

Vol 8 No 1 Agosto 2013 ISSN 2145-4981

# GÓNDOLA

Revista de Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

<http://comunidad.udistrital.edu.co/geaf/gondola/>



UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

*Diálogo entre profesores en formación y en ejercicio.*

**Agosto 2013**

Revista Virtual

# GÓNDOLA

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

*“Este es un espacio para que los docentes en ejercicio y en formación encuentren y compartan ideas sobre posibilidades de transformación de los sistemas escolares, abriendo nuevos caminos que permitan enfrentar los retos educativos impuestos por las nuevas sociedades”*



## COMITE EDITORIAL

### Directora:

Olga Lucía Castiblanco Abril

### Subdirector:

Diego Fabian Vizcaíno Arevalo

### Comité Técnico Editorial:

GEAF “Grupo Enseñanza y Aprendizaje de la Física”. PCLF Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Caratula: Fotografía Disco de Newton, por Diego Vizcaíno.

## Comite Científico:

Ms. Diana Fabiola Moreno Sierra.

Doctoranda Universidade Estadual Paulista UNESP Bauru Brasil.

Ms. Gustavo Iachel

Profesor Universidad Universidad Estadual de Londrina, Brasil.

Dr. Jairo Gonçalves Carlos

Doctor en Educación para la Ciencia, UNESP Bauru Brasil..

Lic. Jorge Luis Navarro Sanchez.

Maestrante Universidad Nacional de Entre Rios, Argentina.

Dr. Leonardo Fabio Martinez Perez.

Profesor Universidad Pedagógica Nacional.

Dr. Liz Mayoly Muñoz Albarracin.

Profesora Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, Bogotá, Colombia.

Ms. Luciana Bagolin Zambon.

Doctoranda Universidad Federal de Santa Maria, Brasil.

Ms. Liz Ledier Aldana Granados.

Profesora Secretaria de Educación del Distrito Bogotá Colombia.

Ms. Renata Cristina Cabrera

Profesora Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil.

Ms. Viviane Clotilde da Silva

Profesora Universidad Regional de Blumenau, Brasil.



Directory of  
Open Access Journals  
[www.doaj.org](http://www.doaj.org)



Consejo Superior de  
Investigaciones Científicas.  
[www.erevistas.csic.es](http://www.erevistas.csic.es)



OPEN  
ACCES

Los artículos publicados en la revista pueden ser reproducidos total o parcialmente, citando la fuente y el autor.  
Cada artículo representa la idea del autor únicamente y no del cuerpo editorial.

# CONTENIDO

## *EDITORIAL:*

*LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES COMO CAMPO DE ESTUDIO. ....2*

## *ENTREVISTA*

*DUVAN REYES ..... 3*  
*Olga Castiblanco.*

## *ARTICULOS:*

*LA MODELACION MATEMATICA EN SITUACIONES COTIDIANAS CON LOS  
SOFTWARE AVIMECA Y MATHCAD. ....8*  
*Rafael Pantoja; Ricardo Ulloa; Elena Nesterova.*

*LA EMERGENCIA DE LAS CUESTIONES SOCIOCIENTIFICAS EN  
EL ENFOQUE CTSA. .... 23*  
*Leonardo Martínez; Diana Parga.*

*A MODERNIDADE, O ENSINO DE CIENCIAS E A GERAÇÃO NET. A  
EXPERIMENTAÇÃO COMO ESTRATÉGIA MOTIVACIONAL. .... 36*  
*Adriano Vieira de Carvalho.*

*SIGNIFICADOS DE “MATEMATIZAÇÃO” DE PROFESSORES E  
ESTUDANTES DE UM CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA:  
UM ESTUDO DE CASO. ....54*  
*Diego Vizcaíno; Eduardo Terrazzan.*

## *RESEÑA:*

*LA INVESTIGACION EDUCATIVA. MARIA JOSE ALBERT GOMEZ. ....66*  
*Olga Castiblanco.*

# Editorial

## LA FORMACION INICIAL DE PROFESORES COMO CAMPO DE ESTUDIO.

Actualmente se puede decir que la investigación en enseñanza de las Ciencias ha crecido y ha proveído resultados importantes que orientan transformaciones tanto al interior de las aulas de clase como en el contexto en que están inmersos. Hoy se entiende que la enseñanza de las ciencias no es indiferente a la cultura, organización y desarrollo escolar y se sabe que los resultados de las investigaciones no siempre se pueden aplicar inmediatamente, porque dependen de diversas variables propias de cada ámbito escolar, ya que el aula de ciencias está permeada por objetivos, culturas y estructuras educacionales que condicionan el funcionamiento de la escuela. Sin embargo estos resultados ofrecen puntos de partida que orientan la transformaciones e innovaciones escolares, generando a su vez nuevas exigencias y desafíos para la investigación en el ámbito de la formación docente en general y en la formación específica para la Enseñanza de las Ciencias.

Es por esto que hoy se considera a la formación inicial de profesores como un campo de investigación que necesita aportes de todos los ordenes. Docentes que hagan investigación desde su aula, directivos que investiguen desde el papel de la organización escolar, formadores de docentes que investiguen desde la conjunción universidad escuela y todos aquellos que puedan fortalecer este proceso educativo con inversión de tiempo y de recursos.

Se hace necesario, por ejemplo, investigar acerca de los factores que influyen y determinan los planeamientos didáctico- pedagógicos en diferentes niveles educativos; en la educación de estudiantes de nivel medio que están próximos a escoger su futuro profesional, en la formación universitaria de los futuros docentes y en la formación de los profesores en servicio, los cuales tienen especificidades en su condición de novatos o expertos, ya que estos tres niveles constituyen un ciclo que se reafirma a cada generación, creando y perpetuando formas de desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Así, la investigación en este campo permite entender la organización escolar como una red de especificidades, focos y objetivos, dentro de los cuales existen diferentes actores con sus respectivas funciones todas interrelacionadas y en consecuencia puede ofrecer conocimientos que permitan transformar este ciclo.

*Diego Fabián Viquecino Arevalo*

# GÓNDOLA

ISSN 2145-4981

Vol 8 No 1 Agosto de 2013.

---

## ENTREVISTA CON DUVAN REYES



*Licenciado en Física, Magíster en docencia de la Física y Doctor en Educación. Actualmente se desempeña como coordinador de la Licenciatura en Física de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y también como docente del área de didáctica de la física.*

*OLGA CASTIBLANCO (OC):* Olga Castiblanco (OL): Gracias por aceptar nuestra invitación a participar en esta sección de “historias de vida”. Para comenzar me gustaría que nos contara un poco de su trayectoria académica.

Prof. Dr. DUVAN REYES (DR): Pues yo soy bachiller industrial en Química industrial de un colegio público de Bogotá que se llama INEM Tunal, de ahí mi interés hacia la ciencia, recuerdo muy bien al profesor de Física que nos estimulaba mucho para estudiar los fenómenos cuánticos, en esa época estaba en boga esa idea del quantum y del fotón. Así que yo quería estudiar o química o Física y tuve la opción de hacer la Licenciatura en Física en la Universidad Distrital, para terminarla demoré seis años porque era una carrera de cuatro años mas dos años de trabajo de grado. Después de eso mi interés siguió siendo la pedagogía entonces tuve la intención de buscar un doctorado en Educación pero en esa época no había en Colombia, entonces la mejor opción en este campo era la Maestría en docencia de la Física que ofrecía la Universidad Pedagógica, entonces tome esta opción y allí trabajé también cuatro años, desarrolle un trabajo sobre una aproximación al fenómeno de construcción de la idea de rayos cósmicos, es un trabajo muy bonito porque es recapturar la idea de rayo cósmico y estudiar de donde surgió, a través de los estudios de la obra del físico Robert Millikan. Luego de eso continué con la aspiración del doctorado que se concretó ya cuando entré como docente a la Universidad Distrital, este es un doctorado en Educación en donde mi trabajo se desarrolla en relación con la didáctica de la física.

*OC: Cuéntenos un poco sobre su tesis de doctorado.*

DR: La tesis es una indagación sobre el conocimiento didáctico del contenido de profesores de física en formación inicial, básicamente es un estudio de caso que se construye a partir del seguimiento de un estudiante de práctica docente, eso fue hace dos años y el seguimiento fue durante tres meses, me interesaba revisar cuatro componentes del conocimiento didáctico del estudiante en torno a la enseñanza del contenido sobre campo eléctrico.

*OC: ¿Cuales eran esos componentes?*

DR: El primero trata sobre los contenidos temáticos, procedimentales y conceptuales que el futuro profesor tiene en cuenta, como los desarrolla y que perspectiva epistemológica esta asociada a ese desarrollo de contenidos, porque en esta temática hay una ruptura epistemológica, hay dos visiones de campo eléctrico que se yuxtaponen ya que no se clarifica si se está hablando desde un modelo de acción a distancia o desde un modelo en el que se considera el medio o la transmisión de la información en el medio o de acciones contiguas. La segunda componente trata de las ideas de los profesores en formación, por ejemplo saber que considera sobre las ideas de sus respectivos estudiantes cuando va tratando el tema. La tercera componente es sobre como evalúa este tema y la cuarta componente indaga sobre las actividades que desarrolla asociadas al laboratorio y a la clase, es decir, que pone a hacer a la gente ahí en la clase y que hace él.

Entonces esas cuatro componentes se integran en una organización que sin el objetivo de generalizar, se pueden trabajar a partir de la idea de hipótesis de progresión. Yo construí una hipótesis de progresión sobre la enseñanza del campo eléctrico basado en la idea del autor español Marcelo García, en donde se reflejan diferentes niveles de referencia sobre los cuales uno podría analizar el conocimiento didáctico de este profesor, que podría emularse en otros casos, como por ejemplo para pensar la enseñanza de otros tópicos y no necesariamente el campo eléctrico, entonces ese proceso de construcción terminó siendo transversal a la tesis.

*OC: A partir de ahí consigue generalizar algunos aspectos con relación a la formación inicial de profesores?*

DR: Pues es que cuando uno hace un estudio de caso pues no tiene la pretensión de generalizar, entonces pues realmente ese no es mi objetivo. Mi línea de trabajo en este campo es el conocimiento didáctico del profesor de física, porque desde la época en que estaba en la Pedagógica fui invitado a formar parte del grupo de investigación INVAUCOL que dirige el profesor Andrés Perafan y allí participe de la tesis de él que refleja los fundamentos epistemológicos de dos profesores de física en ejercicio en donde él concluye que este conocimiento tiene una epistemología particular a raíz de los hallazgos que el determina.

*OC: Entonces en esa línea de pensamiento usted diría que hay una epistemología de la Física y una epistemología de la Enseñanza de la Física.*

DR: En esa línea hay una epistemología de la Física completamente diferenciada de la epistemología del conocimiento del profesor, es decir, la manera como se construye el conocimiento en la Física se diferencia de la manera como se construye el conocimiento del profesor de Física, hay un aspecto fundamental allí que es determinar cual es el saber fundante del profesor de Física.

*OC: ¿Cuál sería ese saber?*

DR: Allí hay una dicotomía y es que el saber fundante del profesor de Física no es la Física sino la transposición didáctica del conocimiento físico, ese es uno de los fundamentos epistemológicos de la línea del conocimiento del profesor de Física.

*OC: ¿En ese proceso de aprendizaje de la transposición didáctica del conocimiento físico, el profesor en formación deberá aprender el conocimiento físico antes o después?*

DR: Pues... en la medida en que se está haciendo un proceso de transposición didáctica es cuando se reevalúa y se recontextualiza el saber físico y en ese sentido la noción lineal y causalista de considerar que un conocimiento está primero que otro se difunde, porque es en esa simbiosis, en esa imbricación, en donde yo no podría asegurar que se necesita uno primero para poder elaborar el otro, sino que es a través de esas indagaciones constantes en donde se va reformulando. Es altamente probable que uno planea una clase de un tema determinado, al hacer la transposición se necesita revisar lo que sabe pero también se está revisando la forma de organizarlo y eso le permite revisar de nuevo lo que sabe. Así, encuentra que en el ejercicio de profesor uno termina repensando lo que sabe de Física a partir de la reflexión pedagógica, entonces para mí es muy complicado determinar un punto de partida en la Física, lo que no puedo es negarlo, no puedo negar el conocimiento físico, porque no estoy de acuerdo con eso, son necesarios tanto el conocimiento pedagógico como el conocimiento físico.

*OC: ¿A partir de esta perspectiva que sugeriría para transformar o reestructurar la formación inicial de profesores?*

DR: Pues se necesita transformar la formación inicial de profesores desde raíz, porque cuando se está formando como profesor y tiene que ver cursos de Física I, II y III en los primeros semestres y solo hasta el quinto o sexto semestre ve Didáctica de la Física, entonces se está asumiendo una posición acumulativa del saber, en donde primero se debe saber una cosa para después enseñarla, pero todo lo que encontramos cuando vamos a enseñar los cursos de Didáctica es que los estudiantes apenas están empezando a comprender un concepto o un fenómeno físico y es a raíz de la reflexión sobre su enseñanza, entonces habría que reestructurar completamente el currículo, eso significa que los profesores que formamos en las áreas de Física, Matemática, Pedagogías generales tuviéramos que transformar la práctica de suerte que todo el tiempo estemos mirando eventualmente como se enseñarían los temas. Por ejemplo, yo creo que esa línea de didáctica debería atravesar toda la carrera y formar parte de la reflexión cuando se aprenden las leyes de Newton, las leyes de la óptica, todo lo que se enseña en cuántica, etc. Pero como se hace actualmente es por paquetes, el paquete de Matemáticas, el paquete de Física y el paquete de Didáctica, haciendo muy difícil ejercer una enseñanza integral.

*OC: Si, el primer asunto a pensar sería como modificar el hecho de que todas las organizaciones curriculares están formuladas con base en los saberes disciplinares de cada profesor, en donde obviamente cada profesor tiene una formación específica, entonces, ¿como usted vería una posibilidad real de llegar a la transformación que propone?*

DR: Se podría organizar reuniones por ejemplo de un profesor del campo de Didáctica con un profesor de Física y entonces entre los dos planear un curso compartido pensando en que están formando profesores de física y no físicos. Así se podrían lograr procesos más integrales, porque estaría liderado por ambas visiones y se desarrollarían actividades complementares en un mismo curso. Uno podría hacer experiencias piloto en la Licenciatura en Física y estudiar los posibles resultados para ver si es posible reflejar esa necesaria conexión. Un proceso de formación de esta manera permitiría redimensionar la idea de los trabajos de grado para que acaben siendo bien consistentes en ambas dimensiones y no con ese sesgo que se le nota a muchos estudiantes de no querer saber nada de Física

o nada de Didáctica o Pedagogía y que los lleva a graduarse con la idea de que solo en la practica aprenderán a ser profesores.

*OC: Si, volviendo a su tesis, ¿que encontró sobre el conocimiento didáctico que tenia aquel estudiante (futuro profesor de física) que observo?*

DR: Bueno, de acuerdo con la hipótesis de progresión que yo planteo para la enseñanza del campo eléctrico propuse cuatro niveles de referencia. El primero mas clásico en donde el concepto de campo se entiende desde una visión transmisionista, el segundo que se basa en la idea epistemológica de imaginar el campo eléctrico como una acción a distancia, el tercero que considera el campo eléctrico desde una perspectiva mas fenomenológica a partir de la solución de experiencias y el cuarto en una mirada mas compleja del sistema, entonces hay cuatro niveles de complejidad. Observé que el estudiante se ubica la mayor parte de las veces en los niveles de progresión uno y dos con algunos sesgos en los niveles tres y cuatro. Sin embargo he organizado mi informe de tesis con base en las relaciones entre esos componentes por medio de metáforas, entonces hasta el momento he seleccionado un banco de metáforas que permiten tratar de ver de otra manera ese conocimiento didáctico, utilizando la metáfora como un recurso discursivo.

*OC: ¿Cuál seria un ejemplo de metáfora?*

DR: Por ejemplo la metáfora del artesano, en donde el practicante de la enseñanza de la Física asume ciertas actitudes y desarrolla ciertas acciones con sus estudiantes que denotan una visión de artesano que se dedica a moldear por ejemplo la masa de arcilla para obtener ciertas cosas, pero los moldes ya están en la cabeza del artesano o los trae ya hechos o prefijados, entonces acaba acomodando la arcilla de acuerdo con unos parámetros que ya tiene y entonces la creatividad o la capacidad de dejarse llevar por lo que va pasando para obtener un producto pues no se da. Otra de las metáforas con las cuales busco relacionar estas cuatro componentes, en torno de la temática del campo eléctrico, la resumo en una frase que dice “girando girando el campo se va escapando”, porque existe un aspecto importante cuando el practicante explica y es que es recurrente la idea de que el campo eléctrico está en todo, a nivel atómico y a nivel macro, entonces existen los modelos atómicos como una forma de explicar la interacción entre partículas cargadas, entonces es usual en él hacer gráficos circulares o gráficos de interacción de electrones con átomos, pero en medio de todas esas explicaciones la idea de campo no existe, se va difuminando, se va escapando, porque él se mete en los intrínsecos de la fuerza y de la idea de acción a distancia y no habla del medio que existe entre las partículas cargadas, sino que vuelve y llega en la explicación de la ecuación, en la similitud de la ley de Coulomb con la ley de la gravitación universal y así se va escapando la idea de campo.

*OC: Ya para finalizar, me gustaría preguntar sobre su opinión de lo que considera deben ser las características básicas que debería tener un aspirante a profesor de Física.*

DR: Bueno pues esas características están asociadas a su reconocimiento de la manera como construye el conocimiento y como construye su saber, eso es fundamental, es un proceso metacognitivo de la manera como el va considerando que construye un saber, en particular un saber físico y un saber didáctico de la física, esa característica lo diferenciaría tremendamente de cualquier otro tipo de profesional.



OC: Esta característica aplicaría para todos los profesores no?

DR: Claro, pues en nuestro caso lo particular es el tema de la física como eje transversal pero en general para todos los profesores. Otra característica tiene que ver con el poder reestructurar su mirada de lo que es ser profesor, a partir del reconocimiento de su historia de vida y de que tipo de profesor quiere ser, por ejemplo haciendo su reconstrucción histórica de cómo se constituyeron como sujetos, recordando las visiones que tienen de sus profesores de primaria y bachillerato, porque ya está implícito en su idea de ser profesor y sale a flote cuando se ejerce como profesor novato, porque eso está en lo más profundo de las creencias, él pudo haber visto muchos cursos de didáctica pero si nunca pensó en que profesores lo formaron, como lo formaron y de que manera él cree que puede ser mejor profesor con base en esa historia, pues vuelve y cae en los mismos errores que hasta él mismo critica. Otra característica es la revisión de la visión fiscalista, porque el profesor de física en general piensa que la Física está a la base de todo y resulta que hay otras visiones, cuando uno empieza a dictar clases en un colegio, pues se cierra demasiado a la discusión porque piensa que la visión fiscalista está a la base de cualquier otra, como las visiones humanistas, religiosas, antropológicas o sociológicas, y eso hace mucho daño en la formación de profesores, porque un profesional que no es capaz de estar abierto a discutir con sus colegas, de mirar si lo que él enseña en física de la manera como lo hace es indiscutible y es la realidad y es la verdad, pues le queda muy difícil contribuir a la construcción de comunidad docente. Y otra característica es que sea capaz de trabajar en red, en comunidades, porque todavía formamos profesores demasiado individualistas y competitivos, pasando por encima de sus propios estudiantes, de sus colegas y hasta de sus profesores.

OC: O de los currículos...

DR: Ah sí, esa es la primera porque acaba no interesando si lo que se hace es legal o si realmente contribuye a la escuela, y creyendo que esa es la mejor forma, entonces pues eso es terrible, porque es una imagen de profesor que no contribuye a una sociedad que necesita revalorar la ética y las costumbres descontextualizadas para ser racionalizadas desde otra óptica.

OC: Bueno, pues muchas gracias por todas sus reflexiones y los conocimientos que nos ha aportado en esta corta charla, con seguridad que los lectores encontrarán aspectos importantes a ser pensados y repensados.

DR: Gracias a ustedes y con mucho gusto.

