

# Solución de problemas en un ambiente computacional fragmentado y en un ambiente computacional integrado

## Problem Solving in a Fragmented Computing Environment and an Integrated Computing Environment

DOI: 10.4438/1988-592X-RE-2011-361-147

Yohana Acosta Ribon

Alberto Morales Guerrero

*Universidad Pedagógica Nacional, Colombia.*

### Resumen

El objetivo de la investigación es determinar si existen diferencias significativas en la solución de problemas sobre densidad entre dos grupos de estudiantes: un grupo que es entrenado con un ambiente computacional que aborda el concepto de densidad de forma fragmentada (desarticulación del concepto y planteamiento de problemas descontextualizados) y otro grupo que es entrenado con un ambiente computacional que aborda este mismo concepto pero de manera integrada (integración del concepto y planteamiento de problemas contextualizados). La investigación es de tipo cuasiexperimental, se trabajó con dos grupos de estudiantes cuya edad promedio era de 12 años; la equivalencia entre estos dos grupos se estudió a través de la prueba t-Student, en donde se encontró que no existían diferencias significativas en sus conocimientos previos. Este estudio se realizó durante dos semanas. Inicialmente, a cada uno de los grupos se les entregó una guía conformada por una parte teórica y otra experimental: con la parte teórica se buscaba conocer los preconceptos y con la experimental propiciar el conflicto cognitivo. Cuando los estudiantes finalizaban la parte experimental, socializaban los resultados. Posteriormente, se entrenó a cada grupo con el ambiente computacional; después del entrenamiento, el docente planteaba una serie de preguntas relacionadas con el concepto trabajado durante la sesión. Finalmente, se aplicó una prueba escrita conformada por 12 problemas sobre densidad. La operacionalización de estos resultados se realizó teniendo en cuenta los criterios

de evaluación que se diseñaron para cada problema. Los resultados encontrados muestran diferencias significativas en la solución de problemas sobre densidad entre estos dos grupos; estas diferencias favorecen a los estudiantes que fueron entrenados con el ambiente computacional integrado, el cual se caracterizaba por trabajar el concepto de densidad teniendo en cuenta las relaciones con masa, volumen o temperatura; además, este abordaba los problemas de forma contextualizada.

*Palabras clave:* holismo, reduccionismo, fragmentación, integración, modelo pedagógico, solución de problemas.

### **Abstract**

The aim of the research reported here was to determine whether there were any significant differences in how two groups of students solved density problems, one group having been trained with a computing environment that takes a fragmented approach to the concept of density (disarticulation of the concept and decontextualized problem-solving) and one group having been trained with a computing environment that takes an integrated approach to the concept (concept integration and contextualized problems). The quasi-experimental project worked with two groups of students an average of 12 years old. Group equivalence was studied using Student's t-test, which found that there were no significant differences in the students' background knowledge. The research was conducted over two weeks' time. Initially, each of the groups was furnished with a guide containing a theoretical section and an experimental section. The theoretical section was designed to explore the preliminary concepts, and the experimental section was designed to trigger cognitive conflict. When the students completed the experimental part, they socialized the results. Each group was then trained to use the computing environment. After training, the teacher posed a series of questions related with the concept on which the session had focused. Lastly, a written test was administered, consisting of 12 density problems. The results were operationalized using evaluation criteria that were designed specifically for each problem. The results showed significant differences in the way the two groups solved density problems. The differences favoured the students who were trained with the integrated computing environment, which took relationships with mass, volume and temperature into account when working with the concept of density. The integrated computing environment also took a contextualized approach to problems.

*Key words:* Holism, reductionism, fragmentation, integration, pedagogical model, problem solving.

## Introducción

En el proceso de enseñanza influyen dos tendencias: una reduccionista y otra holista. La primera se centra en fragmentar el conocimiento y la segunda se opone a la fragmentación (Kedrov, 1974; Mateo, 1986). Según Ramos (2001), la educación tradicional se sustenta en el enfoque reduccionista; por ello, estudia los fenómenos desde sus elementos constituyentes, es decir, se interesa más por las partes del objeto de estudio que por las interrelaciones que se puedan presentar. La contraposición a este enfoque se le denomina *holismo*, el cual establece que para llegar a comprender los problemas reales se necesita la integración del conocimiento.

Frente a estas dos tendencias existen diferentes posiciones: algunos investigadores consideran pertinente estudiar los fenómenos de forma fragmentada (Rosental y Ludin, 1984) y otros se oponen a dicha fragmentación (Ramos, 2001); plantean que el estudiar los fenómenos desde sus partes impide que el estudiante pueda llegar a transferir su conocimiento dentro de otros contextos. Por lo anterior, se busca comparar dos formas de abordar el concepto de densidad (fragmentada frente a integrada) y estudiar su incidencia en la solución de problemas. Para ello, se diseña un ambiente computacional en donde el concepto de densidad se aborda de forma fragmentada; posteriormente, se diseña un único modelo pedagógico para entrenar a los dos grupos de estudiantes. El entrenamiento para cada uno de estos grupos es el mismo, solo difiere en la forma de abordar el concepto de densidad. Un grupo trabaja con un ambiente computacional que aborda el concepto de densidad de forma fragmentada y el otro grupo trabaja con un ambiente computacional que aborda este mismo concepto pero de manera integrada. Finalmente, se estudia cuál de estos dos ambientes computacionales favorece la habilidad para solucionar problemas de densidad. Los ambientes computacionales son similares, están diseñados en el mismo lenguaje de programación; además, las imágenes y animaciones son parecidas; por otro lado, maneja los mismos botones para navegar por el programa. El ambiente computacional que aborda el concepto de densidad de forma integrada fue diseñado por Huertas (2009).

La fragmentación y la integración del conocimiento se pueden concebir desde diferentes puntos de vista, sin embargo, centraremos nuestra atención en los siguientes aspectos: desarticulación en el concepto de

densidad y planteamiento de problemas descontextualizados e integración del concepto de densidad y planteamiento de problemas contextualizados. Los dos primeros aspectos son las características del ambiente computacional fragmentado y los dos siguientes lo son del ambiente integrado.

