard Michael. Las nuevas tecnologías en la escuela: nuevos desafíos pedagógicos y nueva responsabilidad del profesor. *Pensamiento Educativo*. Vol 21, 1997.
- Hinostroza Enrique, Mellar Harvey, Rehben Lucio, Heep Pedro, Preston Christina. Diseño de software educativo escolar. *Informática educativa*. Uniandes ñ Lidie, Colombia. Vol 10, Nº 1, 1997. Pág. 57 - 73
- Limón, Margarita y Carretero, Mario. Las ideas de los alumnos. ¿Qué aporta este enfoque a la enseñanza de las ciencias? *Libro Construir y Enseñar las Ciencias Experimentales*. Edición argentina, 1996.
- Manassero Mas, María Antonia y Vásquez Alonso, Ángel. Instrumentos y métodos para la educación de las actitudes relacionadas con la ciencia y la tecnología y la sociedad. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 2001, 20 (1), 15 - 27
- Mariño Drews, Olga. *Informática educativa: tendencias y visión prospectiva*. Boletín de informática educativa, proyecto SIII, Colombia. Vol 1, Nº 1, 1988.
- Martínez Marín, Nicolas. Delimitando el cambio de aplicación del cambio conceptual. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 1999, 17 (1), 80 ñ 92
- Marqués Pere. *Multimedia Educativo: clasificación, funciones, ventajas e inconvenientes*. 1999. <http://dewey.uab.es/pmarques/funcion.htm>
- Miguens, M. y Garrett, R.M. Prácticas en la Enseñanza de las Ciencias. Problemas y Posibilidades. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 1991, 9 (3), 229 - 236
- Núñez, F. y Banet, E. Modelos conceptuales sobre las relaciones entre digestión, respiración y circulación. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 1996, 14 (3), 261 - 278
- Oliva, José M. Distintos niveles de análisis para el estudio del cambio conceptual en el dominio de la mecánica. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 2001, 19 (1), 89 - 102
- Oliva Martínez, José M. Ideas para la discusión sobre las concepciones del cambio conceptual. Comentarios acerca del artículo *Delimitando el campo de aplicación del cambio conceptual* de N. Marín Martínez. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 1999, 17 (1), 115 - 117.
- Perales, F. Javier y Jiménez, Juan de Dios. Las ilustraciones en la enseñanza ñ aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de textos. *Revista Enseñanza de las ciencias*, 2002, 20 (3), 369-386.
- Pozo, Juan Ignacio. Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 1999, 17 (3), 513 - 520.
- Pozo, Juan Ignacio. *Adquisición de conocimiento*. Ediciones Morata, S.L. Madrid España. 2003.
- Resnick, B. Lauren y Collins Allan. *Cognición y aprendizaje*. Anuario de Psicología. Universidad de Barcelona. 1996, Nº 69, 189 - 197
- Rodríguez Moneo, María y Carretero, Mario. *Adquisición de conocimiento y cambio conceptual. Implicaciones para la enseñanza de la ciencia*. Libro *Construir y Enseñar las Ciencias Experimentales*. Edición argentina, 1996.
- Sanhueza, Juan Alberto. *Revista digital de educación y nuevas tecnologías contexto educativo: iCaracterísticas de las prácticas pedagógicas con TIC y efectividad escolar en un liceo Montegrande de la Araucanía, Chilei*. Número 36 año V.
- Squires, D. y McDougall, A. *Cómo elegir y utilizar software educativo*. Ediciones Morata, S.L. 2001.
- Valencia, Eugenia María. *Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación y el aprendizaje activo: experiencia con el curso de iMetodologías de multimediai Ingeniería y competitividad*. Vol 3, Nº 1, Junio de 2001.
- Vasco, Carlos Eduardo. *Epistemología piagetiana y enseñanza de las ciencias*. Enfoques pedagógicos, No 12, Vol.4 (2).
- Viáfara Ortiz, Robinson. *La educación en ciencias: necesidades, retos iLas nuevas tecnologías, una alternativa para considerarl*, Santiago de Cali, 2004. Tesis de maestría.
- Vitale, Bruno. *La integración de la informática en el aula. Consideraciones generales para un enfoque transdisciplinar*. Visor Distribuciones, S.A, 1994. Madrid, España.
- Zambrano, Alfonso. *La relación entre la teoría y la práctica en las ciencias experimentales, a través del laboratorio escolar*. Serie Educación en Ciencias Experimentales. Vol. 0, 2000.