# GÓNDOLA

ISSN 2145-4981

Vol 8 No 1 Agosto 2013 Pp 8 - 22

## LA MODELACIÓN MATEMÁTICA EN SITUACIONES COTIDIANAS CON LOS SOFTWARE AVIMECA Y MATHCAD.

Rafael Pantoja Rangel<sup>1</sup>

*rpantoja@prodigy.net.mx*

Ricardo Ulloa Azpeitia<sup>2</sup>

*ricardo.ulloa@ucei.udg.mx*

Elena Nesterova<sup>3</sup>

*elena.nesterova@ucei.udg.mx*

### RESUMEN

Los procesos de modelación a través del planteamiento de relaciones funcionales, son considerados tanto por estudiantes y profesores, como tareas difíciles, ya que las actividades requieren de una destreza eficiente y creativa para articular y manejar diferentes representaciones de una situación de la vida cotidiana y relacionarlas con la modelación matemática. Además del bagaje de conocimiento matemático que los alumnos requieren a la hora de establecer un plan de solución, la resolución de problemas y trabajo colaborativo, son fundamentales para promover el aprendizaje. En este reporte se presentan como situaciones de la vida cotidiana, el llenado de recipientes, el atletismo y el ciclismo, y se trata de que el estudiante identifique las relaciones entre las variables que intervienen, así como determinar la función que modela su comportamiento. La actividad se filma en video, y con el software AVIMECA se obtienen datos en tiempo real del video, mismos que se tratan con Excel y se seleccionan para obtener su representación gráfica: tiempo-distancia. A partir de estos datos, con el programa MathCad se desarrolla el algoritmo de mínimos cuadrados y obtiene la expresión de la función que modela el fenómeno.

*Palabras claves: : Resolución de problemas, Modelación Matemática, Grupo colaborativo.*

### ABSTRACT

Modeling processes through the approach of functional relationships are considered by both, students and teachers, as a difficult task since the activities require efficient and creative skills to connect and manage different representations of a situation of daily life, and relate with mathematical modeling. In addition to the background of mathematical knowledge that students require when establishing a solution plan, problem solving and collaborative work are essential to promote learning. This report presents as everyday life situations activities relating to filling containers, athletics and cycling. The goal is that the student identifies the relationships between the variables involved in the phenomenon and calculate the function that models its behavior. The development of the activity has four stages: The activity is videotaped; the software AVIMECA is used to get data variables in real time; the graphical representation of data is carried out with Microsoft Excel; and finally the software MathCad is used to calculate the mathematical expression that models

*Key words: Problem solving, Mathematics Modeling, Collaborative Group.*

<sup>1</sup> Doctor en Ciencias. Profesor Investigador. Departamento de Matemáticas. CUCEI, UdeG, Guadalajara, México.

<sup>2</sup> Doctor en Ciencias. Profesor Investigador. Departamento de Matemáticas. CUCEI, UdeG, Guadalajara, México.

<sup>3</sup> Doctor en Ciencias. Profesor Investigador. Departamento de Matemáticas. CUCEI, UdeG, Guadalajara, México.

## Introducción

Como lo señala Ezquerria (2011), el desarrollo de la ciencia a lo largo de la historia se ha apoyado en dos pilares fundamentales: la observación y la experimentación. Sin embargo, estos pilares parece que a los actores de la enseñanza y aprendizaje se les ha olvidado incluirlos en el aula, como si el conocimiento matemático sólo existiera en la forma acabada como se presenta en los libros o en el discurso de profesor, donde lo algorítmico prevalece por encima de los acercamientos verbales, numéricos o gráficos. Enunciados como los siguientes se escuchan en las aulas, “Factoriza la expresión siguiente”, “Deriva la función siguiente” o “Integra por fracciones parciales la función siguiente” o “Dados los datos siguientes aproxima un polinomio de tercer grado”, que son propios del proceso algorítmico que ha permeado el sistema educativo por un largo tiempo.

De la misma forma, los alumnos se han planteado siempre preguntas como las siguientes: ¿Y para qué sirven las matemáticas?, ¿De dónde se obtiene la función? o ¿Cómo se obtuvieron los datos del problema y qué representan?, ¿En qué situaciones de la vida cotidiana se aplica la integración por fracciones parciales? Según Alejandro (2004) y Cañal (2007) es esencial que los alumnos realicen prácticas de laboratorio, en el que participe, que se entere que la matemática está presente en nuestra vida diaria tendiente a fomentar el interés por la investigación temprana.

Así que en el curso de Métodos Numéricos de las carreras de ingeniería del Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán, se les planteó a los alumnos que investigarán varias situaciones en contexto, apoyados en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el Aprendizaje Colaborativo (AC), como se sugiere en el modelo educativo para el siglo XXI del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos (2012). Las situaciones problema (HITT, 2009) planteadas a los alumnos fueron el llenado de recipientes, el “despeje” de un balón de fútbol, el “tiro” a un aro en el basquetbol, el movimiento de un ciclista y de un corredor, con la finalidad de que identificaran las relaciones existentes entre las variables que intervienen en la situación problema, como pueden ser la distancia recorrida y el tiempo.

El ABP es un enfoque didáctico basado en el principio de usar problemas, categorizados como abiertos o cerrados como punto de partida para la adquisición, integración y transferencia de nuevos conocimientos, pero en forma estricta, en esta investigación se utilizará sólo en forma parcial, dado que el objetivo no es someter a los alumnos a problemas abiertos, sino que son situaciones problema de la vida cotidiana, para que el alumno se adentre en la modelación matemática, mediante el diseño del escenario para la grabación del video (EZQUERRA, 2005), la toma de datos, la identificación de las variables y la función que mejor se ajuste los datos obtenidos.

El interés relacionado con la solución de problemas, no es nuevo, ya Puig (2006) señala que se tiene conocimiento de diversos problemas desde hace 3000 años a. c. en Babilonia, así que lo nuevo en la actualidad, es el énfasis que se ha puesto en el intento de comprender la naturaleza de los procesos que se ponen en juego, por ejemplo, cuando los alumnos se

involucran en el desarrollo de la situación problema, se mejora la transferencia de conceptos a la solución de nuevos problemas, se incrementa el interés intrínseco en el tema planteado y se promueven habilidades para el aprendizaje autónomo (NORMAN, 1992), condiciones que se evidenciaron cuando al concluir el análisis del llenado del primer recipiente, los alumnos ya para el proceso del quinto recipiente, trataron de intuir la función a obtener, conocimientos previos que extrapolaron hacia la obtención de datos de los movimientos del ciclista y del corredor.

Otro aspecto importante que se tomó en consideración, es que los alumnos que utilizan como estrategia la resolución de problemas, obtienen tanta información y logran un incremento significativo en su aprendizaje, y muchas veces más, que los alumnos de las clases tradicionales (STAPIEN, 1993), porque les permite usar la información de manera significativa (MARZANO, 1997), además de que se deja de medir el aprendizaje en horas de docencia para hacerlo en horas de esfuerzo realizado por los alumnos para adquirir determinados conocimientos, expresados en horas de aprendizaje (FONT, 2004).

Los alumnos trabajaron en base a pequeños equipos de trabajo, aprenden en forma colaborativa con la finalidad de socializar sus conocimientos tendientes a lograr objetivos en común, mientras que el papel del profesor se transforma en facilitador del aprendizaje y ocupa un lugar importante en el desarrollo del proceso. León Del Barco (2002) reporta que los grupos que son menos habilidosos socialmente obtienen puntuaciones más bajas en las escalas y los grupos más habilidosos socialmente obtienen puntuaciones medias más altas en las escalas.

Pachano y Terán de Serrentino (2005) destacan que fundamentalmente el logro de aprendizajes significativos, se debe a la interacción alumno-alumno y alumno-profesor producto del trabajo en grupo y la prevalencia de un clima positivo en el aula de clase, en el que se propicia un enriquecimiento del aprendizaje como producto de la interacción, la participación, la colaboración, la motivación y la creatividad, a través de sus concepciones, de sus experiencias previas y de la ayuda de los otros, para construir paulatinamente el conocimiento matemático. En este caso, la situación problema se planteó para desarrollarla fuera del aula, pero no desestimó para nada el trabajo colaborativo porque se identificó durante el proceso el desarrollo de actitudes positivas, habilidades y destrezas, contribuye a desarrollar y consolidar valores de solidaridad, compañerismo, cooperativismo y convivencia.

El AC tiene que ver con la actividad para aprender del alumno, nunca espontánea, en todo instante orientada, guiada e intencionada, pero con una libertad responsable y comprometida de los aprendices. Además se relaciona con la bidireccionalidad, intencionalidad y trascendencia necesaria en el proceso de enseñanza y aprendizaje, entre el que guía y orienta la actividad y el aprendiz, plantea una forma diferente de relación profesor-alumno y alumno-alumno entre sí, con el proceso conocido como mediación.

Para el estudio tuvieron especial significatividad:

- La resolución de problemas, como elemento central del tema de ajuste de datos en el curso

de Métodos Numéricos.

- Las tendencias actuales de la educación, que coinciden en que el aprendizaje y transferencia de conocimientos se mejoran al utilizar actividades significativas para el alumno y,
- el empleo del aprendizaje colaborativo con la guía de un facilitador, con la alternativa del enfoque didáctico del ABP.

## Metodología

Al inicio de la fase experimental el equipo colaborativo discutió acerca de cómo es la función que describe el llenado del primer recipiente, conjeturas que se extendieron hasta los otros cuatro recipientes, que inclusive los describieron de la siguiente forma:

- Un ***cilindroide*** es un recipiente cuya forma geométrica corresponde a un cilindro de superficie alabeada y estrecho en la parte media, por simple inspección se puede considerar que la función que podría describir el llenado es una (función) lineal con cierta inclinación hacia el tiempo, en una gráfica de altura contra tiempo, debido a lo estrecho que el recipiente presenta en la parte media, y por consecuencia el llenado será en menor tiempo.
- El ***paraleloide***, debido a que tiene forma de paralelepípedo (Nota: definimos así a nuestro recipiente debido a su semejanza pero no es un paralelepípedo).
- El ***pepinoide*** llamado así por las semejanzas presentadas a un pepino (fruta), es un recipiente cuya forma geométrica es muy parecida a la de un cilindro por una cierta diferencia de que está un poco más grande del centro este recipiente. Es muy al contrario del cilindroide ya que este recipiente presentará en su función el llenado lineal con cierta inclinación hacia el tiempo.
- Un ***globoide***, así definido en esta práctica, es un recipiente parecido geoméricamente a la forma de un globo y tiene un terminado en forma cilíndrica que es donde está localizada la boca. De acuerdo a la imagen del globoide podemos inferir, a manera de predicción, que en su boquilla tendrá una función con comportamiento de función exponencial ya que es grande la esfera contenida en la parte inferior y el pequeño cilindro es relativamente pequeño por lo tanto crecerá con mayor rapidez.
- El último recipiente, llamado ***peroides***, a diferencia de los otros 4 analizados, presenta una arquitectura de diferentes formas a lo largo del mismo, sin embargo, a pesar de la dificultad que pretende representar, se verá que en realidad el modelado de su llenado no es un gran reto. Como se puede observar, el recipiente tiene una forma parecida a lo que es una esfera aplastada por dos de sus extremos (Una figura cilíndrica parecida a una dona) y finalmente, en la parte superior, lo que pareciera una probeta con ciertos ensanchamientos.

En la Figura 1 se muestran los recipientes que se utilizaron en la fase experimental de llenado, con los nombres asignados por los estudiantes.



Figura 1. Recipientes.

Los alumnos desconocían el funcionamiento del programa AVIMECA (ver Figura 2), sin embargo, se les dejó que investigaran todo lo concerniente al manejo y después de varios intentos, lograron la grabación y la obtención de datos. En el comentario siguiente, los estudiantes denotan que se adentraron en la propuesta:

*Se hicieron las pruebas necesarias, se analizaron los datos y finalmente se agruparon de forma tal que se obtenía una función que representaba el llenado de los recipientes y, como se pudo observar, para obtener un resultado fiable, es necesario de un buen software, una cantidad de datos significativa y sobre todo, mucha paciencia.*

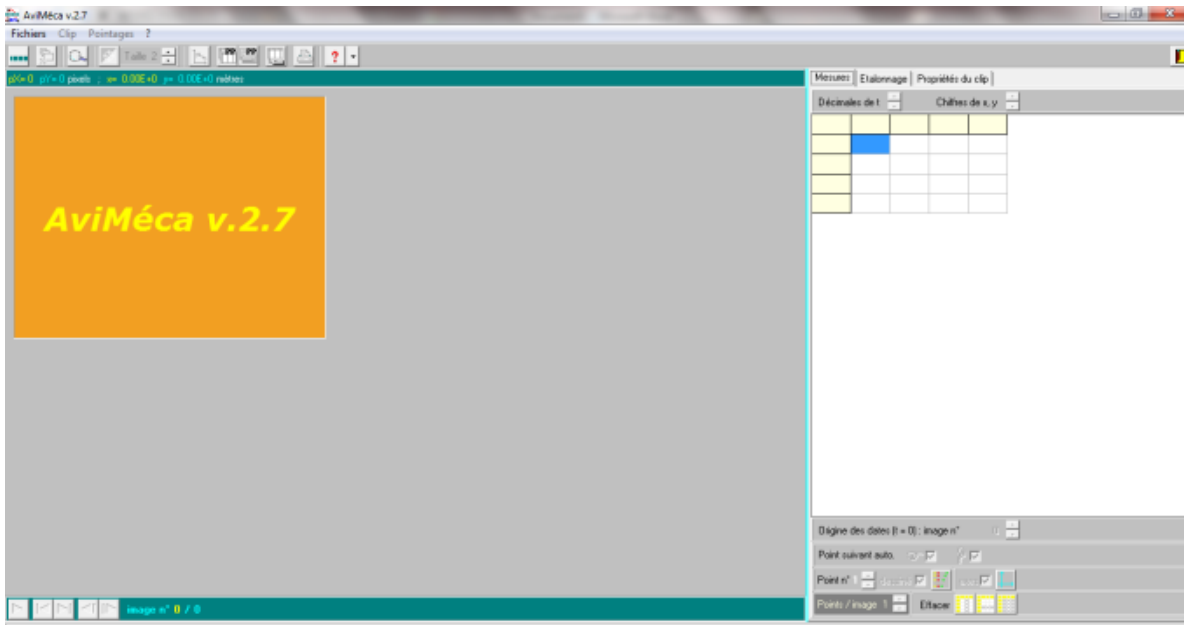


Figura 2. Menú principal del programa AVIMECA

El formato que maneja el AVIMECA para el video es el AVI, con el Codec by Radius como compresor. Para relacionar la equivalencia entre las medidas reales con las de computador, se efectúa una simple regla de tres, entre las estimadas de la escala real del evento y la resolución del video digital. Por ejemplo, en caso de que la cámara de video tenga una resolución de 640 pixeles de longitud (AMIYA, 2006) y el marco de medida hace 70 cm de longitud, entonces esta medida corresponde aproximadamente a 45 pixeles, es decir,

$\left(\frac{70}{100}\right)(640) = 44.8\%$  . Un error de 1 pixel corresponde a un error del 2.22 %, *ie*,  $\left(\frac{1}{45}\right)(100) = 2.22\%$  . En esto radica la importancia de seleccionar la escala de medida más adecuada a cada situación problema, ya que será el reflejo de las medidas reales, comparadas con las medidas del video digital.

Una vez que se ha tomado el video, se ejecuta el programa AVIMECA y se abre el video para proceder a la obtención de datos. Se seleccionan los ejes coordenados y se ubican sobre el video, en la parte más conveniente a medir. Ahora, durante la toma del video se han marcado algunos puntos importantes para la medición, mismos que serán marcados en el programa AVIMECA, para obtener los datos. Se calibran las dimensiones de la imagen por la selección de dos puntos con el ratón y se asigna la distancia en metros entre los dos puntos elegidos, para posteriormente señalar las posiciones sucesivas con un clic. Por cada clic del ratón sobre el video, en el momento de procesarlo con el AVIMECA, se registran los datos en la tabla anexa al espacio donde se observa el video, hasta que el usuario decida dejar de tomar datos o concluya el video. Finalmente los datos se copian al programa Excel. En este caso se seleccionaron y se exportaron al programa MathCad para desarrollar el método de mínimos cuadrados y obtener la función polinomial que se aproxime mejor a los datos obtenidos. En la figura 3, se presenta el llenado del paraleloide y la tabla donde se registran los datos.

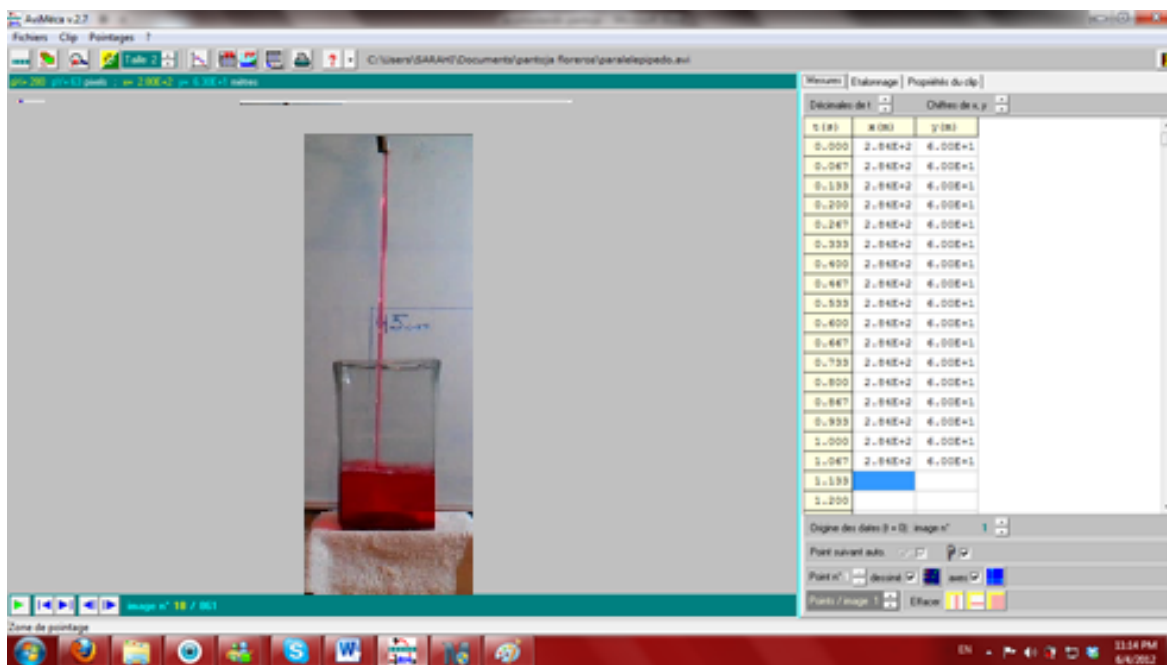


Figura 3. Recipiente paraleloide y tabla de datos.

En la Figura 4 se presenta la gráfica realizada en MathCad, para el Cilindroide y sólo algunos de los datos seleccionados aleatoriamente por cuestiones de espacio. Los 1095 datos obtenidos con el AVIMECA se exportaron y refinaron con el programa Excel y con el MathCad se aplicó el método de mínimos cuadrados, dado que es importante para el curso que se cumpla con lo señalado en el programa de Métodos Numéricos vigente del ITCG y el alumno desarrolle el proceso algorítmico que implica.