## Marco teórico

### Solución de problemas

Un problema bien definido se conforma de un estado inicial (estado actual), un estado meta y unos operadores (Stenberg y Ben-Zeev, 2001, citado por Domènech, 2004). El estado meta hace referencia a la situación deseada; el estado inicial se refiere a la información que se tiene antes de solucionar el problema; por su parte, los operadores hacen referencia a los conceptos y elementos que se van a tener en cuenta para la solución del problema. Los problemas planteados en la investigación son bien definidos, es decir, su estado inicial y final se detallan con claridad en cada uno de los enunciados de los problemas.

Los problemas se pueden clasificar en diferentes tipos; en el presente trabajo de investigación, se tendrá en cuenta la clasificación propuesta por los siguientes autores: Kean (1987), Frazer (1982) y Choi (1995). Los problemas planteados en este trabajo se caracterizan por que son cualitativos y cuantitativos (Kean, 1987); porque, atendiendo a su solución, son problemas artificiales, es decir tienen una solución que es conocida por el que propone el problema (Frazer, 1982); por otra parte, también se encuentran problemas contextualizados y descontextualizados (Choi, 1995).

Los problemas cuantitativos son aquellos que presentan en su enunciado datos numéricos y cuya solución está dada normalmente por un conjunto de pasos secuenciales. Este tipo de problemas son los más utilizados en la enseñanza de las ciencias; además, ayudan al estudiante a clasificar los problemas y a construir diversos algoritmos que podrían aplicar en nuevas situaciones.

Los problemas cualitativos se caracterizan por no tener datos numéricos en su enunciado; sin embargo, en algunos casos se puede abstraer información cuantitativa a partir de la interacción con el problema –como es el caso de los problemas planteados en el laboratorio–, pero en otros casos, la solución de los problemas cualitativos requiere de una explicación que se fundamente en los conceptos.

Asimismo, Choi (1995) clasifica los problemas contextualizados en problemas simples contextualizados, problemas complejos contextualizados, problemas simples descontextualizados y problemas complejos descontextualizados. Los problemas simples contextualizados son aquellos que se plantean dentro de situaciones reales, se los denomina simples porque en su proceso de resolución se utilizan pocos pasos. Los problemas complejos contextualizados también se enmarcan dentro de situaciones reales, pero para su resolución se requiere mayor número de pasos. Los problemas descontextualizados son aquellos que no se enmarcan dentro de contextos reales, se los denomina simples porque para su solución se requiere de pocos pasos, a diferencia de los complejos, en donde se involucran más procesos para llegar a su solución.

Los problemas diseñados para la investigación se caracterizaran por ser problemas simples contextualizados y problemas simples descontextualizados. Un ejemplo de problema simple descontextualizado planteado por este autor es: «Un señor ha decidido caminar del lugar A al lugar D. El lugar D se encuentra 218,5 kilómetros de distancia del lugar A. El señor es capaz de caminar 23 kilómetros diarios. ¿Cuántos días se tardará para llegar al lugar D?».

Por otro lado, García (1998) plantea que los problemas contextualizados son aquellos que se encuentran relacionados con la vida real, por lo que permiten al estudiante comprender fenómenos de su entorno. Un problema propuesto por este autor es el siguiente: «Si llenamos con agua una poceta y a continuación sumergimos en ella un vaso boca abajo; al sacarlo vemos que el interior del vaso permanece seco. Explica por qué, aunque el vaso se halla sumergido en el agua, permanece seco en su interior».

En el apartado anterior, se realizó una descripción de los tipos de problemas que se van a implementar; a continuación, centraremos la atención en qué significa solucionar un problema.

Se entiende por solucionar problemas la transformación del estado actual en el estado deseado (Bransford, 1979). Asimismo, la solución de

un problema también puede ser vista como el conjunto de pasos que realiza un individuo para lograr llegar al estado meta del problema (Nickerson, Perkins y Smith, 1988). En varias situaciones, un individuo, al enfrentarse a un problema realiza varios procesos mentales correctos, sin embargo, no son suficientes para llegar al estado deseado, por lo anterior, se va a diseñar criterios de evaluación para cada uno de los problemas, de esta manera, se podrá identificar hasta qué punto el sujeto logro acercarse a la solución del problema.

## **Integración y fragmentación del conocimiento**

El reduccionismo fragmenta el conocimiento para estudiar los fenómenos, el holismo tiene en cuenta las relaciones de las partes que conforman el objeto de estudio, es decir, busca la integración. Ramos (2001) afirma que la solución de los problemas actuales exige la integración del conocimiento, aspecto que no se tienen en cuenta en la educación tradicional, lo cual trae como consecuencia que los estudiantes no puedan comprender el mundo donde viven. La fragmentación según Wernicke (1991) conlleva que el sujeto se especialice en las partes del objeto de estudio e impide que pueda establecer un punto de convergencia entre las partes constituyentes.

Según Ramos (2001), los temas que se imparten en el aula se presentan de forma aislada, esto conduce a que el sujeto no pueda solucionar los problemas de su entorno; por tanto, el autor plantea la necesidad de trabajar los conceptos de forma contextualizada. La contextualización hace referencia a plantear situaciones en donde se establezcan relaciones con el entorno real; estas situaciones permitirán al estudiante transferir conocimiento a otros contextos. Por otra parte, este mismo autor plantea que la solución de los problemas reales exige la integración del conocimiento. En caso de que se continúe fragmentando el conocimiento, la comprensión de los fenómenos continuará dificultándose.

González (citado por Ramos, 2001) plantea: «La escuela necesita abrirse a la vida, dejarse penetrar por ella, empaparse de la realidad y fundamentar toda su acción en esa realidad cotidiana». Es decir, la escuela debe romper el distanciamiento entre los contenidos de las áreas y lo que el estudiante percibe de la realidad; es necesario integrar lo que se enseña con situaciones reales de tal forma que el estudiante pueda realizar un aprendizaje significativo.

Por otra parte, Rosental y Ludin (1984), que defienden la tendencia reduccionista, plantean que el estudio de los fenómenos puede ser explicado a partir de las partes del objeto de estudio, es decir, que el objeto puede ser fragmentado en aras de su comprensión. De igual forma, Descartes (citado por Capra, 1998) consideraba que el universo se comportaba como una máquina que podía ser estudiada a partir de sus componentes; fue así como Galileo, Kepler, Newton y otros científicos de su época lograron realizar aportes importantes a la ciencia.

La fragmentación se puede concebir desde diferentes puntos de vista; nosotros centraremos la atención en dos de los aspectos planteados por Fumagalli (2001): la desarticulación de los conceptos y la desarticulación entre el saber escolar y el saber de la vida cotidiana.