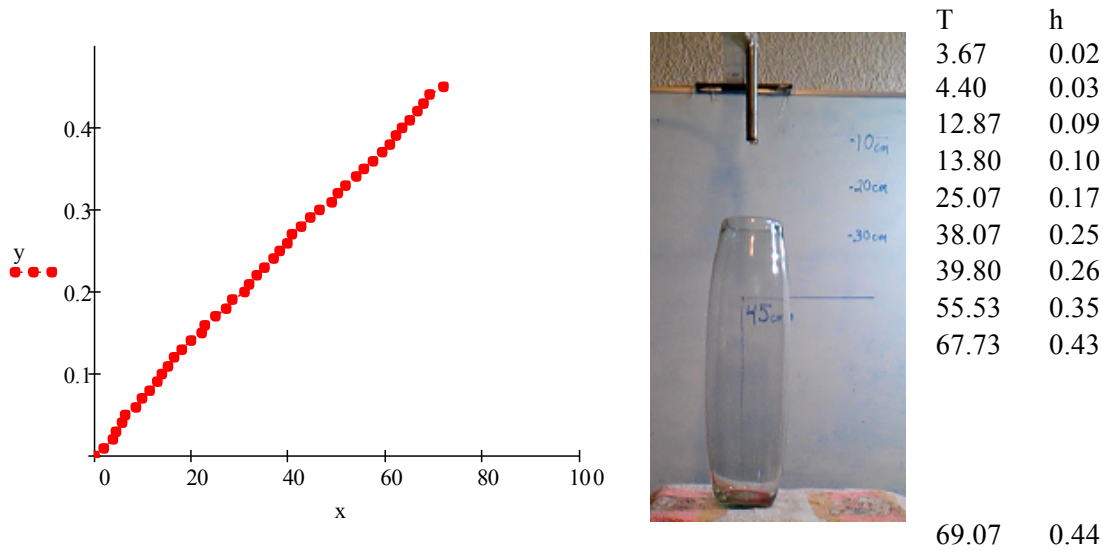


Figura 4. Gráfica en MathCad de los datos.

## Resultados

Los alumnos iniciaron la discusión colaborativa con un cuestionamiento:

*¿Cómo saber la relación matemática y las variables que intervienen en el llenado de un recipiente? Con las regresiones lineales, cuadráticas, exponenciales, nosotros podemos saber el comportamiento de muchos fenómenos físicos mediante gráficas, las cuales suelen ser precisas con un grado de error mínimo entre el planteamiento matemático y la situación real, así que, suponiendo que tengamos un recipiente cilíndrico y un flujo constante de agua, a la hora de describir su comportamiento mediante una función nosotros podremos predecir en cuanto tiempo estará a determinada altura, fenómeno que se aplica cotidianamente en la industria y en muchas ramas más.*

Lo sobresaliente de la polémica es que conduce con simplicidad a la modelación matemática, y que sin haber consultado información referente previa, coincide con lo señalado por Hitt (2000): “a través de las funciones podemos modelar matemáticamente un fenómeno de la vida real, describir y analizar relaciones de hechos sin necesidad de hacer a cada momento una descripción verbal o un cálculo complicado de cada uno de los sucesos que estamos describiendo”.

Los estudiantes diseñaron el espacio físico para empezar a grabar el llenado del recipiente y como se observa en la imagen (ver Figura 5) se ubicó en un lugar plano para evitar accidentes; al fondo se nota la medida que se tomó como referencia y que es importante para relacionar el video digital con las medidas reales del llenado. Para el llenado del recipiente se utilizó un compresor casero ideado por los estudiantes, que no causara tanto movimiento al momento de llenar el recipiente, que para el paraleloide duró 73 segundos.



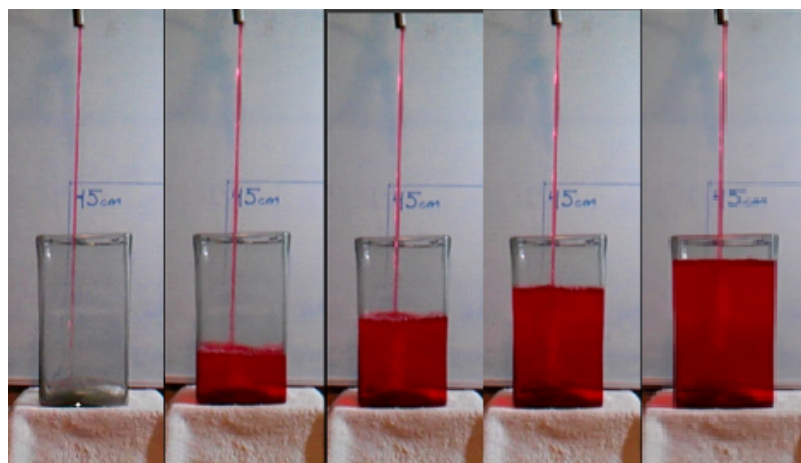


Figura 5. Llenado del recipiente paralelepípedo.

Con el programa AVIMECA se procesó el video para obtener los 1095 datos que relacionan el tiempo y la altura de llenado, posteriormente con el Excel se hizo una selección de puntos, ya que por cuestiones físicas de la resolución del video y de la pantalla de la computadora, en la gráfica (ver Figura 6) se sobreponen unos con otros, además de que el AVIMECA no guarda ningún archivo al momento de cerrarlo.

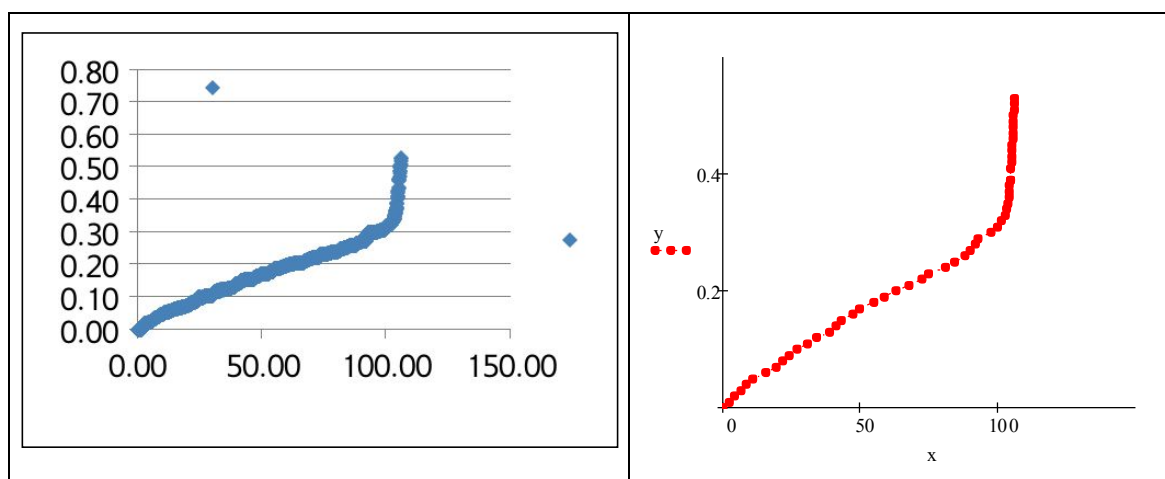


Figura 6. Gráfica de los datos del paralelepípedo.

Como se observa en la Figura 6, la gráfica se aproxima por dos curvas, de un tipo hasta cerca de los 100 segundos y otro tipo después de este valor. Con el MathCad los alumnos trataron con diferentes funciones y relacionaron la función obtenida con el proceso de llenado. En la Tabla 1 se presentan cuatro acercamientos en el intervalo  $[0, 60]$  en segundos, a los datos para una recta, una parábola, una cúbica y una de cuarto grado con el error cuadrático medio (ECM), calculado por la fórmula:

$$error = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (y_i - p(t_i))^2}{n + 1}}$$

En la Tabla 2 se muestra una parte del procedimiento realizado en MathCad, en el que se soluciona el sistema lineal de dos ecuaciones con dos incógnitas para determinar los coeficientes

de la recta de mínimos cuadrados, cuya ecuación se muestra en la tabla 1 y su gráfica en la Figura 7(a). En la Figura 7(b) se presenta la gráfica del polinomio de grado 4.

Tabla 1. Concentrado de los polinomios y sus errores cuadráticos medios.

Polinomio	ECM
$p(t) = 0.00961 + 0.003157t$	0.004471
$p(t) = -0.0000111t^2 + 0.003827t + 0.03596$	0.002641
$p(t) = 0.000000102t^3 - 0.0000207t^2 + 0.004058t + 0.0026$	0.002584
$p(t) = -0.000000017t^4 + 0.000002297t^3 - 0.000107t^2 + 0.005207t + 0.000271$	0.002103

Tabla 2. La ecuación de la recta de mínimos cuadrados con el MathCad

```

n := 20 Número de datos menos 1

A1 := 
$$\begin{bmatrix} \sum_{i=0}^n (x_i)^2 & \sum_{i=0}^n x_i \\ \sum_{i=0}^n x_i & n + 1 \end{bmatrix}$$
 Matriz de los coeficientes

B := 
$$\begin{bmatrix} \sum_{i=0}^n (x_i \cdot y_i) \\ \sum_{i=0}^n y_i \end{bmatrix}$$
 Matriz de los términos independientes

a := A1-1 · B Solución del sistema

a0 = 3.157 × 10-3 Coeficientes del polinomio lineal

a1 = 9.619 × 10-3

f(t) := a0 · t + a1 Función lineal de mínimos cuadrados

f(t) → 0.0031573965511479499176 · t + 0.009618771962306326955
    
```

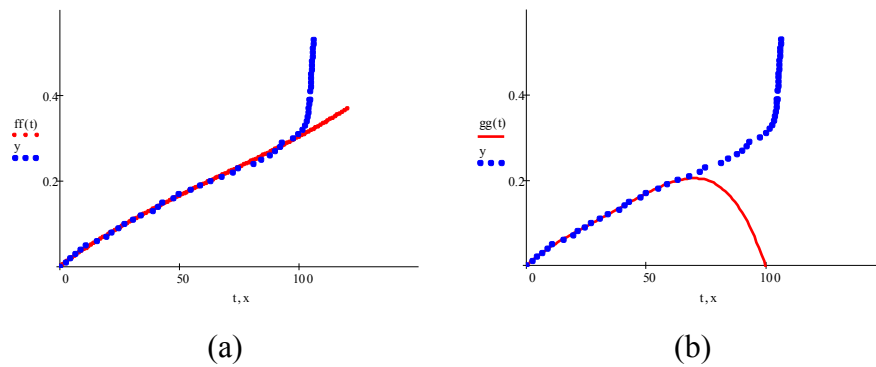


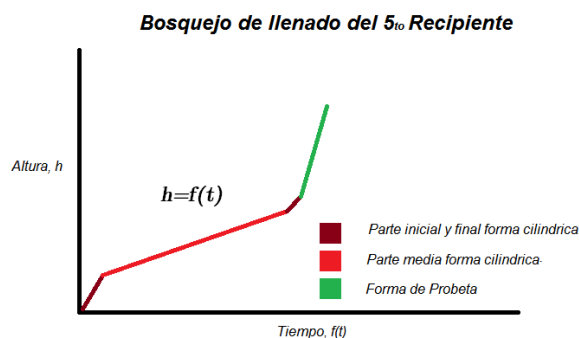
Figura 7. Gráfica del polinomio lineal y de grado 4.

### a. El peroide

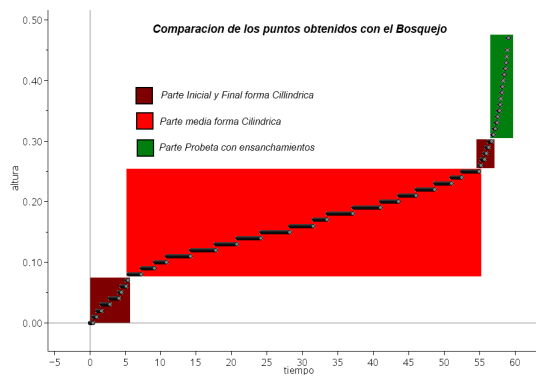
Cuando se procede al llenado del peroide, los alumnos ya tenían experiencia previa sobre el llenado de los otros cuatro recipientes y sus funciones asociadas, que de manera natural extrapolaron para discutir sobre la forma variada que tiene este recipiente (ver Figura 1) e inician la descripción como sigue:

*... podemos ver que por la forma del recipiente nuestra función tendrá, en el principio, una forma más o menos lineal, con algunos cambios en el comienzo y en el final de la parte cilíndrica, esto debido a que en estas zonas estrechas el líquido subirá de manera más rápida, por así decirlo, en comparación con la zona media del cilindro. Luego de que el líquido suba por la parte cilíndrica, pasará por la parte parecida a lo que es una probeta con ciertos ensanchamientos a lo largo de esta, imaginándonos como sería el llenado de esta parte en comparación con la parte cilíndrica, nos daríamos cuenta de que en realidad el nivel del líquido aumentaría considerablemente para un tiempo menor, con ciertos "patrones momentáneos" en los ensanchamientos de esta parte.*

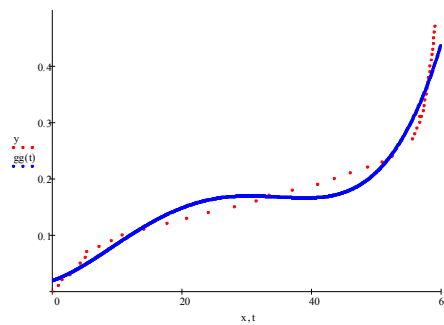
Su avance en el llenado y la modelación matemática se refleja en la representación que hicieron antes y después del llenado, que una vez que graficaron los datos obtenidos del tratamiento del video con el AVIMECA se observa que coinciden. ver Figura 10 (a), (b) y (c).



(a)



(b)



(c)

Figura 10. Gráfica antes (a) y después del llenado de Modelado del llenado (b) y la aproximación por el polinomio de cuarto grado (c).

Anteriormente se explica cómo importar los datos arrojados por el Software AVIMECA a una tabla de Excel, así que omitiremos eso para presentar las conclusiones que se tienen al ver el comportamiento de los datos obtenidos. En la **Parte cilíndrica del Recipiente**, se observa un aumento más o menos lineal, un poco rápido, ya que pasan aproximadamente 1.30 segundos para que se llene apenas 1 centímetro del recipiente en cuestión, pero como se esperaba, conforme se va llenando, necesita más tiempo para subir otro centímetro.

Al ver los datos arrojados por el Software AVIMECA, nos damos cuenta de que en esta parte del llenado, el nivel del líquido sube de manera más acelerada que en la parte cilíndrica, tanto es así que sólo bastaron algunos segundos para que esta fase del llenado se completara. Se presenta la gráfica que describió el llenado del recipiente en cuestión.

## b. Ciclista

En el caso del ciclista, los alumnos para la experimentación y la toma de video, seleccionaron una cancha de basquetbol en la población de Tecalitlan, Jalisco, ubicada en la

región sur del estado de Jalisco. En la Figura 8 se presenta la imagen del ciclista, con los ejes coordenados y la tabla de datos tal y como se trabajó con el video con el AVIMECA.

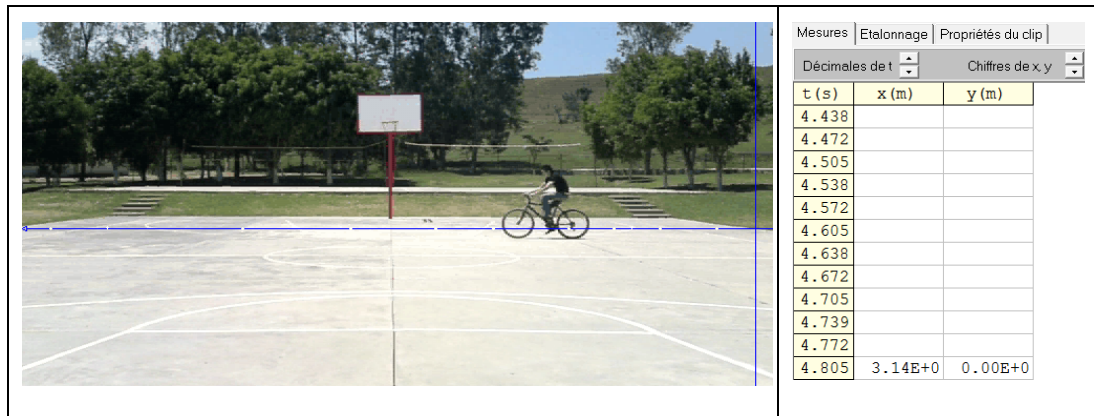


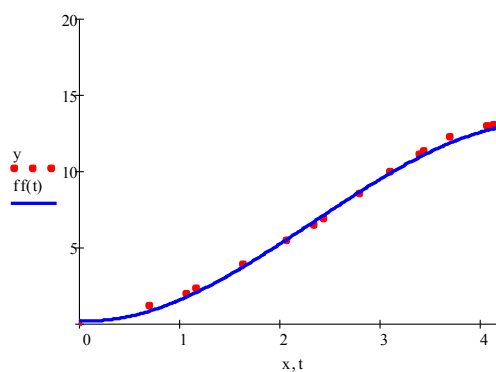
Figura 8. Gráfica del ciclista y la tabla de datos obtenida del AVIMECA

En este caso, se reporta que los estudiantes no señalaron las marcas recomendadas en la toma de video, para hacer la equivalencia entre las medidas reales de la cancha del basquetbol y las correspondientes al video, situación que posteriormente se integró al estudio, porque es importante para la toma de datos y que correspondan al movimiento del ciclista en lo real y en el modelo matemático.

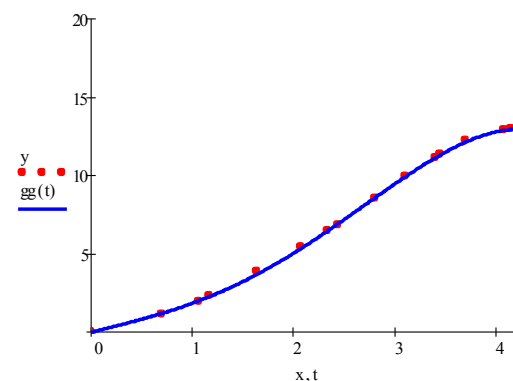
Se realizó una selección de datos (Tabla 3) en el intervalo de tiempo  $[0, 4.14]$  y se exportaron al MathCad para analizar cual polinomio describe al ciclista hasta que inicia su desaceleración, con un polinomio de tercer grado (ver Figura 8(a)). En la Figura 8(b) se aproximan los datos del tiempo contra distancia con un polinomio de cuarto grado, con un ECM de 0.02.

Tabla 3. Datos obtenidos con el programa AVIMECA en el intervalo  $[0, 4.14]$  segundos.

t	0	0.7	1.07	1.17	1.64	2.07	2.34	2.44	2.8	3.1	3.4	3.44	3.7	4.07	4.14
x	0	1.14	1.94	2.28	3.84	5.42	6.46	6.84	8.52	9.9	11.1	11.3	12.2	12.9	13



(a) Polinomio cúbico



(b) Polinomio de cuarto grado

Figura 8. Graficas que describen el movimiento del ciclista hasta los 4.14 segundos

### c. El corredor

En la misma cancha de basquetbol se puso a correr a un estudiante de ida y vuelta y se tomó el video de su recorrido y con el AVIMECA se obtuvieron 187 datos, y se les dio el mismo tratamiento con el programa MathCad, para obtener el polinomio de cuarto grado que describe su movimiento, aproximadamente con un ECM de 0.181. ver Figura 9.

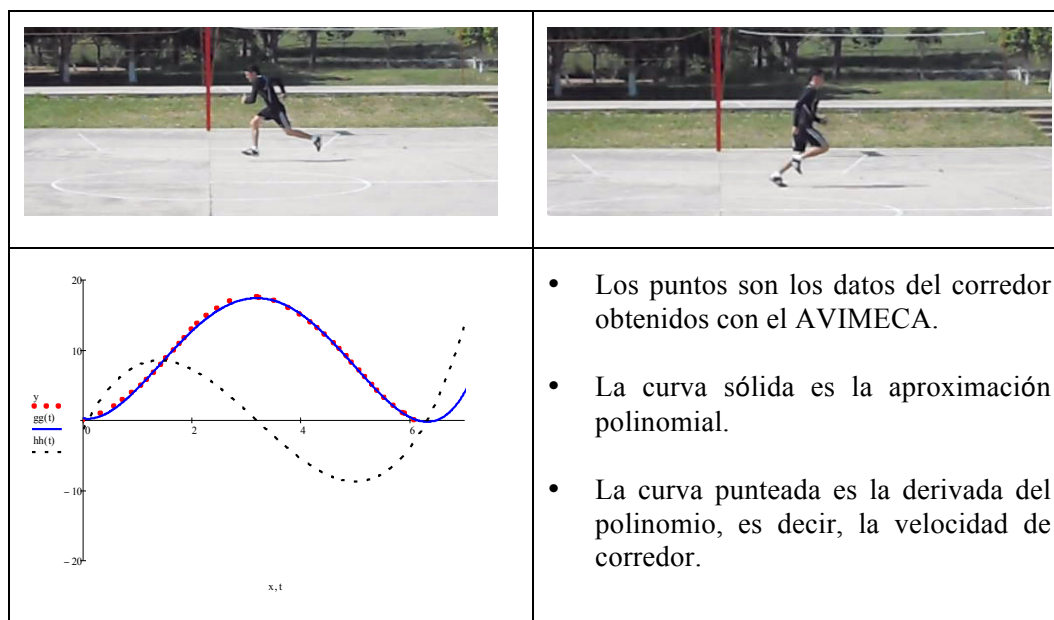


Figura 9. Fotos del corredor, la gráfica del tiempo contra la distancia y la velocidad.