Se entiende por desarticulación del concepto que este se divida en sus partes elementales sin tener en cuenta las relaciones que se puedan presentar entre ellas. Frente a la desarticulación de los conceptos, Solarte (2006) considera que, al enseñar un concepto científico, es necesario dividirlo. Este autor plantea que el modelo didáctico no puede reposar sobre una globalidad, aun cuando un concepto científico presenta múltiples relaciones, para llegar a comprenderlo es necesario entregar el conocimiento por fragmentos y de manera gradual.

La desarticulación del saber escolar con el saber de la vida cotidiana hace referencia básicamente a establecer situaciones en donde el concepto que se trabaja no se relaciona con el contexto real.

En contraposición a la fragmentación, encontramos la integración del conocimiento. Este enfoque también se puede concebir desde diferentes puntos de vista; nosotros centraremos la atención en los siguientes aspectos: la articulación del concepto y la articulación del saber escolar con el saber de la vida cotidiana. Estos son unos de los elementos más importantes dentro de la integración del conocimiento.

La fragmentación y la integración se han estudiado en sus aspectos generales. No se ha centrado en conceptos científicos específicos; por ello, en esta investigación se van a analizar dos formas de estudiar el concepto de densidad, pues este es un concepto que los estudiantes no logran comprender aun cuando se trabaja en diferentes grados de escolaridad. En algunos casos es confundido con el concepto de peso (Carretero, 1993) y en otros casos se puede explicar con dificultad en términos de su masa y su volumen.

Si bien es cierto que la fragmentación y la integración se contraponen, es claro que las dos han contribuido en el desarrollo de las ciencias. Por lo

anterior, se abordará el concepto de densidad desde cada uno de estos enfoques. Desde la fragmentación, el concepto de densidad se aborda inicialmente desde el concepto de masa, después desde el de volumen y finalmente desde el de temperatura; dentro de cada uno de estos conceptos se plantean problemas descontextualizados. El concepto de densidad, dentro de la teoría de la integración del conocimiento, se aborda teniendo en cuenta las relaciones que pueda presentar con los conceptos de masa, volumen o temperatura; asimismo, se plantean problemas contextualizados, en ningún momento se abordan los conceptos de masa, volumen y temperatura por separado.

### **Ambiente computacional**

Los ambientes computacionales son sistemas informáticos, diseñados y planeados para facilitar la enseñanza y el aprendizaje de diferentes áreas del conocimiento. Son herramientas altamente funcionales debido a dos de sus características principales: el uso de multimedia (imágenes, animaciones, vídeos, sonidos) y la facilidad de interacción con el usuario. De igual manera, el diseño de estos ambientes permite tener control sobre el proceso de aprendizaje del estudiante. Se ha comprobado que el buen uso de esta herramienta potencia el desarrollo del pensamiento humano (Martin, 2005).

### **Modelo pedagógico**

Un modelo pedagógico contempla todos aquellos aspectos que intervienen en el proceso de enseñanza y aprendizaje. El modelo pedagógico de la investigación se sustenta en referentes teóricos del constructivismo y del aprendizaje significativo; asimismo, tiene en cuenta otros elementos planteados por Joyce (2002), el cual establece que un modelo pedagógico está conformado por la competencia del docente, los principios de intervención, los efectos formativos en el estudiante y el proceso metodológico.

Según Ausubel (1983), para lograr un aprendizaje significativo se debe partir de la disposición del sujeto y sus conocimientos previos, los cuales son determinantes en el proceso de aprendizaje, ya que muchos de estos, en ocasiones, son obstáculos para la asimilación de nuevos conceptos. Asimismo, el nuevo conocimiento debe estar relacionado de forma lógica

con los conocimientos preexistentes del estudiante; por ello, el material que se utilice debe ser consistente con las experiencias previas, para que el estudiante pueda asimilar esta nueva información, relacionarla y organizarla, y finalmente aplicarla dentro de diferentes contextos. En este punto, se puede decir que el estudiante ha logrado un aprendizaje significativo porque fue capaz de transformar su estructura cognitiva y convertirla en un nuevo punto de anclaje para nuevos conocimientos.

Con el fin de generar un aprendizaje significativo, se plantean actividades previas que generen conflicto cognitivo en los estudiantes y que sirvan de puente para presentar el nuevo concepto. Dentro de estas actividades encontramos cuatro talleres, cada uno está formado por una parte teórica y una experimental. Con la parte teórica se indagan las ideas previas de los estudiantes y con la parte experimental se busca propiciar conflicto cognitivo. Estas actividades previas estimulan el aprendizaje y permiten que el estudiante construya conocimiento a partir de las relaciones entre el conocimiento previo y el nuevo conocimiento. Durante este proceso, el docente desempeña el papel de orientador; el papel principal lo tiene el estudiante, porque él es quien construye su conocimiento a través de las actividades que desarrolla.

Para realizar un aprendizaje significativo también se debe tener en cuenta el material; este debe ser atractivo y novedoso. Por ello, se diseñó un ambiente computacional y una guía que orienta y controla el proceso de aprendizaje durante la interacción con este ambiente.

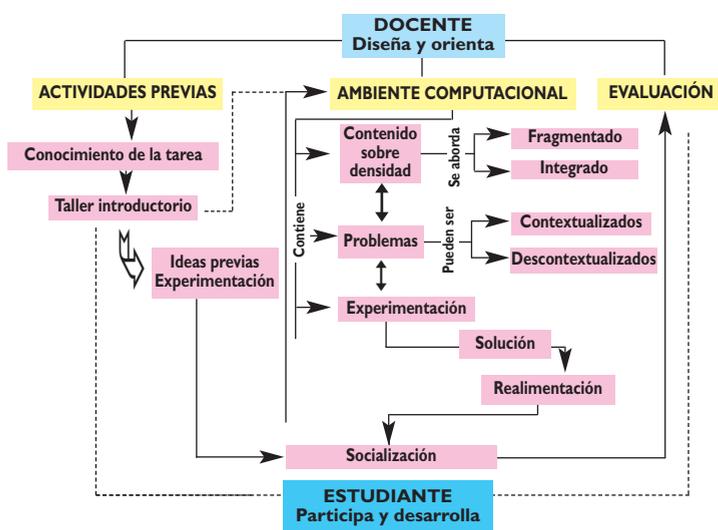
Según Joyce (2002), un modelo pedagógico se conforma de varios elementos; en el de esta investigación se utilizan los siguientes criterios:

- *Competencia del docente.* Este elemento hace referencia a las habilidades que tiene el docente para orientar y diseñar contenidos de forma integrada y fragmentada.
- *Principios de intervención.* Son los espacios en donde el docente va a intervenir con el objetivo de identificar si el estudiante está comprendiendo; esta actividad sirve de retroalimentación para el estudiante.
- *Efectos formativos en los estudiantes.* Todo modelo pedagógico busca desarrollar diferentes habilidades en el estudiante; nosotros, centraremos específicamente la atención en la habilidad para solucionar problemas sobre densidad en niños de 12 años.

- **Proceso metodológico.** Este proceso consta de tres fases. Estas fases se aplican de la misma manera a cada uno de los grupos (G1 y G2). El G1 aborda el concepto de densidad de forma fragmentada y desarrolla problemas descontextualizados. El G2 aborda el concepto de densidad de forma integrada y desarrolla problemas contextualizados.

En la Figura 1 se observa el proceso metodológico; como se mencionó, este se conforma de tres fases: Actividades previas, Ambiente computacional y Evaluación.

FIGURA 1. Esquema del proceso metodológico



En las Actividades previas se encuentran dos etapas: Conocimiento de la tarea y Taller introductorio. Durante el Conocimiento de la tarea, el docente presenta al estudiante un panorama general de lo que se va a trabajar. En el caso del Taller introductorio, se plantean situaciones que sirvan de puente para abordar el nuevo concepto; esta etapa está conformada por dos momentos: Ideas previas y Experimentación. En el momento en que se hace entrega de la actividad, el estudiante debe solucionarla con los conocimientos que posee; finalizada la misma, se

realiza la parte experimental, con el objetivo de que el alumno pueda confrontar sus ideas.

Durante la fase Ambiente computacional, el G1 interactúa con el ambiente computacional fragmentado y el G2 con el ambiente computacional integrado.

En la interacción con el ambiente computacional, el estudiante tiene la posibilidad de experimentar; asimismo contará con la información en diferentes formas de representación (texto, sonido, gráficos), lo cual facilitará la comprensión de la explicación (Joyce, 2002). Además, el estudiante contará con una guía impresa, cuyo propósito es controlar y orientar su proceso de aprendizaje en el ambiente computacional. Por otro lado, frente a cada solución que el estudiante presente, el sistema le proporcionará su respectiva realimentación.

Durante las dos primeras fases, el docente desempeña el papel de orientador, asimismo plantea preguntas que le permiten identificar si el estudiante está comprendiendo. Estos espacios que propicia el docente son importantes porque sirven de retroalimentación para cada uno de los estudiantes.

En la última etapa del proceso, la Evaluación, el estudiante, sin la asistencia del docente, soluciona un cuestionario en donde se plantean 12 problemas sobre densidad. Esta prueba es la misma para los dos grupos.

## Metodología

### Población y muestra

La población que se utiliza para llevar a cabo este estudio está conformada por estudiantes con un promedio de edad de 12 años; se seleccionó como muestra de investigación a dos grupos de estudiantes de grado séptimo de una institución rural del municipio de Sibate, cada grupo se encontraba conformado por 28 estudiantes.

## Tipo de investigación

La investigación es de tipo cuasiexperimental porque trabaja con dos grupos que se encuentran previamente establecidos, estos grupos no fueron asignados al azar.

## Variables de la investigación

### Variable independiente

Esta variable hace referencia a la forma en que se estructura el contenido de densidad en los dos ambientes computacionales: fragmentado e integrado.

### Variable dependiente

La variable dependiente es la *solución de problemas*. Esta variable se estudia por medio de un cuestionario en donde se plantean 12 problemas de densidad. Para su operacionalización se establecieron unos criterios.

TABLA I. Relación entre la variable independiente y dependiente

VARIABLE INDEPENDIENTE AMBIENTE COMPUTACIONAL		VARIABLE DEPENDIENTE
Fragmentado	Integrado	Solución de Problemas
Grupo 1	Grupo 2	

## Descripción de la variable independiente

El ambiente computacional fragmentado se diseñó y construyó en Flash con programación en ActionScript. Para el diseño de este ambiente computacional se empleó la metodología de desarrollo de software GRACE (Barros, 2005). Los contenidos que se implementaron dentro de este ambiente computacional responden a los referentes teóricos de la fragmentación. Por otra parte, el ambiente computacional integrado fue diseñado y construido por Huertas (2009), este ambiente también responde a los referentes teóricos de la integración del conocimiento.

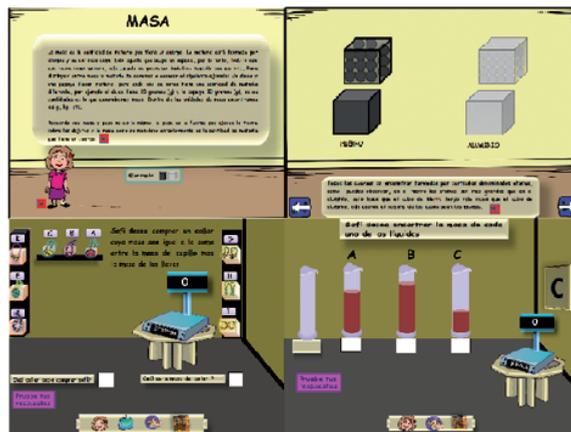
Se lo denomina ambiente computacional fragmentado porque, para su estudio, el concepto de densidad es dividido en masa, volumen y

temperatura; además, los problemas que se plantearon dentro de este ambiente se caracterizan porque son problemas descontextualizados.

En este ambiente computacional, el usuario debe visitar inicialmente la sección de masa, después la sección de volumen, luego la de temperatura y finalmente la de densidad. Dentro de cada una de estas secciones se plantearon problemas relacionados con estos conceptos, estos problemas son los que normalmente se encuentran en los libros de ciencias y los que se refuerzan en el aula.