Es claro que el objetivo de los estudiantes no fue realizar el estudio comparativo de cada una de las gráficas con la situación de la vida cotidiana en cuestión, pero conforme se adentraban en la fase experimental ya discutían, identificaban las variables, median el tiempo y opinaban sobre la expresión matemática que modela el fenómeno, entre otras observaciones que evidencian la riqueza de ubicar a los alumnos en una situación problema.

## Conclusiones

Se ha planteado la problemática referente a las dificultades que muestran los estudiantes para resolver problemas y trabajar colaborativamente en la modelación de situaciones en el contexto de la vida cotidiana y una vez analizados los reportes de los estudiantes, se considera que lograron el objetivo propuesto, que fue diseñar la fase experimental para grabar el video del llenado de los recipientes, del ciclista y del corredor, identificaron las magnitudes involucradas y establecieron las relaciones al determinar el polinomio que mejor se ajusta a los datos tomados en tiempo real.

La precisión en la modelación de fenómenos físicos puede ser algo complicado, principalmente porque en la vida cotidiana hay pocas cosas que son constantes, esto debido a que todo está en movimiento, son diversas variables a tomar en cuenta si es que se pretende obtener una modelación “exacta”, que con ayuda de las TIC, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo, han propiciado que el modelado matemático cada día se introduzca más en el aula.

La modelación matemática se facilita cuando se tienen los conocimientos previos matemáticos identificados en la solución del problema a tratar, cómo en este caso, que se requiere de que el estudiante conozca la solución de sistemas lineales y el método de mínimos cuadrados.

Los profesores tienen la oportunidad de transformar su práctica pedagógica a través del trabajo colaborativo, toda vez que le permite mejorar el aprendizaje de la matemática y propiciar una enseñanza activa, donde el alumno participe de su propio aprendizaje y aprenda a resolver problemas por sí mismo.

Son distintos los tipos de recipiente utilizados para el llenado, ya que unos tenían forma esférica otros cilíndricos entre otras formas y su comportamiento varía por esa razón, unos se modelaron en forma exponencial, otras en forma lineal o bien pueden ser las dos o más formas para un solo recipiente, y por consecuencia, su descripción se aproxima a funciones seccionalmente continuas. La función es uno de los conceptos que más se aplican en la vida cotidiana, en sus diferentes contextos, como son el hogar, la empresa, el campo, el sector salud, entre otras.

El programa AVIMECA es una herramienta que permite obtener datos reales que interesan al estudiante, que refleja mediante una expresión matemática, que ayuda a entender la importancia de las funciones generadas a partir de datos obtenidos.

## Referencias

ALEJANDRO, C. A. Prácticas de Laboratorio de Física General en Internet. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. 3(2), 202-210. 2004.

AMIYA TT-01 XB-PRO 4WD SUBARU, MOTOR EZRUN 9T 35A 4300 KV. Disponible en: <<http://www.cochesrc.com/foros/1-10-y-1-12-pista-y-touring-electrico-520/post-tamiya-xb-pro-tt-01-a-1624860/index42.html#ixzz1ya4KCNyw>>. Visitado en: 29, Jul., 2012.

AVIMECA. Disponible en: [http://www.acrennes.fr/pedagogie/scphys/outinfo/log/avimeca/am\\_h.htm](http://www.acrennes.fr/pedagogie/scphys/outinfo/log/avimeca/am_h.htm)> Visitado en: 29, Jul., 2012.

CAÑAL, P. La investigación escolar hoy. **ALAMBIQUE**. 52, 9-19. 2007.

EZQUERRA, A. Utilización de vídeos para la realización de medidas experimentales. **ALAMBIQUE**, 44, 113-119. 2005

EZQUERRA, Á., ITURRIOZ, I., DÍAZ, M. (2011). Análisis experimental de magnitudes físicas a través de vídeos y su aplicación al aula. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**. 9 (2), 252-264. 2012

FONT, A. Las líneas maestras del aprendizaje por problemas. 2004. Pag. 3. Disponible en: [http://www.ub.edu/mercanti/abp\\_ejes.pdf](http://www.ub.edu/mercanti/abp_ejes.pdf). Visitado en: 17, Ene., 2013.

HITT, F. Funciones en contexto. Proyecto sobre visualización matemática. **Departamento de Matemática Educativa**. Mexico. 2000.

HITT, F., CORTÉS, J. C. Planificación de actividades en un curso sobre la adquisición de competencias en la modelización matemática y uso de calculadora con posibilidades gráficas. **Revista digital Matemática, Educación e Internet**. Vol. 10, No 1. 2009. Disponible en: <http://www.cidse.itcr.ac.cr/revistamate/>. Visitado en: 18, Ene., 2009

LEÓN DEL BARCO, B. La eficacia del aprendizaje cooperativo: entrenamiento en habilidades sociales y dinámicas de grupo. Tesis doctoral. Departamento de Psicología y Sociología de la Educación, Universidad de Extremadura. 2002

MARZANO, R. J. and PICKERING, D. J. **Dimensions of Learning Teacher's Manual**. ASCD - Association for Supervision and Curriculum Development. Second Edition. 1997.

NORMAN, G. R; SCHMIDT, H. G. The psychological basis of problem-based learning: A review of the evidence. **Academic Medicine**. 67; 557-565. 1992.

PACHANO, L. y TERÁN, M. La investigación- acción en el aula: tendencias y propuestas para la enseñanza de la matemática en sexto grado. **La Revista Venezolana de Educación educere**. 171-179, 2005. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/356/35602905.pdf>. Visitado en: 19, Mayo, 2010.

PUIG, L. La resolución de problemas en la historia de las matemáticas En Aymerich, José V. y Macario, Sergio (Eds.) **Matemáticas para el siglo XXI**. Castellón: Publicacions de la Universitat Jaume I. ISBN: 84-8021-551-8. pp. 39-57. 2006.

STEPIEN, W. J. Problem-based Learning: As authentic as It Gets. **Educational Leadership**. 50, No 7: 25-28. 1993.



# GÓNDOLA

ISSN 2145-4981

Vol 8 No 1 Agosto 2013 Pp 23- 35

## LA EMERGENCIA DE LAS CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS EN EL ENFOQUE CTSA

Leonardo Fabio Martínez Pérez<sup>1</sup>

*lemartinez@pedagogica.edu.co*

Diana Lineth Parga Lozano<sup>2</sup>

*dparga@pedagogica.edu.co*

### RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo analizar la emergencia de las cuestiones sociocientíficas (CSC) en la Enseñanza de las Ciencias con enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA). Para dicho análisis se revisa la literatura producida en revistas de Enseñanza de las Ciencias de trayectoria internacional, en donde se pudo evidenciar que el trabajo con CSC emerge en los primeros años del siglo XXI. Además este levantamiento posibilitó una mejor caracterización de los aspectos centrales de las CSC, así como los aportes teóricos de dicho trabajo en el mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias. Cabe precisar que los análisis realizados constituyen parte de los resultados del proyecto de investigación titulado “cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores: discursos y enseñanza”, realizado con la financiación del Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional (CIUP), proyecto DQU-338-12.

*Palabras claves: Enseñanza de las Ciencias. Formación de profesores. Investigación educativa.*

### ABSTRACT

This article analyze the emergence of social scientific issues (SSI) in science education with a focus in Science, Technology, Society and Environment (STSE), for this analysis it has been reviewed some literature journals produced in Science Teaching that have international recognition and career, showing the particularly emergence of working with SSI, in the early years of this century this review allowed to describe the central features of the SSI and it is presented theoretical contributions of the work on the improving the Teaching of Science. the all ready done analyzes are part of the results of researches in Social scientific issues for Teacher education: discourses and teaching, financed by the Research center CIUP of the National Pedagogical University, project DQU-338-12.

*Key words: Teaching of Science. Teacher Education. Research qualitative.*

### Introducción

En investigaciones anteriores hemos analizado el origen del enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) en la Enseñanza de las Ciencias, dejando presente que dicho enfoque tuvo la influencia de movimientos ambientalistas, sociales y científicos, tal como el movimiento *pugwashy* y que además los estudios sociales e históricos representados en los

<sup>1</sup> Doctor en Educación en Ciencias. Profesor Departamento de Química, Grupo ALTERNACIENCIAS, UPN, Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup> Magíster en Docencia de la Química. Profesora Departamento de Química, Grupo ALTERNACIENCIAS, UPN, Bogotá, Colombia.

trabajos de Ludwik Fleck y Thomas Kuhn se constituyeron en fundamentos centrales de dicho enfoque (Martínez y Rojas, 2006; Martínez, 2012).

Fundamentado en Martínez (2010; 2012) podemos entender el trascorrir del enfoque CTSA<sup>3</sup> en cuatro fases: origen, desarrollo, consolidación y ampliación. El origen estuvo influenciado por elementos sociales y académicos críticos que posibilitaron el cuestionamiento de la tendencia dominante en la Enseñanza de las Ciencias centrada en la apropiación mecánica de contenidos científicos, así como en la preparación de los futuros tecnólogos y científicos que exigían el sistema de producción capitalista. La formación de ciudadanos en materia de ciencia y tecnología (C&T) era prácticamente excluida de los currículos oficiales, imperando la racionalidad tecnocrática que dejaba las decisiones de producción de conocimiento en manos de los especialistas bajos los mandatos e intereses económicos y gubernamentales. Además las décadas de los 60 y 70 de siglo XX se constituyeron en los periodos en el cual identificamos el origen del enfoque CTSA inclinado por la fragmentación del conocimiento científico en disciplinas, que en las aulas no se relacionaban entre si y que por tanto, no atendían los problemas sociales ni ambientales de la época.

En los trabajos de Aikenhead (2005) identificamos que el origen del enfoque CTS(A) constituyó una crítica al *status quo* presente en la Enseñanza de las Ciencias y a su vez implicó una alternativa para éste, en términos de orientar la mirada hacia la formación de todos(as) los(as) ciudadanos(as), pues la relevancia de la C&T en la modernidad exigían una alfabetización científica importante para que la mayoría de las personas pudieran comprender la naturaleza de este emprendimiento y en consecuencia, pudieran participar críticamente en discusiones públicas sobre el mismo. De esta manera, la Enseñanza de las Ciencias dejó de ser un problema de preparar solamente aquellos interesados en estudiar ciencias o en formarse como tecnólogos o ingenieros, ahora la escuela debía pensar en la formación de todos los ciudadanos.

El desarrollo del enfoque CTSA, correspondiente a la fase 2, lo podemos caracterizar entre los periodos de 1970 a 1980 como una constante preocupación de profesores e investigadores de varios países del mundo por consolidarlo como un movimiento de renovación curricular, así como una línea de investigación didáctica.

Dicho desarrollo, desencadenó la consolidación del enfoque en la década de 1990 y precisamente de acuerdo con Martínez (2010; 2012) para esta época, se contaba con currículos CTSA prácticamente en todos los continentes, no obstante, la consolidación en términos de un

---

<sup>3</sup>Es necesario precisar que en un comienzo el enfoque recibió la denominación CTS, no obstante desde el principio existía un interés importante por la cuestiones ambientales que se debían analizar de acuerdo con el desarrollo científico y tecnológico, pues éste, entre otras cosas, implicaba una transformación radical de la relación del ser humano con la naturaleza, en la medida en que conformaba una concepción positivista y cartesiana. Además el trabajo de Rachel Carson en su libro *La primavera silenciosa*, donde hace una denuncia global, a propósito de los efectos devastadores del uso de agrotóxicos en la producción en la agricultura moderna destacó la necesidad de considerar lo ambiental. Aunque algunos autores como el propio Aikenhead (2005) han conservado la denominación CTS, en nuestros trabajos así como en los trabajos de Edwards et al., (2004), nosotros consideramos importantereferirnos a CTSA para destacar las problemáticas ambientales en el escenario global y local. Hecha esta aclaración escribimos la letra A entre paréntesis cuando el autor citado no la utiliza.

análisis crítico implicó, por un lado, una cierta tendencia de instrumentalización del enfoque que dejaba en manos de especialistas y profesionales de las ciencias la construcción de currículos y por otro lado, las propuestas curriculares que articulaban la participación de los profesores de ciencias en sus escuela y el análisis de sus prácticas.

La última fase denominada de ampliación, defiende la tesis de que a pesar de las críticas que existen al enfoque y pese a la disminución drástica de su presencia en la literatura especializada en la primera década del siglo XXI, consideramos que las propuestas que han emergido como las denominadas cuestiones sociocientíficas (CSC), bastante presente en los últimos años, haría parte de una ampliación y una re-contextualización del enfoque CTSA, pues varias de sus intenciones hacen alusión a la formación ciudadana, la comprensión de la naturaleza de la C&T, la alfabetización científica, los análisis éticos y morales, entre otros aspectos, que son parte del ideario de CTSA. La idea que el trabajo didáctico con CSC hace parte de este enfoque fue propuesta en Martínez (2010) y coincide, en parte, con lo expuesto por Santos (2011) quien afirma que las investigaciones sobre dichas cuestiones fueron hechas bajo el enfoque CTS y que aunque han aportado al avance de estrategias pedagógicas, no implican que hayan abarcado la diversidad de aspectos curriculares contemplados en el enfoque. Por ejemplo, el autor señala que no avanzaron en la elaboración de materiales curriculares y que presentan limitaciones en el tratamiento multidisciplinar de cuestiones políticas de la C&T.

En este artículo nos centraremos en analizar la emergencia del trabajo con CSC como parte del enfoque CTSA y para ello inicialmente detallaremos algunas ideas de este enfoque, para luego identificar las características de las CSC y por último describir aportes para la Enseñanza de las Ciencias cuando se trabaja en la aula con estas cuestiones.

## **1. Enseñanza de las Ciencias con enfoque CTSA y las CSC**

Con el origen del movimiento CTSA se constituyó una importante promesa para desarrollar investigaciones innovadoras sobre los objetivos de la educación científica y tecnológica, las políticas educativas, el diseño de currículos y la transformación de las prácticas docentes. De esta manera, el movimiento evidenció la concretización de una comunidad crítica de investigadores e innovadores en la educación CTSA (Membiela, 2005).

En la escuela, esta nueva perspectiva educativa representó una transformación del rol docente y del papel del estudiante, de modo que este último fue considerado como un sujeto inserto en un proceso de constitución de su ciudadanía, lo que exigió reconocer tanto la estructura teórica, conceptual y metodológica de la ciencia, como sus relaciones con aspectos ideológicos, políticos y éticos (Martínez, Peña y Villamil, 2007). Esta nueva concepción sobre el estudiante y su respectiva relación con el conocimiento científico permitió el desarrollo de actitudes y valores correspondientes a la comprensión de la ciencia como una actividad cultural.

De la misma forma, el rol del profesor estaba reducido al dominio de un conocimiento disciplinar, requiriendo entonces de él una comprensión amplia de aspectos filosóficos, éticos, morales, sociales y políticos de la ciencia y la tecnología. Esto exigía del profesor creatividad en el desarrollo de controversias en el salón de clases, analizando las contribuciones y limitaciones de la ciencia y la tecnología en la sociedad.

De acuerdo con Ratcliffe y Grace (2003) el uso de CTS(A) se ha reducido en gran número de publicaciones recientes sobre Enseñanza de las Ciencias, observándose un aumento de los trabajos sobre CSC. Esta reducción se relaciona, entre otras cosas, a ciertos cuestionamientos sobre el enfoque CTS(A), con respecto a la posibilidad de tener currículos enfocados en contenidos propiamente científicos o tecnológicos en un determinado contexto social (Layton, 1994).

La crítica de Layton consistió en resaltar la poca importancia que los programas CTS(A) habían dado a la dimensión tecnológica y a los cambios ocurridos en la educación inglesa a finales del siglo XX, privilegiando aspectos prácticos que permitieran a los estudiantes desarrollar habilidades para actuar en el mundo extraescolar (Aikenhead, 2005). Aunque esta crítica sea plausible, se puede entender como parte del mismo desarrollo del enfoque CTSA que ha enfrentado varias dificultades en concretarse en el currículo y en su extensión en procesos de enseñanza y aprendizaje.

Contrariamente a pensar que el enfoque CTSA haya alcanzado un agotamiento en la literatura propia de la Enseñanza de las Ciencias, consideramos que los trabajos sobre CSC abarcan aspectos que fueron construidos a su interior. Un buen número de artículos que en la actualidad son publicados sobre CSC profundizan sobre el significado de una educación científica y tecnológica orientada a la formación para ciudadanía (Racliffe y Grace, 2003; Abdel-khalick, 2003; Simmons y Zeidler, 2003; Zeidler, 2003 y Reis, 2004). A partir de esta perspectiva, se presta especial atención al significado de la naturaleza de la ciencia y de la tecnología articuladamente con los procesos de alfabetización de las mismas, tales aspectos, han sido construidos en el transcurso histórico del enfoque CTSA, comprendido como un movimiento de renovación curricular, así como una línea de investigación de la Enseñanza de las Ciencias.

Con el desarrollo de los trabajos sobre CSC se abrió un camino concreto en la Enseñanza de las Ciencias para conquistar los retos propuestos por el enfoque CTSA (Pedretti, 2003). De esta forma, resulta importante para la formación ciudadana de los estudiantes comprender la ciencia como una actividad humana que presenta múltiples controversias e incertidumbres en su constitución y por tanto, requiere un análisis crítico de sus alcances e impactos. La constitución de una ciudadanía democrática con énfasis en temas polémicos relacionados con C&T requieren de la participación real de los ciudadanos en la toma de decisiones.

El ejercicio de la ciudadanía se alcanza plenamente en una sociedad legítimamente democrática, que posibilite la participación de la mayoría de los ciudadanos en el poder público. Aunque la participación real sea un ideal no alcanzado hasta ahora, se hace necesario continuar desarrollando procesos de formación que contribuyan en el empoderamiento (*empowerment*) de los sujetos en la conquista de su ciudadanía (Freire y Macedo, 1990).

Considerando que el enfoque CTSA enfatiza en una educación para la ciudadanía, pensamos que la Enseñanza de las Ciencias requiere de un punto de vista crítico materializado en la reflexión, mejoramiento o transformación de las prácticas docentes. La Enseñanza de las Ciencias para la ciudadanía exige la activa participación de los estudiantes como elemento central de su constitución, sin embargo, para la participación plena de los ciudadanos se requiere

de conocimientos que no son reducibles a meras informaciones (Chassot, 2006). Además de conocimientos, los estudiantes deben desarrollar capacidades para participar en una sociedad democrática, para lo cual no es suficiente enseñar sobre ciudadanía, democracia u otros contenidos propios del currículo escolar, siendo necesario la construcción de ambientes de discusión en las clases de ciencias que favorezcan vivir y ejercer la ciudadanía.

La Enseñanza de las Ciencias para la ciudadanía es un compromiso con la construcción de sociedades democráticas desde el trabajo escolar concreto del profesor, en términos de potenciar el razonamiento lógico y moral de los estudiantes para su participación crítica, no obstante, los profesores de ciencias todavía piensan que sólo se deben dedicar a dirigir su materia, sin preocuparse por la formación de sus estudiantes manteniendo el *status* dado al profesor en la sociedad, de ser simplemente el responsable de transmitir contenidos disciplinares de las ciencias (Berkowitz y Simmons, 2003). A pesar de esto, es importante comprender la Enseñanza de las Ciencias como una preocupación permanente para la formación de sujetos críticos capaces de participar activamente de controversias sociocientíficas. De esta forma, es indispensable que los estudiantes de educación básica y media vivan experiencias formativas sobre cuestiones relativas a C&T y sus correspondientes impactos ambientales (Carvalho, 2005).