El problema planteado en la sección de masa busca que el estudiante identifique cuál es el collar cuya masa es igual a la suma de la masa del cepillo más la masa de las llaves; para ello, el estudiante debe medir las masas de cada uno de estos objetos. Por otra parte, también debe determinar la masa de los líquidos que se encuentran dentro de cada uno de los recipientes (Figura II):

FIGURA II. Sección de masa



En la sección de volumen, el estudiante debe hallar el volumen de diferentes objetos; para ello, deberá utilizar una probeta y determinar estos valores por medio del método del fluido desplazado (Figura III):

FIGURA III. Sección de volumen



En la sección de temperatura, el estudiante puede observar la simulación del movimiento de los átomos cuando aumenta la temperatura, estimar diferentes temperaturas y acceder a cada uno de los botones (objetivo, ayuda y definiciones) las veces que lo considere necesario (Figura IV):

FIGURA IV. Sección de temperatura



En la sección de densidad, el estudiante puede experimentar con una balanza, con una probeta, mezclar diferentes líquidos y determinar la densidad de diferentes objetos (Figura V).

FIGURA V. Sección de densidad



En este ambiente computacional, a diferencia del ambiente computacional integrado, los conceptos con los cuales se encuentra relacionado el concepto de densidad (masa, volumen y temperatura) se estudian con mayor nivel de profundidad. Esto se debe a que se realizó de forma fragmentada o dividida.

En el Ambiente Computacional Integrado, el concepto de densidad no se divide en masa, volumen y temperatura para su estudio; además, los problemas que se plantearon dentro de este ambiente se caracterizan por ser contextualizados. En este ambiente computacional se abordaron situaciones concretas relacionadas con el concepto de densidad. Con cada una de estas situaciones, se pretende que el estudiante pueda establecer relaciones entre algunos conceptos (masa, volumen, temperatura) y transferir ese conocimiento para la comprensión de otros fenómenos reales. En este ambiente computacional se plantearon cuatro problemas de densidad: densidad de los líquidos, de los globos, de los globos aerostáticos y del submarino. A continuación se van a describir dos de los problemas planteados en este ambiente computacional.

En el problema de los globos se describe una situación que sucede en la cotidianidad de los niños; esta hace referencia a los globos que inflamos

en las fiestas, los cuales no flotan, pero cuando vamos al parque vemos que algunos globos muestran un comportamiento distinto. Con este problema se pretende que el alumno conozca el comportamiento de algunos gases presentes en la naturaleza junto con sus propiedades; también se busca que identifique cuál es el gas que por sus características es el más apropiado para inflar los globos y finalmente que determine cuál es la causa por la cual algunos globos flotan y otros no.

En el problema del submarino se pretende que el estudiante identifique las razones por las cuales un submarino puede flotar y también sumergirse; asimismo, tendrá la oportunidad de experimentar con otros objetos (madera, hierro, bronce) y estudiar su flotabilidad.

### Descripción de la variable dependiente

La variable dependiente es la *solución de problemas*. Para el estudio de esta variable, se diseñó una prueba conformada por 12 problemas (seis problemas contextualizados y seis problemas descontextualizados). Para cada uno de estos problemas se diseñaron unos criterios de evaluación.

Se trabajó con una escala valorativa de cero (0) a tres (3), en la que cero se asigna cuando el estudiante no responde y cuando no logra identificar las variables del problema, y tres cuando identifica y establece relaciones válidas entre todas las variables del problema.

A continuación se van a describir dos de los problemas contextualizados y dos de los descontextualizados que se diseñaron con sus respectivos criterios de evaluación.

### Problemas contextualizados

- El mar Muerto se encuentra ubicado entre Israel, Palestina y Jordania; sus aguas tienen un alto grado de salinidad que impide que un ser vivo pueda habitar en su interior salvo algunas excepciones como las bacterias. El mar Caribe se encuentra ubicado al este de América Central y al norte de América del Sur, es uno de los mares salados más grandes del mundo, pero su grado de salinidad no supera el del mar Muerto, lo cual lo hace menos denso. Esto permite que diferentes seres vivos (peces) puedan habitar en su interior. El río Magdalena es considerado el principal río de Colombia porque su área ocupa el 24% del territorio continental;

actualmente su situación es preocupante porque, al recibir las aguas del río Bogotá está perjudicando la pesca; su densidad es menor a la de mar Caribe. Teniendo en cuenta el esquema, determina en qué lugar se encuentra cada uno de los barcos.



Los criterios que se establecieron para este problema se describen en la Tabla II.

**TABLA II.** Criterios de evaluación para el problema de los barcos

<b>ESCALA VALORATIVA</b>			
<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Menciona el lugar correcto donde se encuentra cada uno de los barcos y establece relaciones válidas entre las variables.	Menciona el lugar correcto donde se encuentra cada uno de los barcos y establece relaciones válidas entre las variables.  Menciona el lugar correcto donde se encuentra cada uno de los barcos y establece algunas relaciones válidas.	Menciona el lugar correcto donde se encuentra cada uno de los barcos y establece relaciones válidas entre las variables.  Establece algunas relaciones válidas, pero no menciona correctamente el sitio donde se encuentra cada uno de los barcos.	Menciona el lugar correcto donde se encuentra cada uno de los barcos y establece relaciones válidas entre las variables.  No menciona el lugar correcto en donde se encuentra cada barco y tampoco establece relaciones válidas entre las variables.

- Los cocodrilos son reptiles de cuatro patas, habitan en aguas dulces (ríos) y aguas saladas, el tamaño de algunos de estos puede variar

entre seis y siete metros de longitud, sus dientes no les sirven para mascar ni para cortar, solo para atrapar, lo que significa que comen piezas enteras; además, los cocodrilos suelen comer piedras para su digestión y para cambiar su densidad. Si el cocodrilo se traga cierta cantidad de piedras, explica qué sucede con su flotabilidad cuando se encuentra en aguas dulces y cuando está en aguas saladas. En la Tabla III se observan los criterios de evaluación que se establecieron para este problema.

**TABLA III.** Criterios de evaluación para el problema del cocodrilo

<b>ESCALA VALORATIVA</b>			
<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Explica el problema del cocodrilo estableciendo relaciones válidas entre la densidad del agua y la flotabilidad.	Explica el problema del cocodrilo y establece algunas relaciones válidas entre la densidad del agua y la flotabilidad.	Explica el problema del cocodrilo pero no establece relaciones válidas entre la densidad del agua y la flotabilidad.	No responde por lo que se le pregunta.

### Problemas descontextualizados

- Dentro de un recipiente se encuentran contenidos tres líquidos A, B y C. Explica cómo es la densidad del líquido B en relación con la densidad del líquido C y del líquido A. Los criterios de evaluación para este problema se observan en la Tabla IV.