Las críticas desarrolladas a la Enseñanza tradicional de las Ciencias, durante las últimas décadas del siglo XX, desencadenaron un cambio en sus objetivos, los cuales no se orientaron, apenas, a la preparación de futuros científicos, tecnólogos o ingenieros, sino que tendrían como objetivo central la formación ciudadana de todos(as) los(as) ciudadanos(as). La pregunta consistía en pensar la enseñanza de cara a los retos de consolidar sociedades democráticas, en la cuales los ciudadanos participaran crítica y responsablemente ejerciendo sus derechos y deberes.

Los estudios en epistemología, historia y sociología de las ciencias contribuyeron notoriamente para reconstruir la imagen tradicional y lineal de la ciencia, por una imagen crítica y compleja que considera el trabajo científico como una construcción humana y cultural en permanente evolución, susceptible de valores, intereses y conflictos adyacentes a las comunidades científicas notoriamente influenciadas por determinados contextos sociales.

En la contextualización social de las ciencias y en el análisis de las implicaciones éticas y morales surgen las CSC que abarcan discusiones, controversias o temas de interés público directamente relacionados con investigaciones científicas y tecnológicas de gran impacto en la sociedad. Estas cuestiones son frecuentemente divulgadas en los medios de comunicación de forma limitada lo que genera diferentes percepciones públicas sobre la ciencia.

Asuntos como transgénicos, clonación, uso de células troncales embrionarias, diagnóstico genético preimplantacional, cambio climático, armas nucleares, genoma humano, producción y utilización de medicamentos, cosméticos, experimentación con animales, explotación minera, fertilización in vitro, uso de productos químicos, (Martínez, Parga y Gómez, 2012) entre otros son temas que abarcan cuestiones sociocientíficas de notable impacto local y global.

## 2. Cuestiones sociocientíficas y aportes al mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias

Para Ratcliffe y Grace (2003) las cuestiones sociocientíficas poseen en la mayoría de los casos una base de conocimientos científicos de frontera, abarcan la formación de opiniones y la adopción de juicios personales y sociales de acuerdo con determinados valores.

Las CSC de acuerdo con Zeidler, et al. (2002) permiten evaluar el desempeño profesional, además de permitir contribuir a la formación de ciudadanos que participen de forma activa y fundamentada en la sociedad. La necesidad de hacer interesante el aprendizaje de las Ciencias hace que los docentes busquen estrategias didácticas en las que posibiliten que el estudiante construya su punto de vista frente a la influencia que tienen sus acciones como futuro profesional.

Según Sadler y Zeidler (2004) las CSC permiten no sólo asumir papeles de la comunidad científica, sino también asumir roles de la sociedad en general, por lo cual los estudiantes proponen distintas explicaciones a diversos cuestionamientos que les permiten prepararse para enfrentar de manera crítica diversas problemáticas propias de la Enseñanza de las Ciencias.

Las CSC permiten utilizar asuntos de actualidad para evidenciar aspectos específicos que involucran capacidades propias del futuro profesional con un interés particular en una sociedad mejor. Los contenidos aprendidos deben mostrar una incorporación en la práctica profesional, permitiendo interpretar datos y determinar caminos para la solución de problemas.

La Enseñanza de las Ciencias centrada en el trabajo con cuestiones sociocientíficas en el aula, potencializa la participación de los estudiantes y favorece una educación abierta y crítica que contribuye con su formación ciudadana. De tal forma que el futuro del conocimiento científico no puede ser apenas responsabilidad de científicos o gobiernos, siendo necesaria la participación de todos los ciudadanos en las discusiones sobre sus implicaciones socioambientales.

Los estudios de Pedretti (1997, 2003); Reis y Galvão (2008); Santos y Mortimer (2009) y Martínez, (2012), entre otros, han propuesto el trabajo sobre CSC en el aula como una forma concreta de incorporar las interacciones CTSA en las prácticas de los profesores de Ciencias. Tales cuestiones abarcan controversias públicas sobre asuntos de ciencia y tecnología que poseen serias implicaciones éticas, morales y ambientales. Además, de involucrar impactos globales y locales que ameritan análisis de riesgo y beneficio. Otro elemento que caracteriza las referidas cuestiones en su permanente presencia en medios de comunicación tales como internet, radio, TV y prensa, lo que las hace visibles en grandes audiencias de la sociedad.

Las CSC se constituyeron en una propuesta de enseñanza sustantivamente diferente a los ejercicios o “problemas” que aparecen al final de los capítulos de los libros de texto, los cuales generalmente son enfocados en evaluar conocimientos disciplinares y algorítmicos que en la mayoría de los casos poseen respuestas correctas o incorrectas. Diferente a este tipo de ejercicios, las CSC son poco definidas, abarcando aspectos multidisciplinarios, valores e incertidumbres (Abd-El-Khalick, 2003).

La constitución de una ciudadanía democrática con énfasis en temas polémicos relacionados con ciencia y tecnología, requiere la participación real de los ciudadanos en la toma de decisiones. Así, el futuro del conocimiento científico y tecnológico no se limita a los científicos, gobernantes, especialistas o cualquier otro actor social, siendo necesaria la conformación de una ciudadanía activa (Reis, 2004).

Los estudios de Pedretti (2003) señalan que las CSC pueden considerarse como el punto de partida del proceso de enseñanza, en contraste con la tradicional transmisión de información que usualmente es ofrecida a los estudiantes al comenzar las clases de ciencias. De esta forma, las CSC posibilitan el trabajo multi e interdisciplinar, porque tales cuestiones abarcan problemas sociales que requiere de un diálogo fructífero entre saberes científicos y saberes humanísticos.

Para Robotton (2012) y Mora (2012) las CSC pueden orientar la organización de proyectos en un currículo, dado que proporcionan un contexto para la participación en los estudios de ciencia, más allá de un currículo pre ordenado o estandarizado, o seguido de un libro didáctico. En este sentido compartimos la idea que en las comunidades locales hay variedad de cuestiones, que son preocupaciones diarias reales de sus miembros; asimismo, éstas cuestiones al ser multisensoriales y multisectoriales, es decir, donde cada grupo comunitario tiene intereses divergentes, sirven como cuestiones de investigación. Esta falta de alineación de intereses ambientales, sociales, políticos y económicos genera debates y argumentos en la comunidad, y por lo tanto controversias, que al ser identificadas y trabajadas por estudiantes y profesores se pueden constituir en los temas de enseñanza.

Por su parte, Reis y Galvão (2008), a través de un estudio de caso, evidencian que el desarrollo de controversias actuales en el área de biotecnología, genética molecular y ciencias médicas, puede favorecer el desarrollo de concepciones dinámicas sobre la ciencia, en términos de entenderla como un emprendimiento humano que evoluciona permanentemente a la luz de controversias sociales. Los autores también alertan sobre dificultades curriculares que los profesores pueden enfrentar al trabajar en sus clases con CSC. Por ejemplo, señalan los conflictos con directores de escuelas u orientaciones curriculares que controlan y determinan lo que debe realizarse. También, indican las decepciones que pueden presentarse por el exceso de contenidos o por los sistemas de calificación que no valorizan los alcances de las CSC.

En la misma dirección, Santos y Mortimer (2009) demuestran la importancia del desarrollo de estrategias de enseñanza que involucren a los estudiantes en discusiones sobre CSC, en la medida en que contribuyen con la formación ciudadana de los estudiantes. También, son mencionadas las dificultades para la implementación de tales estrategias, ya que las cargas horarias de las asignaturas de Química, por ejemplo, dificultan la construcción de equipos integrales de profesores que resultan importantes para trabajar aspectos interdisciplinarios propios de las CSC.

Levinson (2006) destaca la importancia de utilizar una concepción democrática que sirva de base teórica para manejar las categorías de desacuerdo, las virtudes comunicativas y formas de pensamiento articuladas a la enseñanza centrada en CSC. De forma análoga, Lewis y Leach (2006) analizan la capacidad de estudiantes de educación media para involucrarse en una discusión razonada sobre cuestiones de tecnología genética, lo que exige comprensiones sobre

los aspectos científicos involucrados y el reconocimiento del contexto social y personal en el cual se desarrolla el debate.

Los estudios desarrollados por el grupo de Zeidler Dana de la Universidad del sur de Florida pueden considerarse precursores de los análisis didácticos referidos a la Enseñanza centrada en CSC. Zeidler (2003) organizó un conjunto de trabajos en los que varios autores divulgaron sus estudios sobre argumentación, naturaleza de la ciencias, cuestiones éticas y morales trabajadas en el currículo de Ciencias centrado en CSC.

En particular el estudio de Simmons y Zeidler (2003) considera que un abordaje diferente de la ciencia en la escuela, enfocada en la comprensión de CSC orientadas a una educación para ciudadanía, implicaría entender los conocimientos científicos como construcciones sociales, culturales y subjetivas que son producto de la creatividad humana. Esta pretensión involucra el desarrollo del razonamiento lógico y moral en estudiantes sobre CSC como tema de investigación en la enseñanza de las ciencias orientada a una formación ciudadana.

En una investigación anterior, demostramos que los profesores de ciencias al trabajar con CSC en sus clases, reflexionan sobre su autonomía profesional y cuestionan la ideología tecnicista del currículo tradicional (Martínez, 2010; 2012). En el mismo estudio se apuntan los aportes de tal trabajo en la formación del profesor como investigador de su práctica y las posibilidades de desarrollar pensamiento crítico en los estudiantes, así como el fortalecimiento de la toma de decisiones y la argumentación como procesos importantes para la formación ciudadana.

En este contexto hemos discutido en clases de ciencias las CSC del uso de biocombustible en términos de mejorar los niveles de argumentación de estudiantes de Educación Media y las habilidades del profesor para favorecerla (Moreno y Martínez, 2009). Los resultados de esta investigación muestran que la discusión realizada por los propios estudiantes sobre la CSC favorece el desarrollo de altos niveles de argumentación y puede aportar a la enculturación científica y la formación ciudadana de los estudiantes. No obstante, alcanzar altos niveles de argumentación a través de la participación de los estudiantes no es un proceso fácil, ya que exige una adecuada capacidad del profesor para elaborar preguntas, orientar adecuadamente la discusión, ofrecer información pertinente y en general, estructurar un ambiente de aprendizaje adecuado para que los estudiantes elaboren sus propios puntos de vista.

En Martínez, Cattuzzo y Carvalho (2009) se analizó el desarrollo de habilidades de negociación en estudiantes de Educación Media, de acuerdo con los tres niveles propuestos por Berkowitz y Simmons (2003): el nivel representacional, operacional y el nivel *elicitational* que en español significaría elidir en el sentido de extraer enunciados o juicios de un determinado razonamiento. El nivel más alto de la negociación es el operacional y se reconoce cuando determinado razonamiento es transformado en función de otro razonamiento, requiriendo la activación de alguna capacidad cognitiva de razonamiento generador del diálogo, lo cual es posible a través de la crítica, ampliación o integración del mismo. Por su parte, el nivel más bajo de negociación conocido como representacional ocurre cuando los razonamientos desarrollados simplemente parafrasean, yuxtaponen o retroalimentan alguna idea de otro razonamiento. El



nivel *elicitational* puede ser considerado como un nivel intermedio correspondiente a aclaraciones o parafraseamiento competitivo.

En el estudio se constata que la negociación ocurrió en un nivel representacional caracterizado por retroalimentaciones requeridas de los estudiantes, parafraseo compartido, yuxtaposición competitiva y retroalimentaciones requeridas, por último, se concluye que el desarrollo de la negociación en un determinado nivel está relacionado tanto con las habilidades del profesor para favorecerla, así como con el tipo de habilidad desarrollada por los estudiantes.

Otra CSC trabajada por nuestro grupo de investigación correspondió al tema de los xenobióticos, el cual fue discutido con estudiantes de pregrado de Fisioterapia con el objetivo de desarrollar habilidades de pensamiento crítico (Torres y Martínez, 2011). Las habilidades favorecidas correspondieron al análisis de argumentos y a la solución de problemas, las cuales ayudaron a los estudiantes a comprender conceptos de bioquímica tales como: acidosis y alcalosis metabólica, sistema anaerobio láctico, efecto en el organismo del nitrito amilo, de la benzodiacetinas y del midazolán.

Todas estas investigaciones evidencian la importancia del trabajo con CSC en clases de ciencias, en la medida que posibilitan el análisis social y tecnológico del conocimiento científico, al igual que contribuyen al desarrollo de capacidades de participación responsable de los estudiantes en debates actuales de C&T.

### **3. Consideraciones finales**

Las descripciones hechas sobre el origen, desarrollo, consolidación y ampliación del enfoque CTSA nos permite decir que varias de las intenciones propuestas en términos de la formación ciudadana en materia de C&T, la alfabetización científica y tecnológica, así como la comprensión de la naturaleza la ciencia son comunes y hacen parte de las intenciones de los trabajos referidos a las CSC desarrollados especialmente en la primera década del siglo XXI. De acuerdo con esto, el trabajo con CSC en clases de ciencias constituye una forma concreta de materializar las relaciones CTSA en la Enseñanza de las Ciencias, ya que al estudiar y discutir las controversias existentes, por ejemplo, en el uso masivo de transgénicos en la agricultura se pone de presente el papel de la evidencia científica y el desarrollo de ciertas tecnologías implicadas en eventuales decisiones frente al tema, a su vez, es necesario considerar los intereses económicos y políticos que sustentan dicha emprendimiento tecnocientífico. Además, las implicaciones ambientales pueden considerarse en términos de eventuales riesgos o amenazas a la biodiversidad biológica. Cabe anotar, asimismo, que las decisiones tomadas alrededor de tales cuestiones abarcan implicaciones éticas y morales en la medida en que pueden llevar a juicios de acciones como correctas o incorrectas, a la luz de principios universales tales como la precaución, justicia o la no maleficencia.

La emergencia de las CSC bajo el enfoque CTSA trae consigo importantes aportes a la Enseñanza de las Ciencias en términos de favorecer una comprensión crítica de la naturaleza de la C&T, a la vez que abarca grandes posibilidades para el desarrollo de procesos argumentativos en los estudiantes, así como el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico.

Al trabajar controversias sociocientíficas en clases de ciencias los estudiantes y los profesores permiten la circulación de posturas a favor o en contra, de una determinada cuestión y para su sustentación se exige un conocimiento de la evidencia científica existente, al igual que la necesidad de comprender los componentes sociales, políticas, económicos y ambientales alrededor de las cuales se puede tejer una controversia.

A diferencia de lo expuesto por Zeidler et al. (2005) sobre el trabajo con CSC como un nuevo movimiento de renovación didáctica que sería más amplio que el enfoque CTS(A), a lo largo de este artículo hemos sustentado como el trabajo con dichas cuestiones hace parte del momento actual del enfoque y que en este sentido es importante tener de presente sus fundamentos históricos, sociológicos y epistemológicos.

El trabajo de las CSC en el aula de clase es importante no sólo por la promoción del conocimiento sobre los contenidos, los procesos y la naturaleza de la ciencia y la tecnología, sino también por el potencial educativo de este tipo de interacción en el desarrollo cognitivo, social, político y ético en los estudiantes y del profesorado.

Hay que resaltar que el uso de las CSC por parte del profesorado le permite reflexionar sobre su práctica profesional, ya que el manejo de dichas cuestiones generan y/o fortalecen la autonomía docente (Martínez, 2012), porque se vislumbra un camino para superar la racionalidad técnica presente en la actividad docente que es caracterizada por la aplicación de teorías, modelos o estrategias creadas por especialistas o determinadas por estructuras curriculares oficiales.

## Referencias

ABD-EL-KHALICK, F. Socioscientific issues in pre-college science classrooms: the primacy of learners' epistemological orientations and views of nature of science In: ZEIDLER, D. (Org.). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003.

AIKENHEAD, G. Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. **Educación Química**, v.16, n.2, p.114-124. 2005.

BERKOWITZ, Marvin e SIMMONS, Patricia. Integrating Science Education and Character Education: the role of peer discussion In: ZEIDLER, Dana (org). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, p. 117-138. 2003.

CARVALHO, Washington. Cultura científica e cultura humanística: espaços, necessidades e expressões. Tese de livre docência. UNESP. 2005.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 4ª ed. Ijuí. RS: Unijuí. 2006.

FREIRE, Paulo e MACEDO, Donado. Alfabetização: leitura do mundo-leitura da palavra. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1990.

EDWARDS, M.; GIL-PEREZ, D.; VILCHES, A.; PRAIA J. La atención a la situación del mundo en la educación científica. **Enseñanza de las ciencias**, v. 22, n. 1, p. 47–64. 2004.

LAYTON, D. STS in the school curriculum: A movement overtaken by history? In SOLOMON, J; AIKENHEAD, G(Eds.).**STS education: International perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994.

LEVINSON, R. Towards a Theoretical Framework for Teaching Controversial Socio-scientific Issues. **International Journal of Science Education**, v. 28, n.10, p. 1201-1224. 2006.

LEWIS, J;LEACH, J. Discussion of Socio-scientific Issues: The role of science knowledge. *International Journal of Science Education*, v.28, n. 11, p. 1267-1287. 2006.

MARTINEZ, L. Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores. São Paulo: Editora Unesp, 2012.

MARTÍNEZ, L. **A abordagem de questões sociocientíficas na formação continuada de professores de Ciências: contribuições e dificuldades**. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias “Universidade Estadual Paulista”, Bauru, Brasil. 2010.

MARTÍNEZ, L; CATTUZZO, F.; CARVALHO, W. Ensino de Ciências para cidadania a partir do desenvolvimento de habilidades de negociação em estudantes de Ensino Médio. En: CALDEIRA, A. (Org.). **Ensino de ciências e matemática II : temas sobre a formação de conceitos**. São Paulo: Cultura Acadêmica. 2009.p. 269-287. En línea: <[http://www.culturaacademica.com.br/titulo\\_view.asp?ID=29](http://www.culturaacademica.com.br/titulo_view.asp?ID=29)> Recuperado 1 de marzo de 2013.

MARTINEZ, L.; PARGA, D Y GÓMEZ, D. Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores. Memorias del Tercer congreso Educyt Volumen extraordinario. 139-151 Noviembre de 2012. En línea: <http://dintev.univalle.edu.co/revistasunivalle/index.php/educyt/article/view/2179/2082>.

MARTÍNEZ, L.; PEÑA, D.; VILLAMIL, Y. Relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, a partir de Casos Simulados: una experiencia en la Enseñanza de la Química. **Ciência & Ensino**, v.1, n. especial. 2007. Disponible em: <<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/index>> Acesso 15 de janeiro de 2008.

MARTÍNEZ, L.; ROJAS, A. Estrategia didáctica con enfoque ciencia, tecnología sociedad y ambiente, para la enseñanza de tópicos de bioquímica. **Tecné, Episteme y Didaxis**, n. 19, p. 44-62. 2006.

MEMBIELA, P. Reflexión desde la experiencia sobre la puesta en práctica de la orientación CTS en la enseñanza científica. **Educación Química**. v. 16, n. 3, p 404-409, 2005.

MORA, W. Educación en ciencias y educación ambiental: Necesidad de una relación mutuamente beneficiosa. Memorias del Tercer congreso Educyt Volumen extraordinario. 134-148 Noviembre de 2012. En línea: <http://dintev.univalle.edu.co/revistasunivalle/index.php/educyt/article/view/2089>

MORENO, D.; MARTÍNEZ, L. Argumentación en estudiantes de educación media y habilidad del profesor para su desarrollo: una discusión en el aula sobre implicaciones sociales y ambientales de la producción de etanol. **Nodos y nudos**, v.27, n.3, p.30-42. 2009.

PEDRETTI, E. Teaching science, technology, society and Environment (STSE) education: Preservice Teachers' philosophical and pedagogical landscapes. In: ZEIDLER, D. (Org). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 2003.

PEDRETTI, E. Septic tank crisis: A case study of science, technology and society education in an elementary school. **International Journal of Science Education**, v. 19, n.10, p. 1211-1230. 1997.

RATCLIFFE M.; GRACE M. **Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues**. Maidenhead: Open University Press, 2003.