**TABLA IV.** Criterios de evaluación para el problema de los líquidos

Establece correctamente la densidad de los líquidos y las relaciones con el líquido B.	Establece correctamente la densidad de los líquidos sin establecer relaciones con respecto al líquido B.	Establece correctamente algunas densidades de los líquidos.	No responde por lo que se le pregunta.
--	--	---	--

- Determinar el valor de la densidad de un collar que tiene una masa de 25 kg y un volumen de 6 cm<sup>3</sup>. Los criterios de evaluación para este problema se pueden observar en la Tabla V.

TABLA V. Criterios de evaluación para el problema del collar

ESCALA VALORATIVA			
3	2	1	0
Identifica las incógnitas dentro del problema, establece relaciones válidas entre las variables y realiza correctamente las operaciones entre los datos.	Identifica las incógnitas dentro del problema y establece relaciones válidas entre las variables.	Identifica las incógnitas dentro del problema pero no establece relaciones válidas entre las variables.	No identifica las incógnitas dentro del problema.

## Proceso metodológico

La investigación se desarrolló en siete etapas. En la primera se diseñó toda la estructura conceptual sobre densidad teniendo en cuenta dos aspectos de la fragmentación (desarticulación del concepto y problemas descontextualizados) y dos aspectos de la integración del conocimiento (integración del concepto y problemas contextualizados). En la segunda etapa, se diseñó y construyó el ambiente computacional fragmentado; posteriormente, se realizó una prueba piloto sobre el ambiente computacional fragmentado, con el objetivo de identificar los elementos que podrían dificultar la comprensión o la interacción con él. En la cuarta etapa se diseñó una prueba conformada por 12 problemas de densidad. A esta también se le realizó una prueba piloto con estudiantes de la misma población pero diferentes a la muestra seleccionada para llevar a cabo la investigación. En la quinta etapa se realizó un estudio de homogeneidad entre los dos grupos, entonces se aplicó un pretest cuyo objetivo fue determinar la equivalencia entre los dos grupos, los resultados obtenidos por los estudiantes se analizaron con la prueba t-Student, de acuerdo con la cual se encontró que no existían diferencias significativas ( $s = 0,382$ ) en cuanto a sus conocimientos previos. En la sexta etapa se aplicó la propuesta a dos grupos de 28 estudiantes cada uno. En la última etapa se aplicó el test; los resultados obtenidos se sometieron a estudio para determinar cuál de los dos ambientes computacionales favorece la solución de problemas sobre densidad.

## Análisis de resultados

El instrumento utilizado para la recolección de la información fue una prueba sobre densidad compuesta por 12 problemas (seis contextualizados y seis descontextualizados). Esta prueba fue la misma para cada grupo. Para la cuantificación de la prueba, se establecieron unos criterios (Tablas II, III, IV y V); a cada uno de estos se le asignó un valor numérico entre 0 y 3.

En la Tabla VI se observan algunos de los resultados obtenidos por los dos grupos de estudiantes en cada uno de los problemas. En las tres últimas columnas de esta tabla se encuentran el puntaje total obtenido en los problemas contextualizados, el puntaje total obtenido en los problemas descontextualizados y el puntaje total.

TABLA VI. Resultados obtenidos por algunos estudiantes en la prueba de densidad

AMBIENTE COMPUTACIONAL																
FRAGMENTADO																
	Problema C1	Problema C2	Problema C3	Problema C4	Problema C5	Problema C6	Problema D1	Problema D2	Problema D3	Problema D4	Problema D5	Problema D6	Total problemas contextualizados (c)	Total problemas descontextualizados (d)	Puntaje total	
F1	1	2	2	2	1	2	2	3	3	3	3	2	10	16	26	
F2	1	1	0	1	3	1	0	3	3	3	0	3	7	12	19	
F3	3	1	3	1	3	1	3	3	3	1	3	2	12	15	27	
F4	3	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	15	16	31	
F5	3	0	0	2	3	0	3	2	3	3	0	2	8	13	21	
F6	1	2	0	0	2	2	3	3	3	0	0	0	7	9	16	
F7	1	1	0	0	3	1	1	3	3	0	3	2	6	12	18	
F8	1	0	2	2	1	2	2	3	3	1	0	2	8	11	19	
F9	1	1	0	2	0	3	0	2	3	3	0	2	7	10	17	
F10	3	1	0	0	3	2	0	1	3	3	2	0	9	9	18	

AMBIENTE COMPUTACIONAL															
INTEGRADO	Problema C1	Problema C2	Problema C3	Problema C4	Problema C5	Problema C6	Problema D1	Problema D2	Problema D3	Problema D4	Problema D5	Problema D6	Total problemas contextualizados (C)	Total problemas descontextualizados (D)	Puntaje total
11	1	0	2	2	2	3	1	3	0	3	0	3	10	10	20
12	3	3	2	2	3	3	0	3	0	3	0	3	16	9	25
13	3	3	3	2	3	1	0	3	3	3	3	3	15	15	30
14	0	3	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	9	18	27
15	1	3	1	2	2	1	0	2	3	1	0	3	10	9	19
16	0	3	1	2	1	1	0	2	3	1	3	2	8	11	19
17	0	3	1	3	3	1	2	3	3	1	0	2	13	11	24
18	0	0	2	2	2	3	3	3	3	1	3	3	9	16	25
19	3	1	2	2	3	1	0	3	3	2	0	3	12	11	23
110	3	1	3	2	3	3	3	3	3	1	3	3	15	16	31

Los resultados obtenidos por los dos grupos de estudiantes en el problema de los barcos se observan en la columna C1, los resultados obtenidos en el problema de los cocodrilos se encuentran en la columna C6. Asimismo, para los problemas descontextualizados, los resultados obtenidos en el problema del collar están en la casilla D2 y los resultados del problema de los líquidos se encuentran en la columna D4.

Estos datos fueron procesados en SPSS versión 15.0.1.

### Análisis de medias y significancia

En la Tabla VII se observa que el grupo de estudiantes que fue entrenado con el ambiente computacional integrado obtiene una media de 24,89, que es mayor a la media obtenida por el grupo de estudiantes que fue entrenado con el ambiente computacional fragmentado (20,96). Asimismo, se encuentra mayor dispersión con respecto a la media en el grupo que fue entrenado con el ambiente computacional integrado, cuyo valor de desviación es de 4,795 frente a 4,655.