REIS, P. Controvérsias sócio-científicas: discutir ou não discutir? percursos de aprendizagem na disciplina de ciências da Terra e da vida. Tese (Doutorado) – Facultad de Ciencias de la Universidad de Lisboa, Lisboa. 2004. Disponível en <<http://pwp.netcabo.pt/PedroRochaReis/>>. Acesso 15 de janeiro de 2008.

REIS, P.; GALVÃO, C. Os professores de Ciências naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. **Revista electrónica de Enseñanza de la Ciencias**. v. 7, n.3, p. 746-772. 2008.

ROBOTTOM, I. Socio-Scientific Issues in Education: Innovative practices and Contending epistemologies. **Research in in Science Education**. v. 42, n.1, p. 95-107. 2012.

SADLER, T.; ZEIDLER, D. The morality of socioscientific issues: construal and resolution of genetic engineering dilemmas. **Science Education**, v. 88, n. 1, p. 4-27. 2004.

SANTOS, W.; MORTIMER, E. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 191-218. 2009.

SIMMONS, Michael e ZEIDLER, Dana. Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific issues In: ZEIDLER, Dana (org). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003. cap 2, p. 81-94.

TORRES, N.; MARTÍNEZ, L. Desarrollo de pensamiento crítico en estudiantes de Fisioterapia, a partir del estudio de las implicaciones sociocientíficas de los xenobióticos. **Tecné, Episteme y Didaxis**, n.29, p.65-84, 2011.

ZEIDLER, Dana (org). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003.

ZEIDLER, D.; SADLER, T.; SIMMONS, M.; HOWES, E. Beyond STS: A Research-Based Framework for Socioscientific Issues Education. **Science & Education**, n. 89, p. 357–377. 2005.

ZEIDLER, D.; WALKER, K.; ACKETT, W. A. Y SIMMONS, M. Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. **Science Education**, v. 86, n. 3, p. 343 – 367. 2002

# GÓNDOLA

ISSN 2145-4981

Vol 8 No 1 Agosto 2013 Pp 36 - 53

## A MODERNIDADE, O ENSINO DE CIÊNCIAS E A GERAÇÃO NET. A EXPERIMENTAÇÃO COMO ESTRATÉGIA MOTIVACIONAL

Adriano Vieira de Carvalho<sup>1</sup>  
adrianovcarvalho@yahoo.com.br

### RESUMEN

Este trabalho busca apresentar uma proposta para o ensino de disciplinas da área de Ciências da Natureza que se mostre adequada às necessidades da atual clientela estudantil (a geração net), baseando suas estratégias de ensino na utilização de atividades práticas e no uso de ambientes não formais, como fator capaz de obter a motivação dos estudantes e melhorar sua aprendizagem. São descritas algumas das causas geradoras das transformações importantes pelas quais passou a escola nas últimas décadas, a qual acabou por tornar-se incapaz de atender às atuais necessidades dos estudantes, os quais provêm de origens bastante diferenciadas e cresceram influenciados pela moderna tecnologia (em especial, pela internet). As características da geração net são discutidas e demonstram ser de difícil harmonização com a forma do ensino tradicional, clamando pela utilização de novos métodos e estratégias.

*Palabras claves: Atividades práticas, atividades experimentais, ensino de ciências, educação, geração net, motivação.*

### ABSTRACT

This study aims to present a proposal for teaching disciplines of natural sciences show that fits the needs of the current student clientele (net generation), basing their teaching strategies in the use of practical activities and the use of non-formal environments as a factor able to get the motivation of students and improve their learning. Describe some of the causes that generate the major transformations undergone by the school in recent decades, which eventually become unable to meet the current needs of the students, who come from very different backgrounds and grew up influenced by modern technology (especially, the Internet). The characteristics of the net generation are discussed and shown to be difficult to harmonize with the traditional way of teaching, calling for new methods and strategies.

*Keywords: Teaching of Science with C.T.S.A approach. Preservice Teacher.*

### Introducción

Não é novidade alguma o problema que os educadores encontram para motivar a aprendizagem dos alunos, em especial na área de Ciências da Natureza. Quando a educação ainda era considerada um privilégio para as elites da sociedade, a problemática passava despercebida, em razão, por exemplo, de fatores como o alto nível de seleção dos candidatos a

---

<sup>1</sup> Doutorando en Educación en Ciencias. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Bauru. SP. Brasil.  
Recepción: 11/07/2013. Aprobación: 20/08/2013.

alunos (à época havia os famosos exames de admissão para o curso ginásial). A clientela que buscava as salas de aula era composta por alunos que, por diversas razões (pessoais, pressão familiar, influência social, projeto de vida, etc.) elegiam o estudo, especialmente o das disciplinas relativas à área das Ciências Naturais, até mesmo por seus status social (as carreiras de Engenheiro e Médico sempre foram muito prestigiadas na sociedade brasileira). Como consequência, a sala de aula compunha-se de alunos que esforçavam-se por “aprender” o que os professores desejavam, manifestando “terror” pela reprovação nos exames finais de ano, e uma crença em que, ao término da etapa educativa regulamentar, estariam aptos a obter um melhor posicionamento relativamente ao mercado de trabalho (manifestando, desde já, uma intenção de educação para o mercado de trabalho).

Entretanto, as novas necessidades foram impostas pela evolução histórica da sociedade e das ideologias econômicas, criaram a necessidade de expandir o processo educacional até as camadas mais humildes da população, até então, grandemente excluídas. As ideologias de cunho neoclássico do pós-guerra foram substituindo a cultura do Welfare State, e acabaram por assumir a impossibilidade de continuar a ampliação da acumulação de capital sem prover um aumento do nível de educação da população (SAVIANI, 2011). Como consequência de tal entendimento, já em meados de 1970, ocorreu um importante aumento do número de estudantes ingressando nas escolas. Em 1996, a LDBEN (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, BRASIL, 1996), regulamentou o conceito de *educação para todos*, como uma consequência direta dos entendimentos realizados durante a Conferência de Jomtien (1990), ocorrida na Tailândia no ano de 1990, tornando compulsória a educação curricular formal para toda a população dentro da idade escolar regulamentar. Como consequência, houve um importante incremento do número de alunos que passaram a chegar às escolas.

Como resultados de tais políticas, surgiram vários problemas, como o da evidente heterogeneidade da nova clientela escolar. Se antes tínhamos quase uma totalidade de alunos selecionados, interessados em “aprender” o que seus professores “ensinavam”, receosos de obter más notas nos exames finais e das possíveis reprovações anuais, depois tornou-se freqüente a observação de grupos de alunos com visões bastante heterogêneas quanto às razões para educar-se formalmente, havendo entre eles muitos desinteressados pelo estudo, indiferentes às promoções ou reprovações ou às consequências futuras advindas do seu comportamento estudantil descompromissado. Alguns alunos necessitam até ser “coagidos” a freqüentar os ambientes escolares, por força da lei, sob a pressão de conselhos tutelares e outros órgãos governamentais. Embora não possam ser responsabilizados pelos problemas que a educação

apresenta na atualidade, são uma parte importante da atual clientela escolar, apresentando uma nova gama de desafios aos pesquisadores da Educação. As razões para que tais alunos ajam assim, fogem em muito ao escopo desse trabalho, passando por uma complexa mistura de fatores, do ambiente familiar ao contexto socioeconômico. São alunos incapazes de enxergar valor, importância ou conseqüências de maior importância quanto ao ato de (ou deixar de) educar-se formalmente, apresentando uma série de dificuldades comportamentais e disciplinares quando forçados a freqüentar os ambientes escolares, indiferentes (e até contrários) à aprendizagem e às formas de estudar da escola tradicional. Por escola tradicional, reportamo-nos àquela que prioriza as salas de aulas com os alunos ordeiramente sentados em carteiras, estando estas dispostas regularmente em fileiras, alunos silenciosos, “atentos” aos dizeres de seus professores, tomando anotações ou realizando a prática de exercícios de fixação, algo como o ensino bancário mencionado por Paulo Freire (FREIRE, 2002).

Embora provenientes de ambientes bastante heterogêneos, com origens, interesses e objetivos muito diversos, o que é comum a todos esses alunos é o fato de serem contemporâneos da revolução digital, onde é frequente vivenciarem situações de uso da informática, com estímulos diversos (inclusive pelas mídias televisivas), com facilidades de acesso à internet, onde as pessoas podem comunicar-se virtualmente com seus grupos de interesse (redes sociais), acessar um volume de informações inimaginável para as gerações anteriores, e apresentam uma forte tendência à realização de múltiplas tarefas virtuais, sem, todavia, demonstrar grande atenção a nenhuma delas. De alguma forma, esses elementos, aparentemente negativos, precisam ser considerados e utilizados pelos responsáveis pela educação desses jovens.

Um dos elementos que costuma ser apontado como facilitador da aprendizagem e atrator de atenção em aulas de Ciências da Natureza (doravante mencionadas simplesmente como ciências, para fins desse trabalho), é a realização de atividades práticas (aqui entendidas de uma forma ampla, e incluindo as experiências laboratoriais), em suas mais variadas vertentes, como pode ser comprovado pela grande quantidade e variedade de trabalhos de pesquisadores investigando o uso da experimentação em contextos de aula. Existe praticamente uma unanimidade entre os pesquisadores da área Ensino de Ciências com respeito à validade do uso de atividades práticas como estratégia de incremento da aprendizagem, o que pode indicar um caminho viável para romper o dilema de como trazer a atenção e interesse de alunos desmotivados para as salas de aula, permitindo condições adequadas de aprendizagem aos mesmos, e, simultaneamente, respeitar as particularidades desta nova clientela que tem chegado às escolas e apresentado apatia. Assim, este trabalho propõe a discussão sobre algumas das



características da nova geração de estudantes, seus focos de atenção e possibilidades de motivação para o aprendizado, a qual seria a utilização mais intensa de atividades práticas em sala de aula.

## **2. O saudosismo paralisante**

Há já uma tradição entre os educadores, quanto a ouvir as menções saudosísticas aos “velhos tempos”, à “escola de antigamente”, numa evidente referência ao ensino escolar comum até fins da década de 1960. Os admiradores desse período nostálgico lembram-se do interesse dos “bons” alunos de outrora, como “esforçavam-se” pelos estudos, sua “ânsia” por melhores notas, sua disciplina, etc. sem, entretanto, aperceberem-se das profundas diferenças entre os alunos daquela época e os de hoje, a começar, por exemplo, pelo interesse em aprender, com argumenta Paro (1999). Os saudosistas esquecem-se do caráter eminentemente desigual, antidemocrático e elitista das escolas “de antigamente”, selecionando seus candidatos a alunos dentre aqueles que já possuíam “pré-requisitos culturais” (posição social, estrutura familiar, etc.), o que facilitava enormemente a ação das escolas e, por conseqüência, seu desempenho estudantil (PARO, 1999).

Como conseqüência, a escola “de antigamente” era uma escola elitista e elitizada, para poucos “predispostos” ao aprendizado pelas mais diversas razões (pessoais, pressões familiares ou sociais, necessidade de reconhecimento, prestígio, desempenho profissional, etc.), o que exigia do aluno um grande dinamismo e empenho pessoal, a fim de vencer as dificuldades que encontrava pelo caminho. O aluno “aprendia” a despeito de todas as possíveis mazelas que encontrasse em seu caminho (poderia haver professores inadequadamente preparados, escolas desatualizadas ou desestruturadas, deficiências curriculares, etc.), exercitando-se num tipo de aprendizado que priorizava a memorização e a aceitação de um leque de “verdades curriculares” incontestáveis sem, necessariamente, compreendê-las, bastando ser capaz de reproduzi-las, num ensino claramente reprodutivista, do tipo bancário, segundo o vocabulário freireano (FREIRE, 2002).

Todavia (e infelizmente, segundo o pensamento saudosista), essa situação tornou-se impossível de manter-se perpetuamente. A evolução do Capitalismo tornou imperativa a realização de mudanças profundas com relação à educação da população. Entre os fatores de peso, podemos citar o aspecto econômico ligado à educação. Segundo Rigotto e Souza:

“Na determinação do crescimento econômico, a ênfase dada à contribuição do capital e do trabalho é bastante significativa, uma vez que essas variáveis afetam positiva ou negativamente o nível do produto e do emprego. A magnitude dos impactos dessas variáveis sobre o PIB, no entanto, depende da contribuição de fatores implícitos, como níveis educacionais e tecnológicos (Souza, 2005). A educação pode ser considerada decisiva para o uso correto de novas tecnologias e para o aumento da produtividade, sendo inclusive apontada por autores, como Mincer (1981) e Romer (1994) como decisivas para o crescimento econômico.” (RIGOTTO e SOUZA, 2005, p. 352).

Desta forma, como uma decorrência da substituição da ideologia econômica do Welfare State (que nunca chegou a ser aplicada efetivamente em nosso país) pela do modelo neoclássico, a Educação passou a ser encarada clara e explicitamente como um dos insumos de produção para favorecer o crescimento econômico das nações. Uma mão de obra mais educada permitia atingir maiores níveis de produtividade, numa clara interpretação economicista do fenômeno educativo. Já na passagem da década de 1960 para a de 1970, ou seja, durante a vigência do regime militar, iniciado pelo Golpe de 1964, pode-se observar um aumento extraordinário do volume de alunos nas escolas, o que manteve-se nos anos subseqüentes, conforme a tabela 1, a seguir:

Tabela 1: Evolução da Matrícula no Nível Superior, Brasil 1980 – 1998 (Castro,1998).

Ano	Total	Federal	Estadual	Municipal	Particular	Ano
1980	1.377.286	316.715	109.252	66.265	885.054	1980
1981	1.386.792	313.217	129.659	92.934	850.982	1981
1982	1.407.987	316.940	134.901	96.547	859.599	1982
1983	1.438.992	340.118	147.197	89.374	862.303	1983
1984	1.399.539	326.199	156.013	89.667	827.660	1984
1985	1.367.609	326.522	146.816	83.342	810.929	1985
1986	1.418.196	325.734	153.789	98.109	840.564	1986
1987	1.470.555	329.423	168.039	87.503	885.590	1987
1988	1.503.555	317.831	190.736	76.784	918.204	1988
1989	1.518.904	315.283	193.697	75.434	934.490	1989
1990	1.540.080	308.867	194.417	75.341	961.455	1990
1991	1.565.056	320.135	202.315	83.286	959.320	1991
1992	1.535.788	325.884	210.133	93.645	906.126	1992
1993	1.594.668	344.387	216.535	92.594	941.152	1993
1994	1.661.034	363.543	231.936	94.971	970.584	1994
1995	1.759.703	367.531	239.215	93.794	1.059.163	1995

1996	1.868.529	388.987	243.101	103.339	1.133.102	1996
1997*	1.965.498	406.742	254.924	112.278	1.191.554	1997*
1998*	2.085.120	426.187	268.724	123.695	1.266.514	1998*
89/98(%)	51,4	34,7	145,9	86,6	43,1	89/98(%)

Entretanto, tal ocorrência deu-se sem um concomitante aumento do número de unidades escolares ou de professores, demonstrando falta de planejamento prévio, o que acarretou problemas notoriamente conhecidos (salas excessivamente numerosas, falta de docentes adequadamente preparados, etc.). Ainda assim, o sistema educacional brasileiro buscou meios para absorver este contingente extra de alunos, porém muito ainda estava por ser feito, uma vez que a dinâmica econômica clamava por um volume cada vez maior de mão de obra de melhor qualidade, pois, como uma das conseqüências das crises recessivas das últimas décadas do século XX e das premissas neoliberais, o mercado de trabalho tornou-se paulatinamente mais seletivo e exigente em termos de qualificação educacional de sua mão-de-obra, como mencionam Pastore e Silva (2001).

A década de 1990 foi determinante para a constituição da atual conjuntura educacional. Reproduzimos, a seguir, um trecho do trabalho de Galvanin:

“A década de 90 é marcada por um processo de reformas operacionalizadas na educação, pelo governo brasileiro envolvendo mudanças nos vários níveis e modalidades do ensino. Para entendermos as atuais mudanças que permeiam o sistema educacional brasileiro há a necessidade de situá-las diante do processo de reestruturação da organização do trabalho capitalista e de novos modelos de gestão. Bem como, discuti-las no contexto da reforma do Estado, através de uma perspectiva econômico-política. Embora tenha tomado notabilidade no Brasil ao final dos anos 80, a polêmica em torno de uma nova relação entre inovação tecnológica, educação e qualificação está colocada nos países de capitalismo desenvolvido desde a década de 70 (FOGAÇA, 2001, p. 55). Azuete Fogaça, afirma que, as transformações nos processos de produção e organização do trabalho, desencadearam estudos, que apontavam os impactos crescentes do avanço tecnológico e científico nos novos padrões de concorrência, em função de um mercado que começava a se globalizar – destacando a exigência de novos perfis ocupacionais, em novas condições de formação escolar em todo nível da hierarquia ocupacional. Nas conclusões do estudo, o sentido observado era de que: [...] deveria priorizar, dali para frente, reformas nos sistemas educacionais dos países industrializados ou em processo de industrialização, de forma a preparar melhor seus recursos humanos para essa nova etapa da produção capitalista, na qual a escola cumpriria um papel fundamental na qualificação profissional básica de todos os segmentos da hierarquia ocupacional. [FOGAÇA, 2001, p. 55]” “A correspondência das transformações do processo produtivo na educação e formação profissional através das mudanças na forma de produção exigiram alterações no

delineamento do trabalhador. Ou seja, o processo produtivo à medida que modifica e evolui o mecanismo de produção mecânica para tecnológica, exige modificações também na formação do trabalhador quanto a seus conhecimentos e técnicas para atender esse processo produtivo.”(GALVANIN, 2005, p.2).

Assim, é necessário aceitar, definitivamente, que a clientela estudantil presente às escolas do Brasil de hoje, é fruto das necessidades do mercado de trabalho, dentro de uma perspectiva globalizada, neoliberal (ou neoclássica, como preferem alguns), onde o Estado assume a função de mediador dos interesses empresariais. Nesse processo, houve um deslocamento do foco educacional, que deixou a formação humana em segundo plano e voltou-se para uma formação subordinada às demandas do Capitalismo, num processo de adequação da força de trabalho às novas necessidades do setor produtivo, conforme citado por Galvanin (GALVANIN, 2005, p.6).

### **3. O novo alunado: A Geração Net**

Segundo os documentos educacionais oficiais (LDB, 1996), a tarefa da Educação é preparar as pessoas para a vida, a cidadania e o trabalho, porém em quais circunstâncias e contextos isso se dá na atualidade?. Segundo Pretto e Pinto (2006), a atualidade refere-se a um contexto social complexo e de grande dinamismo, em contínuo estado de mudança com relação às necessárias competências pessoais, às formas de organização do trabalho e da produção, ao avanço dos processos automatizados de produção, à relação entre o ciberespaço e o saber, às tecnologias da inteligência e inteligência coletiva e às competências estratégicas, tudo isso determinando novos processos e estratégias cognitivas expandidas, modificando profundamente as relações sociais com o saber.

A popularização do uso da internet afetou profundamente a sociedade, e especialmente os novos educandos. A mídia bombardeia a todos com uma enxurrada de informações, notadamente visuais, onde abundam os estímulos ao uso de aparelhos eletrônicos de última geração, como celulares, tabletas, ipods, pendrives, notebooks, etc., os quais, se não estão acessíveis à toda a população, ao menos fazem parte da vida dos mesmos por meio de vários programas públicos de acesso à internet, inclusive em escolas e bibliotecas públicas. Esses alunos são pertencentes à chamada *geração net*, conforme foram descritos por Nogueira (2007), os quais possuem características bastante definidas e diferenciadas com relação às gerações precedentes. A geração net não concebe o relacionamento social isolado da mediação tecnológica digital. São apreciadores ávidos de entretenimentos virtuais interativos e apresentam dificuldades para discernir entre interações virtuais e reais. Vários trabalhos tem mostrado que os

internautas brasileiros são campeões mundiais com relação ao número de horas de acesso à internet (NOGUEIRA, 2007, p.80-81).

Tais jovens são fundamentalmente diferentes da geração que os precedeu, em especial com relação à forma de lidar com o pensar, de lidar com a avalanche de informações disponíveis permitidas pelo mundo virtual e até na forma como processar seus pensamentos. Podemos dizer que são uma geração de pessoas *multi-tarefa (multi-task)*, passando habitualmente horas em frente ao computador, realizando simultânea e paralelamente um grande número de atividades. Essa nova forma de processamento de informações e administração de tarefas acarretou profundas mudanças na forma de pensar e processar a informação para esses jovens. Segundo Prensky (apud. NOGUEIRA, 2007), esse jovens são capazes de processar a informação de forma paralela, lendo as imagens antes dos textos lingüísticos, realizando buscas randômicas pela informação desejada, muito sensíveis a gratificações freqüentes, adeptos mais de jogos (ludicidade) do que de atividades sérias e disciplinadas. São altamente curiosos, com elevado senso de auto-suficiência, rebeldes, inteligentes, bastante adaptáveis, portadores de elevada auto-estima e orientação globalizada (NOGUEIRA, 2007, p.81).

Esses estudantes, altamente diferenciados, apresentam, então, pouca sensibilidade às formas tradicionais de ensino, adequadas (talvez) às gerações anteriores. Fica claro, portanto, a necessidade de encontrar alternativas viáveis que possibilitem a comunicação adequada entre professores e esses novos alunos, e a aprendizagem de qualidade dos conteúdos curriculares determinados pela sociedade como necessários ao cidadão do século XXI. Um trecho do trabalho de Nogueira (2007) descreve bem a conjuntura:

“...essas instituições educacionais (escolas, faculdades, universidades, cursos de línguas estrangeiras e outras), precisam se adaptar a essa nova realidade composta de uma era informacional e digital num mundo globalizado, e aos alunos geração digital que agora ocupam os seus bancos escolares. De acordo com Morais e Paiva, a necessidade de corresponder às complexas exigências decorrentes desta era informacional, que se impõe a cada momento, vai refletir-se obrigatoriamente no pensamento e nas práticas de educação, no sentido da definição de um novo paradigma educacional. A escola tem necessidade de se renovar no sentido de poder ser mais atrativa para os jovens de hoje, que têm necessidades e interesses decorrentes da sociedade em que vivem (Morais e Paiva, 2005).

Na opinião de Tapscott (1999, p.3), a educação escolar, que na maioria das situações ainda segue um paradigma de ‘aprendizagem por transmissão’ (broadcast learning), está aos poucos adotando um novo modelo de aprendizado: a ‘aprendizagem interativa’ (interactive learning). Este autor compara esses dois paradigmas educacionais, que ele não considera como dois extremos estanques, e sim como um continuum, ou seja, instituições que adotam qualquer um dos dois paradigmas podem apresentar algumas ou várias características do

outro. De acordo com Tapscott, as abordagens mais tradicionais adotam a premissa de que o aprendizado se dá de modo linear e seqüencial e, conseqüentemente, adotam materiais que se propõem a serem usados desta forma, tais como livros (inclusive os didáticos)<sup>95</sup>, que geralmente são lidos e utilizados linearmente, ou seja, do início ao fim. As abordagens mais recentes, no entanto, tendem a refletir o modo como a geração net acessa a informação na vida real, em outras palavras, de modo interativo e não seqüencial.

Nos séculos passados, a “pedagogia estava relacionada com à melhoria da transmissão da informação”<sup>96</sup> (Brown apud Tapscott, 1998, p.6), com o ensino de certos conteúdos pré-escolhidos e uniformizados, que deviam ser ensinados no ambiente escolar sem nenhuma preocupação com o interesse, relevância e motivação do aluno. Esse paradigma de broadcast learning colocava todo o foco no professor, que era o detentor do conhecimento e o responsável por sua transmissão. Hoje em dia, o foco da pedagogia mudou e, ao invés de se preocupar com a transmissão do conhecimento, passou a se ocupar da sua descoberta e construção. Essa abordagem construtivista, proposta por Vygotski, defende que as pessoas aprendem melhor quando descobrem um fato ou conceito do que quando ele é ensinado a elas. O construtivismo é centrado no aluno, nas suas necessidades e interesses, o que possibilita que o seu aprendizado seja customizado, na medida em que a experiência educativa de cada aluno é sempre pessoal e única. Nesse novo paradigma, o papel do professor deixa de ser o de transmissor da informação e passa a ser o de facilitador do aprendizado. Num mundo cientificamente frenético como o de hoje, em que a cada dia novas descobertas são feitas e em o que ontem era uma ‘verdade científica’, hoje, pode não ser mais, ter certos conhecimentos é bem menos importante do que ser capaz de achar, sintetizar e aprender novos conteúdos. No século XXI “o aprendizado se tornou um processo contínuo, que dura toda a vida”<sup>97</sup> (Tapscott, 1998, p.8).”(NOGUEIRA, 2007, p.82-84).

Fica claro, assim, que os métodos tradicionais de aula chegaram a um ponto de exaustão, não sendo mais possível ir além sem buscar alternativas capazes de adequar-se e satisfazer os interesses da *geração net*. Uma possível alternativa de solução seria o uso de atividades práticas em substituição parcial (ou total, de acordo com a sensibilidade didática do docente e das escolas) às aulas expositivas, as quais tem sido citadas como a fonte de tanto enfado e baixo aproveitamento nesses alunos.

#### **4. O uso de atividades práticas**

A área de ensino de Ciências já conta com um volume bastante considerável de trabalhos sobre o uso de atividades práticas (enfatizamos novamente que aqui as consideramos livremente como sinônimo de atividades experimentais, ou simplesmente, experimentação, além de excursões e visitas orientadas), o que permitiu aos pesquisadores da área chegar a um consenso sobre sua validade, potencialidade e riqueza pedagógico-didática, como citam vários autores

(ARAÚJO e ABIB, 2003, p.176-177; LABURÚ, 2006, p.384; ALVES FILHO, 2000, p.175; GALIAZZI et. ALL, 2001, P.250 e BORGES, 2012, p.294, entre outros).

Creemos que estes poucos exemplos já são suficientes para afirmar a força de que a idéia quanto à utilização de atividades práticas no ensino de ciências (e de Física, em particular) goza na área acadêmica. Há várias causas para tal aceitação, dentre as quais podemos citar:

- As ciências são encaradas como atividades eminentemente práticas, portanto seu aprendizado também deveria dar-se por meio da prática, da vivência;
- O rompimento da rotina das aulas expositivas, declamatórias, goza de boa aceitação entre os alunos, curiosos e ávidos que são por novidades que lhes quebre a rotina das aulas tradicionais;
- A visualização dos fenômenos facilita uma melhor e mais duradoura compreensão sobre os conteúdos ministrados, ao permitir uma saída do mundo da imaginação e vivenciar a realidade (assemelhando-se ao dito popular de que “uma imagem vale por mil palavras”);
- A interação com os colegas é uma característica da geração net, e o uso dos materiais de um experimento desperta e utiliza a característica de curiosidade desses alunos. Passeios orientados também permitem situações de estímulo à curiosidade.

A validade quanto ao uso desse tipo de atividades como estratégia didática está, assim, firmemente estabelecida na visão dos docentes e pesquisadores da área. Além disso, parece satisfazer a necessidade de motivar os alunos, porém, mais que motivar, é necessário tomar o cuidado de motivá-los adequadamente a fim de obter uma aprendizagem efetiva, ultrapassando a ludicidade, ou seja, a atividade, mais que curiosa e divertida, deve ser cativante.

#### *4.1 A Motivação*

Pode-se compreender a motivação como sendo o elemento propulsor psicológico de uma ação, o impulso interno que leva um indivíduo à ação (WIKIPÉDIA, 2012), que dá direção a um fim (LABURU, 2006, p.388).

A motivação, no caso deste trabalho, é, assim, aquilo que induz (ou induziria) os alunos a empenharem-se na execução de uma determinada tarefa, objetivando seu aprendizado. É um tema complexo, porém de grande importância para que uma atividade didática (experimental ou não) seja bem sucedida. Laburú (2006) afirma que a problemática da motivação encontra-se na

utilização de estratégias eficientes e na capacidade das mesmas em potencializar o estímulo motivacional entre o maior número possível de alunos. Para isso, é necessário que o docente utilize atividades cativantes, capazes de despertar a curiosidade e o interesse estudantil, de forma a abalar as atitudes de inércia e apatia dos estudantes durante as aulas, frequentemente mencionadas pelos professores (LABURÚ, 2006, P.385).

É, portanto, essencial motivar os alunos, porém há que se considerar que a própria motivação é um fenômeno multifacetado, eivado de subjetividade, devido às características do próprio sujeito, ou seja, o aluno. A motivação é muito mais que o despertar da curiosidade frívola, é propiciar um estado relativamente duradouro de interesse, no intuito de permitir que o processo de aprendizagem ocorra e se solidifique (LABURÚ, 2006, P.385).

É impossível impor a aprendizagem, ela só pode ser atingida com a concordância, a anuência, a benevolência do aprendiz. A antiga premissa de que a aprendizagem era a repetição *ipsis litteris* do discurso professoral, caiu por terra há tempos. Num mundo marcado por uma contínua revolução do conhecimento, por uma incerteza perene com relação ao que pode ser (ou é) definitivo, não resta espaço para aprendizagens memorísticas como as do passado. Exige-se que o cidadão moderno seja alguém com um nível de dinamismo extremamente elevado, bastante acima das expectativas de gerações anteriores, analítico, crítico, etc. razões pelas quais a escola, nos moldes tradicionais, mostra-se incapaz de educar satisfatoriamente a *geração net*. O fator motivacional muitas vezes é nulo em situações de sala de aula, levando à falência dos processos de ensino e aprendizagem, por não haver a participação (psicológica) do aprendiz (LABURU, 2006, p.388).

Nos trabalhos da área de motivação é costume encontrar a diferenciação da mesma em duas classes, a *motivação extrínseca* e a *motivação intrínseca*. A motivação extrínseca pode ser entendida como sendo o estímulo ao trabalho como resposta a um estímulo externo à atividade, buscando recompensas externas pessoais (materiais, sociais ou reconhecimento). A motivação intrínseca, alternativamente, tem sua origem na ação interior, voluntária do indivíduo, em busca de um grau interior, psicológico e individual de satisfação (LABURÚ, 2006, p.389).

Ambas categorias motivacionais são necessárias à aprendizagem, porém atuam diferentemente sobre o aprendiz. Enquanto a motivação extrínseca está mais ligada aos resultados externos (às recompensas) e à satisfação final de obter aquilo que se objetivava, a intrínseca está fortemente ligada ao sentimento psicológico de prazer que o aprendiz experimenta durante a ação em si, ou seja, é mais duradouro e permanece durante toda a ação (física ou



mental). Não é difícil perceber que tais aspectos motivacionais não podem ser obtidos de forma coercitiva, o que determina que as salas de aula eficientes para a *geração net* necessitam tornar-se locais onde prevaleça a afetividade, o entendimento, a cooperação, etc.

#### *4.2 As Atividades Cativantes*

Nosso objetivo aqui não é, absolutamente, o de exaurir a questão ou apresentar fórmulas de como promover atividades práticas motivadoras, mas sim o de propor algumas características que podem ser consideradas a fim de intensificar a utilização de tais atividades em situações de ensino e aprendizagem.

Inicialmente, um dos aspectos que chamam a atenção ao pensar em motivar os alunos, é utilizar sua curiosidade natural. Esta pode vir a ser, realmente, o ponto de partida de uma atividade de investigação, a busca pela descoberta das causas para a ocorrência de um fenômeno específico. Pode não ser novidade, mas frequentemente esse aspecto é ignorado durante as aulas.

Outra alternativa seria a exploração de situações lúdicas, e a investigação a respeito das origens das sensações de prazer experienciado (físico e/ou psicológico).

Embora sejam exemplos de situações válidas, há que considerar-se que são motivações do tipo de curta duração, e necessitam ser adequadamente acompanhadas por ações de reforço motivacional, administradas pelo docente, o qual deverá estar apto a agir em conformidade às reações de sua clientela. O importante é manter o foco na aprendizagem, evitando que as atividades desviem-se para uma satisfação superficial da curiosidade imediata ou da diversão frívola.

Para a viabilização de tais atividades, não é essencial o uso de laboratórios, embora o fato de havê-los possa facilitar enormemente várias situações. Excursões, passeios, visitas orientadas, aulas de campo podem ser, com o devido planejamento, criatividade e imaginação, transformadas em atividades de aprendizagem estimulantes, cativantes, sendo estas aulas extra-classe momentos de “descontração” capazes de viabilizar e predispor o estado psicológico dos alunos a condições de bem-estar e interesse suficientes para romper possíveis oposições e superar os métodos tradicionais do ensino. A proposição de questões ou problemas abertos, como desafios, pode tornar-se mais uma ferramenta interessante em tais situações. Embora (ainda) não seja possível indicar pormenorizadamente roteiros para atingir tais objetivos, deve-se adotar como um eixo-orientador manter a atenção dos envolvidos focada nas razões, como e porquês das situações vivenciadas.

Outro aspecto a considerar está na necessidade do docente evitar a ocorrência de estados de frustração entre os estudantes, por incapacidade de atingir maiores estágios ou zonas de desenvolvimento cognitivas muito superiores. As atividades devem ser planejadas a fim de evitar situações onde exija-se dos alunos grandes saltos cognitivos, o que poderia acarretar um rompimento do processo de aprendizagem e a sua substituição por um sentimento de incapacidade, de incompetência, o que levaria tais alunos a um rápido processo de fuga da situação desconfortável e perda de interesse pela atividade, além de poder criar condições de bloqueios psicológicos quanto às atividades futuras.

## 5. Geração Net e Atividades Práticas

Pode-se, agora, compreender algumas das razões pelas quais a atual geração de alunos tem apresentado problemas de aprendizagem, os quais ainda são motivo de intensas pesquisas na área de ensino (e do ensino de ciências entre elas). Esses alunos, pertencentes à *geração net*, diferenciam-se grandemente dos anteriores devido ao contexto de mundo e de sociedade em que foram gerados e estão desenvolvendo-se. Como já foi mencionado, o atual modo de vida, caracterizado por um dinamismo e incerteza permanentes, criou condições para que esses alunos desenvolvessem um agir de forma bastante diferenciada em relação às formas de interação social e maneiras de pensar de outrora. São jovens com alto nível de dinamismo, comunicantes, arredios a comportamentos passivos e impacientes por resultados rápidos. Diante de tais e tão profundas diferenças, esperar que essas pessoas comportem-se como as das gerações anteriores, nos moldes de uma escola tradicional é, no mínimo, ilusório. Obviamente que há uma grande heterogeneidade quanto às origens e formação social entre eles, determinando particularidades, as quais também são fruto de um momento, um contexto histórico-social comum, resultando em novas necessidades educacionais que sejam adequadas ao seu novo modo de entendimento, de vida. Se a sociedade passou por tão profundas transformações ao longo do século XX, como pode-se esperar menos do ser humano, ao mesmo tempo agente e sujeito, motor e fruto dessa transformação? A escola que atendeu às necessidades da sociedade de gerações anteriores (?) já não é mais capaz de dar conta das necessidades presentes, muito modificadas que foram. Não é cabível esperar que alunos de hoje, frutos de uma sociedade em efervescência contínua, apresentem o mesmo comportamento daqueles do início do século passado. A realidade mudou. Esta é a uma (dentre outras) das razões pelas quais a escola atual tem sofrido tanto e sido tão duramente responsabilizada pelos baixos desempenhos observados a partir dos resultados dos instrumentos de avaliação de massa. Deve-se aceitar como fato que a escola atual é injustamente acusada, injustamente porque não foi adequadamente instrumentalizada para receber esses novos

estudantes. Toda a sua estrutura, da parte física ao quadro de profissionais, carece de acertos modernizadores para cumprir satisfatoriamente a função que a sociedade lhe delegou. As salas de aula tradicionais tornaram-se locais de desconforto para docentes e, principalmente, para estudantes da geração net, incapazes de permanecer sentados em seus lugares durante as longas horas regulamentares, sem comunicarem-se uns com os outros durante as explicações do professor, sem verem sentido em um modo de “aprender” que vem de décadas atrás, de um mundo que não mais existe e sem significado para eles.

A constatação da situação crítica das escolas, sua incapacidade para receber adequadamente esses alunos, gera uma urgência na busca por alternativas viáveis a fim de tornar a aprendizagem, ao menos, suportável e significativa, condições mínimas e essenciais, sem as quais nenhum aluno estará predisposto ao estudo, à aprendizagem.

Sendo a geração net fundamentalmente agitada, multi-tarefa, dotada de raciocínio paralelo, como mencionamos anteriormente, torna-se claro então que as aulas devem contemplar tais características a fim de envolver os estudantes e motiva-los à aprendizagem. É em razão disso que propomos uma aprendizagem modificada, balizada em atividades práticas, envolvendo os alunos, desafiando-os, despertando e estimulando sua curiosidade natural (que o ensino do tipo tradicional refreou por tanto tempo). As atividades práticas apresentam grande número de características que vão de encontro às da geração net:

- Podem dar-se numa grande variedade de locais, desde salas de aula “tradicionais”, passando por laboratórios didáticos, centros de ciências, indo até museus, parques e lugares pouco usuais para a educação formal, como oficinas e fábricas. Ou seja, assim como a geração net, tais atividades podem ser dinâmicas sob o ponto de vista geográfico e desatreladas de localizações específicas;
- Também permitem o aprendizado por meio de interação social em grupos, troca intensa de informações e reflexão, semelhante ao que ocorre quando a geração net interage por meio das populares redes sociais;
- Tem forte apelo plástico, visual, assim como a atenção durante as buscas dos alunos na internet concentra-se principalmente nas imagens, antes que nos textos;
- Podem ser contextualizadas, referindo-se a elementos pertinentes à existência e interesses da geração net;
- Tais atividades exigem professores que “ajudem” os alunos a caminhar por si, o que obriga ao estabelecimento de laços de confiança, respeito, compreensão, ou

seja, emoções empáticas, algo de extrema importância para essa geração de alunos. O que não necessariamente ocorre em aulas “tradicionais”;

- Permite múltiplas ações dos alunos, em correspondência ao raciocínio paralelo e hiperatividade da geração net.

Claro está que outras características interessantes poderiam ser apontadas por pesquisadores da área, porém acreditamos que esses exemplos são suficientes para mostrar a riqueza que tais procedimentos podem vir a representar para a educação dessa geração de alunos. Todavia, deve-se ter que o simples usos das atividades práticas é condição facilitadora, porém não suficiente para romper os problemas apresentados por um ensino calcado no conteudismo e memorização, exigindo modificações mais profundas quanto às formas de ensinar e avaliar os alunos.

## **7. Considerações Finais**

Ao longo desse trabalho, objetivamos lançar um olhar diferenciado com respeito aos problemas escolares quanto aos problemas de desempenho e interesse dos alunos, especialmente com relação ao ensino e aprendizagem de ciências. Procuramos entender algumas das razões e formas pelas quais as escolas chegaram à situação atual, com salas de aula lotadas, alunos desinteressados (insensíveis alguns) e, até mesmo, coagidos ao estudo, apresentando alguns determinantes econômicos que levaram a essa situação. Tentamos, também, identificar algumas das características mais relevantes dessa nova geração de alunos, a qual é tão particular e especial a ponto de receber o nome específico de geração net. Mostramos porque cremos estarem as escolas despreparadas para recebê-los e trabalhá-los, a fim de formar os cidadãos preconizados pela legislação. Vimos, também, como a intensificação do uso de atividades práticas pode vir a tornar-se uma ferramenta interessante de ensino, se devidamente adaptada e operacionalizada, podendo agir como elemento motivador para os alunos apáticos e, por vezes, indisciplinados, que geram tantas reclamações entre os professores. Observamos, ainda, alguns pontos que indicam serem as atividades práticas possuidoras de características que convergem em relação aos hábitos e comportamentos da geração net. Finalmente, propusemos alguns pontos de balizamento para que os docentes que trabalham com esses alunos possam imaginar e desenvolver atividades práticas de uma forma mais cativante.

Obviamente, a adoção de estratégias baseadas na proposição apresentada requer alterações de vulto quanto à forma de relacionamento professor-aluno, ao funcionamento da instituição escola, aos currículos e mesmo na carga horária das disciplinas, porém há um

consenso entre os educadores de que a situação é preocupante e requer mudanças em vários níveis, em virtude do fato de que a estrutura de que dispomos atualmente dá sinais claros de exaustão.