TABLA VII. Medias del puntaje total en la prueba de densidad por cada uno de los grupos

	AMBIENTE COMPUTACIONAL	N	Media	Desviación tip.	Error típ. de la media
Puntaje total	Integrado	28	24,89	4,795	0,906
	Fragmentado	28	20,96	4,655	0,88

Para analizar si las diferencias encontradas en los resultados obtenidos por cada uno de los grupos son o no significativas, se recurre a la prueba t-Student, la cual establece que si el coeficiente de significancia es menor a 0,05 es decir ( $s < 0,05$ ), entonces existen diferencias significativas.

TABLA VIII. T-student sobre el puntaje total (ambiente computacional fragmentado frente a ambiente computacional integrado)

	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% INTERVALO DE CONFIANZA PARA LA DIFERENCIA	
			Superior	Inferior
Puntaje total	0,003	3,929	1,397	6,46

Teniendo en cuenta la Tabla VIII, se puede concluir que existen diferencias significativas ( $s = 0,003$ ) en el puntaje total obtenido por cada uno de los grupos. Esto favorece a los estudiantes que fueron entrenados con un ambiente computacional integrado, cuya media es de 24,89 (Tabla VII), frente al grupo de estudiantes que fueron entrenados con un ambiente computacional fragmentado, cuya media fue de 20,96 (Tabla VII). La diferencia de medias que se obtuvo es de 3,929.

La Tabla IX muestra las medias de los resultados obtenidos en los problemas contextualizados por cada uno de los grupos.

**TABLA IX.** Medias del puntaje obtenido en los problemas contextualizados para cada uno de los grupos

	AMBIENTE COMPUTACIONAL	N	Media	Desviación tip.	Error típ. de la media
Puntaje en los problemas contextualizados	Integrado	28	12,04	2,848	0,538
	Fragmentado	28	8,46	3,121	0,59

En los resultados de los problemas contextualizados, el grupo de estudiantes que fue entrenado con un ambiente computacional integrado obtuvo una media de 12,04, valor mayor a la media del grupo que fue entrenado con un ambiente computacional fragmentado (8,46).

La diferencia entre estos resultados es significativa ( $s = 0,000$ ), lo cual favorece a los estudiantes que fueron entrenados con un ambiente computacional integrado (Tabla x).

**TABLA X.** T-Student. Problemas contextualizados (ambiente fragmentado frente a ambiente integrado)

	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% INTERVALO DE CONFIANZA PARA LA DIFERENCIA	
			Superior	Inferior
Puntaje total de los problemas contextualizados	0,000	3,571	1,971	5,172

En los resultados de los problemas descontextualizados, el grupo de estudiantes que fue entrenado con un ambiente computacional integrado obtuvo una media de 12,86, mientras el grupo que fue entrenado con un ambiente computacional fragmentado obtuvo 12,50 (Tabla xi).

**TABLA XI.** Medias del puntaje obtenido en los problemas descontextualizados para cada uno de los grupos

	AMBIENTE COMPUTACIONAL	N	Media	Desviación tip.	Error típ. de la media
Puntaje en los problemas descontextualizados	Integrado	28	12,86	2,978	0,563
	Fragmentado	28	12,5	2,301	0,435

Las diferencias entre los resultados obtenidos por cada uno de estos grupos en la solución de problemas descontextualizados no son significativas ( $s = 0,618$ ) (Tabla XII).

**TABLA XII.** T-student. Problemas descontextualizados (ambiente fragmentado frente a ambiente integrado)

	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% INTERVALO DE CONFIANZA PARA LA DIFERENCIA	
			Superior	Inferior
Puntaje total de los problemas descontextualizados	0,618	0,357	-1,069	1,783

### Comparación entre los dos ambientes computacionales en términos de porcentajes

Se considera que un estudiante supera la prueba cuando obtiene 21 puntos (puntaje total, Tabla VI) de 36 posibles; por lo anterior, se concluye que el 42% de los estudiantes que fueron entrenados con un ambiente computacional fragmentado supera la prueba de densidad, mientras que del grupo de estudiantes que fue entrenado con un ambiente computacional integrado supera la prueba el 71%.

Por otra parte, se considera que el estudiante supera los problemas contextualizados cuando obtiene 11 puntos (puntaje total obtenido en los problemas contextualizados, Tabla VI) de 18 posibles; de acuerdo con lo anterior, se encuentra que el 21% de los estudiantes entrenados con el ambiente computacional fragmentado supera estos tipos de problemas,

mientras que el porcentaje de estudiantes entrenados con el ambiente computacional integrado que logró superar este tipo de problemas es de un 68%.

Asimismo, se entiende que se superan los problemas descontextualizados cuando se obtienen 11 puntos (puntaje total obtenido en los problemas descontextualizados, Tabla vi) de 18 posibles; por lo anterior, se encuentra que el 71% de los estudiantes entrenados con el ambiente computacional fragmentado supera estos problemas frente a un 78% de los estudiantes entrenados con el otro ambiente computacional.

## Interpretación de resultados y conclusiones

A partir del análisis de los resultados se puede concluir que existen diferencias significativas en la solución de problemas sobre densidad, que favorecen a los estudiantes que fueron entrenados con un ambiente computacional integrado. La media obtenida por estos es de 24,89, frente a la de los estudiantes que fueron entrenados con un ambiente computacional fragmentado, que es de 20,96. Desde esta perspectiva, se puede inferir que el ambiente computacional integrado ha favorecido la habilidad para solucionar problemas sobre densidad. Este resultado coincide con las investigaciones desarrolladas por Sánchez (2009), Concari, Lucero y Pozzo (2006) y Cressey (1997), quienes también encuentran que, al trabajar con problemas contextualizados e integradores, los estudiantes obtienen mejores resultados en la solución de problemas que cuando se entrenan con problemas que se abordan de forma descontextualizada sin establecer ningún tipo de relaciones con el entorno.

Continuando con el análisis de los resultados de esta investigación, se encontró que no hubo diferencias significativas en los resultados de los problemas descontextualizados entre el grupo de estudiantes que fue entrenado con un ambiente computacional integrado (media = 12,86) y el grupo que fue entrenado con un ambiente computacional fragmentado (media = 12,50). Por lo tanto, los dos ambientes computacionales han favorecido la habilidad para solucionar problemas sobre densidad de forma descontextualizada.

En la solución de los problemas contextualizados, se encontraron diferencias significativas, a favor de los estudiantes que fueron entrenados con un ambiente computacional integrado (media de 12,04) frente a los estudiantes que fueron entrenados con un ambiente computacional fragmentado (media de 8,46).

Por otra parte, García (1998) plantea que cuando los estudiantes trabajan con problemas descontextualizados no aprenden a resolver problemas sino a memorizar los procesos. Esto conlleva que no puedan solucionar otro tipo de problemas, lo cual se corrobora en los resultados de esta investigación, en donde se encuentra que solo un 21% de los estudiantes entrenados con el ambiente computacional fragmentado logra superar los problemas contextualizados.

Asimismo, el 68% de los estudiantes que fueron entrenados con el ambiente computacional integrado superan los problemas contextualizados. Este grupo de estudiantes, aun cuando no fue entrenado con problemas descontextualizados, también logró alcanzar un porcentaje más alto de aprobado en los problemas descontextualizados con respecto a los que fueron entrenados con este tipo de problemas, es decir, los que interactuaron con el ambiente computacional fragmentado. En este caso, el porcentaje es de un 78% frente a un 71%. Estos resultados son consecuentes con los planteamientos de los autores anteriormente citados, que establecen que, cuando se abordan problemas contextualizados, el estudiante puede transferir más fácilmente su conocimiento para solucionar problemas dentro de otros contextos.

Cuando se trabajó con el ambiente computacional integrado, teniendo en cuenta todo lo que esto implica (es decir, planteamiento de problemas contextualizados e integración del concepto de densidad), en algunas ocasiones, el sujeto tendía a perderse, según Escribano (2008). Esta es una de las desventajas que se presenta cuando los contenidos se abordan de esta manera.

Partiendo de los resultados obtenidos por los dos grupos de estudiantes, se puede afirmar que, plantear los problemas de forma contextualizada y al abordar el concepto de densidad teniendo en cuenta su relación con la masa, el volumen o la temperatura favorece en mayor medida la habilidad para solucionar problemas sobre densidad. Como consecuencia, se propone la siguiente estrategia: plantear actividades previas acordes con el concepto que se pretende desarrollar, socializar los resultados obtenidos por los estudiantes en cada una de las actividades,

entrenarlos con el ambiente computacional en que se aborde el concepto de forma integrada, organizar una fase de preguntas y de realimentación, y finalmente una evaluación, en la que el estudiante realice una prueba sin la asistencia del docente.

## Referencias bibliográficas

- Ausubel, D., Novak, J., y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognitivo*. México: Trillas.
- Barros, J., Duque, G., Rojas, J., Sánchez, L. y Velosa, J. (2005). *Introducción a la ingeniería*. Bogotá: Ean.
- Bransford, J. (1979). *Human Cognition: Learning, Understanding and Remembering*. Belmont (California): Wadsworth.
- Capra, F. (1998). *El punto crucial: ciencia, sociedad y cultura naciente*. Buenos Aires: Troquel.
- Carretero, M. (1993). *Constructivismo y educación*. Buenos Aires: Luis Vives.
- Choi, J. (1995). *The Effects of Contextualization and Complexity of Situation on Mathematics Problem-Solving and Attitudes*. (Tesis doctoral). The Florida State University, Florida, United States of America.
- Concari, S., Lucero, I., y Pozzo, R. (2006). El análisis cualitativo en la solución de problemas de física y su influencia en el aprendizaje significativo. *Investigación en Ciencias*, 11 (1), 85-96.
- Cressey, K. (1997). *Using Context to Enhance Students, Understanding of Decimal Fractions*. (Tesis doctoral). University of Auckland, Auckland, New Zeland.
- Domènech, A. (2004). *El papel de la inteligencia y de la metacognición en la resolución de problemas*. (Tesis doctoral), Universitat Rovira i Virgili, Departamento de Psicología. Tarragona, España.
- Escribano, A. (2008). *El aprendizaje basado en problemas*, 133-135. Madrid: Narcea.
- Frazer, M. J. (1982). Solving Chemical Problems. *Chemical Society Review*, 11 (2), 171-190.
- Fumagalli, L. (2000). *Alternativas para superar la fragmentación curricular en la educación secundaria a partir de la formación de los docentes*. Recuperado de <http://www.oei.es/docentes/articulos/>

[alternativas superar fragmentacion curricular educacion secundaria f umagalli.pdf](#)

- García, J. (1998). *Didáctica de las ciencias, resolución de problemas y desarrollo de la creatividad*. Medellín: Colciencias.
- Huertas, A. (2009). *Ambiente computacional integrado*. Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Joyce, B., Weil, M. y Calhoun, E. (2002). *Modelos de enseñanza*. Barcelona: Gedisa.
- Kean, E. (1987). Generic and Harder Problems: Teaching Problem Solving. *Journal of Chemical Education*, 2 (6), 516-517.
- Kedrov, B. (1974). *Clasificación de las ciencias* (tomo 1). La Habana: Ciencias Sociales.
- Martin, R. (2005). *Las nuevas tecnologías en la educación*. Madrid: Fundación AUNA.
- Mateo, J. (1986). *Tipos históricos de la unidad del conocimiento científico*. La Habana: Ciencias Sociales.
- Nickerson, R., Perkins, D. y Smith, E. (1988). *The Teaching of Thinking*. Hillsdale (New Jersey): LEA.
- Ramos, R. (2001). *Educación integral: una educación holista para el siglo XXI*. Bilbao: Descleé de Brouwer.
- Rosental, M. y Ludin, P. (1984). *Diccionario filosófico*. La Habana: Editora Política.
- Sánchez, I., Moreira, M. y Caballero, C. (2009). Implementación de una propuesta de aprendizaje significativo de la cinemática a través de la resolución de problemas. *Revista Chilena de Ingeniería*, 17 (1), 27-41.
- Solarte, M. (2006). Los conceptos científicos presentados en los textos escolares: son consecuencia de la transposición didáctica. *Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa*, 1. Recuperado de <http://revista.iered.org/v1n4/pdf/csolarte.pdf>
- Wernike, C. (1991). *Enseñanza holística, terapia holística*. Recuperado de <http://www.scribd.com/doc/7243066/Carlos-G>

**Dirección de contacto:** Yohana Acosta Ribon. Universidad Pedagógica Nacional, Colombia. E-mail: [yohanaacostaribon@yahoo.es](mailto:yohanaacostaribon@yahoo.es)