Há necessidade evidente de reestruturar a disponibilidade de tempo para que os estudantes possam dedicar-se satisfatoriamente às práticas propostas, pois com as exíguas duas horas-aula semanais para as disciplinas da área de ciências, torna-se extremamente difícil viabilizar tais processos. Também os professores responsáveis por ministrar as disciplinas de ciências necessitam receber um apoio maior, a fim de terem condições para o planejamento e instrumentalização de tais atividades. A própria estrutura da escola necessitaria de reformulações, a fim de permitir um maior dinamismo das aulas, e também em ambientes não formais. O uso de novas tecnologias educacionais, tais como softwares educativos e acessibilidade à web é muito salutar, porém não vemos isso como uma condição *sine qua non* para atender às necessárias mudanças, pois é possível aproveitar a versatilidade das atividades práticas de forma a compensar a possível carência desses novos elementos.

Este trabalho não teve a ousadia de apresentar uma solução final ao problema representado pelos alunos do século XXI às escolas, mas sim, sugerir que se faça um maior uso de atividades práticas durante as aulas como forma de auxiliar a vencer a barreira que a indiferença estudantil apresenta à aprendizagem, e ser mais um contributo para que pesquisadores da área possam refletir e criticar, na contínua busca por uma melhor compreensão dos problemas da educação e as possibilidades de superação da questão que a sociedade nos apresenta.

## 8. Referências

ALVES FILHO, J. P.; Regras da Transposição Didática Aplicadas ao Laboratório Didático; **Cad.Cat.Ens.Fís.**; v.17; n.2; p.174-188; ago.2000.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB; M. L. V. S.; Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades; **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n.2, Junho de 2003.

BORGES, A. T.; Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências; **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 19, n.3: p.291-313, dez. 2002.

BRASIL; Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da União**, de 23 de dezembro de 1996.

CASTRO, M. H.; **Uma Avaliação do Sistema Educacional Brasileiro**, Brasília: Ministério da Educação e Cultura; 1998.

FREIRE, P.; **Pedagogia do Oprimido**; Rio de Janeiro; Ed. Paz e Terra; 2002.

GALIAZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHIMTZ, L. C.; SOUZA, M. C.; GIESTA, S.; GONÇALVES, F. P.; Os objetivos da atividades experienciais no Ensino Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências; **Ciência & Educação**; v.7; n.2; p.249-263; 2001.

GALVANIN, B; Reforma do Sistema Educacional dos Anos 90: Breves Considerações sobre os Aspectos Históricos, Econômicos e Políticos; Hórus – **Revista de Humanidades e Ciências Sociais Aplicadas**; Ourinhos/SP; nº 03; 2005.

LABURU, C. A.; Fundamentos para um Experimento Cativante; **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n.3, p. 382-404, Dezembro de 2006.

NOGUEIRA, M. C. B.; **Ouvindo a voz do (pré)adolescente brasileiro da geração digital sobre o livro didático de inglês desenvolvido no Brasil**; orientadora: Barbara Hemais; Dissertação (Mestrado em Letras); Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; Rio de Janeiro; 2007

PARO, V. H.; Administração Escolar e Qualidade do Ensino: O que os Pais ou Responsáveis Têm a Ver Com Isso?; 18º Simpósio Brasileiro de Política e Administração da Educação; Porto Alegre, 24 a 28/11/1997; publicado em **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE POLÍTICA E ADMINISTRAÇÃO DA EDUCAÇÃO**, 18, 1997, Porto Alegre. Anais: sistemas e instituições: repensando a teoria na prática. ANPAE, 1997. v. 1. p. 303-314. Também publicado em BASTOS, João Baptista; org. Gestão democrática. Rio de Janeiro, DP & A, 1999, p. 57-72.

PASTORE, J.; SILVA, N.V.; Análise dos Processos de Mobilidade Social no Brasil no Último Século; Trabalho apresentado no **XXV Encontro Anual da ANPOCS**, Caxambu, de 16 a 20 de outubro de 2001.

PRETTO, N.; PINTO, C. C.; Tecnologias e novas educações; **Rev. Bras. Educ.**[online]. 2006, vol.11, n.31, pp. 19-30.

RIGOTTO, M. E.; SOUZA, N. L.; *Evolução da Educação no Brasil, 1970-2003*; **Análise**, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 351-375, ago./dez. 2005.

SAVIANI, D.; **História das Idéias Pedagógicas no Brasil**; 3ª ed.; Autores Associados; Campinas; 2011.

WCEFA (World Conference of Education For All/ Conferência Mundial de Educação para Todos); *Declaração mundial sobre educação para todos e plano de ação para satisfazer as necessidades básicas de aprendizagem*; Jomtien; Tailândia; 1990.

WIKIPEDIA; <http://pt.wikipedia.org/wiki/Motiva%C3%A7%C3%A3o>; acesso em 04/01/2012.

## SIGNIFICADOS DE “MATEMATIZAÇÃO” DE PROFESSORES E ESTUDANTES DE UM CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA: UM ESTUDO DE CASO<sup>1</sup>

Diego Vizcaino<sup>2</sup>

d\_vizcaino@yahoo.com

Eduardo Terrazzan<sup>3</sup>

eduterra@pq.cnpq.br

### RESUMEN

Apresenta-se um estudo sobre a forma como é entendida e trabalhada a Matemática no âmbito do Ensino e a Aprendizagem da Física, no curso de Licenciatura em Física de uma Universidade pública do interior de São Paulo, Brasil. Para tal, fizemos um levantamento sobre as propostas de pesquisadores nesta linha, que mostrou-nos como vêm-se inserindo neste campo o termo de “Matematização” para representar processos por meio dos quais o aprendizado da Física ganha significação, ao considerar a formação de habilidades, tais como; observação, descrição, idealização, análise lógico local, axiomatização e aplicação. Acompanhamos durante um ano, diversas disciplinas de Física de diferentes semestres buscando que fossem do começo, metade e final do curso. Utilizamos o diário de campo como técnica de registro da informação, coletando; dados básicos, conteúdos, e desenvolvimento da aula. Com base na análise do diário de campo foi elaborado um roteiro de observação contendo indicadores que permitissem detectar a presença e a forma como se desenvolvem processos de Matematização, servindo-nos deste roteiro, observamos durante um semestre um outro grupo de disciplinas de Física, fazendo uma análise de conteúdo sobre o material produzido. Constatamos que o fato de observar disciplinas de diferentes níveis do curso, não ofereceu diferenças de atuação dos professores nem dos estudantes. Com relação à presença de processos de Matematização, não se pode falar que não existam, uma vez que tanto estudantes quanto professores vão em busca da compreensão dos conteúdos da Física. Porém, não se evidencia desenvolvimento profundo das características da Matematização oferecidas pelos pesquisadores neste tópico

*Palabras claves: Ensino de Física. Matematização. Relação matemática e ensino da física. Licenciatura em Física.*

### ABSTRACT

We present a study about how the Mathematics is understood and worked on a teaching and learning medium, in a course of education for physics teachers, from a public University in Sao Paulo, Brazil. To this objective, we studied different proposals in this research field. We found that the term Mathematization has been introduced in order to represent processes by which learning of physics gain significance when considering formation of skills, such as: observation, description, idealization, local logical analysis, axiomatization and, application. We followed for a year, different subjects of physics in several semesters by filling a daybook. There we registered basic information, contents and development of the classes. Based on the daybook' analyses, we elaborated an observation guideline with indicators to detect the presence and the way that teachers and students developed processes of Mathematization. With the final guideline, we

<sup>1</sup> Uma versão preliminar deste trabalho foi apresentada no XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, Maresias, Brasil, Novembro de 2012.

<sup>2</sup> Doutorando en Educación en Ciencias. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Bauru. SP

<sup>3</sup> Doutor Investigador Cnpq. Docente Universidade Federal de Santa Maria. RS.



observed during a semester, a group of several other disciplines. We did a content analysis on the material produced. We note that the fact of observing subjects from different levels of course, didn't present differences in the performance of teachers neither students. Looking for the presence of Mathematization processes, we cannot talk that doesn't exist, since both students and teachers go in search of comprehension of physics contents. However, there is no evidence of deep development of Mathematization features offered by the researchers in this topic.

*Key words: Physics teaching. Mathematization. Relation between Maths and Physics teaching. Education for physics teachers..*

## Introducción

Em nossa busca de resultados de pesquisa sobre o uso da Matemática no Ensino de Física, encontramos que, vem-se introduzindo na literatura o termo de “Matematização”, ao se referir à relação entre a Matemática e o Ensino de Física. Encontramos ainda que existem diversas formas de caracterizar tal Matemática. Por exemplo, segundo Uhden (2012), *esta serve como ferramenta (perspectiva pragmática), atua como linguagem (função comunicativa), e prove uma via de raciocínio lógico dedutivo (função estrutural)*. Já segundo Pietrocola (2002) a importância da Matemática está no papel estruturante que ela pode desempenhar no desenvolvimento de processos para a interpretação do mundo físico. Assim, as definições de Matemática contradizem o imaginário que existe entre professores e estudantes de física, no qual para ter sucesso no aprendizado da física é necessário ter um bom domínio da Matemática envolvida, como foi apresentado por (Hudson and McIntire 1977 apud Uhden 2012).

Este estudo objetiva identificar os usos da Matemática nas práticas educativas de Ensino de Física em um grupo de disciplinas do curso de Licenciatura em Física, a fim de analisar as possibilidades de desenvolver processos de Matemática que levem a potencializar a formação de futuros professores de Física, ao formar eles para ir além da visão pragmática de Matemática como um mero conjunto de algoritmos.

### **Aportes teórico-conceituais**

O objetivo deste capítulo é introduzir uma fundamentação teórica que nos permita entender os significados da “Matematização” da Física ao longo da história. Para tanto, apresentamos algumas evidências de que ao longo da história da Física surgiram diversas formas de entender a relação entre Física e Matemática, em virtude das necessidades e possibilidades predominantes em diferentes épocas e contextos.

Historiadores e filósofos da ciência como Paty (2003), Gingras (2001) e Cantor (1977) desenvolveram estudos sobre o processo de “Matematização” da física, comparando três grandes

épocas ao longo de sua história: a primeira trata da filosofia natural desenvolvida na Grécia Antiga; a segunda dá-se na “revolução científica” a partir do século XV e; a terceira, no começo do século XX, com o surgimento da Física Moderna e seus rápidos desenvolvimentos nestes últimos cem anos. Segundo Gingras (2001), o termo “Matematização” aparece com maior frequência nas comparações entre as metodologias e princípios que orientam ou definem o trabalho desenvolvido pelos físicos, principalmente a partir do surgimento da mecânica clássica com os trabalhos de Galileu e Newton.

Tendo ciência de que a evolução da Física não se dá de forma discreta nem linear, mas a partir de contínuas tensões, controvérsias, avanços e retrocessos, concebemos esses três períodos como representativos de diferentes perspectivas da relação entre Matemática e Física no desenvolvimento da Física.

Na concepções sobre a “Matematização”, aparecem três aspectos inter-relacionados nos estudos sobre a evolução da Física; o primeiro se refere às considerações sobre o que é “Explicar” um fenômeno físico, que por sua vez depende da “Linguagem” apropriada para apresentar tais explicações e que finalmente se relaciona com o que se considera “Matematizar” um fenômeno físico. Em termos gerais, a “Matematização da Física” é definida como o processo mediante o qual, as metodologias de trabalho dos físicos foram se inter-relacionando cada vez mais com os símbolos, conceitos e metodologias de trabalho da Matemática, para constituir explicações mais completas a cada vez.

Surge em nós, a questão sobre as implicações da compreensão ao pensarmos o *Ensino da Física*. Partimos do pressuposto de que posicionar-se como professor de Física implica de uma parte compreender o modo como as relações entre Física e Matemática têm sido desenvolvidas na construção do conhecimento científico; e de outra parte, compreender os processos de ensino e aprendizagem em sala de aula. A ligação entre estes dois aspectos, constitui-se em objeto de pesquisa, uma vez que, embora a Física e o Ensino da Física compartilhem o mesmo saber disciplinar sobre o estudo da natureza, são campos diferentes em sua epistemologia, fins, formas de evolução e suportes teóricos.

Assim, entendemos que compreender a forma como a linguagem da Física foi se matematizando durante sua evolução, permite-nos aprofundar no conhecimento de seus conteúdos e, conseqüentemente, pode garantir um maior preparo do professor. Contudo, ao levar este conhecimento para sala de aula, o professor deve tomar certas decisões para orientar o aprendizado por meio dos processos de Matematização.

Portanto podemos dizer que a pesquisa em Física propõe-se a explicar a natureza, embasando suas explicações na formulação de leis que dêem conta do comportamento dos fenômenos físicos, para os quais têm se utilizado linguagens (formas de descrever e comunicar) apropriadas em diferentes épocas, de acordo com as necessidades de explicação e os conhecimentos prévios sobre um determinado problema. Já no contexto do Ensino de Física, consideramos que os sentidos de termos como “explicar”, “linguagem” e “matematização” apresentam algumas diferenças, uma vez que o profissional deste campo, que é o professor, não se dedica a buscar novas formas de explicar a natureza, mas a explicar para outras pessoas como se explica a natureza. Portanto, a linguagem, entendida no sentido de descrever e comunicar, deve transitar entre as linguagens da Física (para explicar determinados fenômenos) e as linguagens dos alunos (que precisam compreender aspectos da natureza), processo este que não se limita a apresentação da “Matematização” da Física ao longo da história, mas que objetiva orientar os alunos a desenvolverem suas próprias Matematisações.

### ***Metodologia de pesquisa***

Nosso campo de observação foi um curso de Licenciatura em Física de uma universidade pública do interior de São Paulo, Brasil. Dentro dele foram escolhidas disciplinas que correspondem a semestres iniciais, intermédios e finais do curso, com o objetivo de obter informações de estudantes “novos” num curso de física, que de alguma maneira não tem sido influenciados pelas dinâmicas de trabalho universitário, estudantes do nível médio dentro do curso, que já tiveram contato com as formas de trabalhar os usos da Matemática para o Ensino de Física na universidade, e estudantes do final de curso que se tem formado para o ensino.

As disciplinas observadas foram; Física II (35 alunos), Física Matemática I (12 alunos), Física Moderna I (24 alunos), sendo elas do segundo, quinto, e sexto semestre respectivamente. Fizemos uma observação não participante durante um ano, na perspectiva de Martins (2008) quando diz que “*o observador poderá, ou não, ser um participante da estrutura social que investiga*”. Assim, preenchemos um diário de campo registrando aspectos como; dados básicos da disciplina, conteúdos trabalhados, desenvolvimento da aula, e observações gerais. Embasamos na proposta de Estrela (1994) acerca dos aspectos a serem observados em sala de aula, de forma direta e distanciada, considerando todos os elementos constitutivos da aula (professor, alunos, materiais), com o único fim de determinar os “observáveis” a sistematizar na relação Matemática e Ensino de Física.

Como resultado da análise deste diário de campo elaboramos um roteiro de observação que desse conta das características dos processos da Matematização. O roteiro foi constituído com indicadores de existência, uma coluna para marcar com “x” a presença dele, e, uma outra coluna na qual foi registrada a descrição do modo como foi evidenciada a presença do indicador. Foram propostos 16 indicadores para analisar os estudantes, buscando responder perguntas de pesquisa como: 1. Quais significados de Matematização costumam estar presentes na atuação de alunos em sala de aula, em disciplinas de Física do Curso de Licenciatura em Física?; 2. Quais significados de Matematização costumam estar presentes nas explicações sobre assuntos de física, dos alunos do Curso de Licenciatura em Física?.

Também, o roteiro tem 22 indicadores para analisar os professores, buscando responder perguntas como: 3. Como a Matematização costuma estar presente na organização das atividades didáticas de professores do Curso de Licenciatura em Física?; 4. Quais aspectos caracterizam a presença da Matematização nas explicações sobre assuntos de física, em discursos de professores de um curso de Licenciatura em Física?. A coluna número três, na qual foram registradas as informações do modo como foram evidenciados os indicadores não foi apresentada neste artigo por questões de extensão do documento. Com este roteiro observamos durante um semestre as disciplinas: Física I (45 alunos); Física III (28 alunos), e Laboratório de Física Moderna (Grupo 1, 12 alunos), disciplinas de primeiro, terceiro e sétimo semestre respectivamente. Acrescentamos que não foi possível fazer a observação nas mesmas disciplinas do ano anterior, por causa do rodízio de disciplinas que se dá cada ano neste curso de Licenciatura em Física, mas em geral se mantiveram os mesmos estudantes.

Os roteiros de observação constituíram o texto que foi analisado de forma sistemática para obter inferências sobre o comportamento dos indicadores. Nesta metodologia de análise embasamo-nos nos aportes teóricos e técnicas de Análise de Conteúdo propostos por Bardin, L. Especialmente na análise sistemática da informação a fim de inferir conhecimentos, uma vez que segundo a autora a análise de conteúdo é

“um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimento relativos as condições de produção”. (BARDIN, 2002)

## Resultados

Consideramos importante salientar que este estudo não objetiva julgar se os professores observados atuaram do jeito “certo” ou não, mas sim analisar a forma como aparecem os indicadores que caracterizam a presença de processos de Matemática. A seguir apresentamos então, os resultados que permitiram-nos constituir respostas para nossas perguntas de pesquisa:

**Questão 1:** *Quais significados de Matemática costumam estar presentes na atuação de alunos em sala de aula, em disciplinas de Física do Curso de Licenciatura em Física?*

Quadro 1. Indicadores de observação dos estudantes em momentos em que recebem a aula do professor, e, presença de 8 indicadores nas disciplinas observadas.

Semestre da disciplina observada	Primeiro	Terceiro	Sétimo
Indicador			
1. Faz perguntas	X	X	X
2. Faz desenhos na lousa			X
3. Responde oralmente às perguntas do professor			X
4. Responde às perguntas dos colegas		X	
5. Faz analogias e/ ou comparações com saberes aprendidos em outros contextos.			
6. Faz tomada de dados experimentais			X
7. Analisa os dados experimentais			X
8. Interpreta os resultados obtidos na resolução de problemas			

O primeiro indicador ofereceu maior frequência, se apresentando nas aulas observadas do primeiro, terceiro e sétimo semestre. Nessas aulas ao menos um estudante fez perguntas ao professor. Ao analisar o tipo de perguntas, encontramos que a maioria delas pretendia esclarecer o procedimento pelo qual foi resolvido um exercício, a dedução de uma equação, as unidades utilizadas, e em alguns casos solicitando o esclarecimento de termos científicos. O indicador 4 tem presença numa disciplina, também visando esclarecer procedimentos utilizados na resolução de problemas. Pela natureza da disciplina de sétimo semestre ao se tratar de práticas de laboratório, as perguntas foram principalmente sobre o funcionamento dos equipamentos para obter os resultados de forma adequada, e pela mesma razão aparecem os indicadores 2,3,6 e 7, ao ter que apresentar para o professor os resultados obtidos na prática.

Observamos que para os estudantes é suficiente com obter respostas pontuais, sem gerar outros tipos de interação ou complemento nem para as perguntas, nem para as respostas, como poderiam ser por exemplo, o uso de analogias ou comparações com saberes obtidos em outros

contextos. Observamos também que tanto na disciplina de tipo experimental quanto nas Teóricas, as perguntas não se constituem em parte de um processo de compreensão de um fenômeno, mas na solução de dificuldades pontuais para desenvolver as atividades indicadas pelos professores, uma vez que não tem presença os indicadores 5 e 8. Concluimos então, que a ideia de Matematização dos estudantes esta relacionada com o bom domínio dos algoritmos envolvidos na resolução de problemas da física.

**Questão 2:** Quais significados de Matematização costumam estar presentes nas explicações sobre assuntos de física, dos alunos do Curso de Licenciatura em Física?

Quadro 2. Indicadores de observação dos estudantes em momentos em que eles explicam as teorias e apresentam seus argumentos, e, presença de 8 indicadores nas disciplinas observadas.

Semestre da disciplina observada	Primeiro	Terceiro	Sétimo
Indicador			
1. Fundamenta suas explicações			X
2. Considera os algoritmos matemáticos em suas explicações			X
3. Considera as representações em suas explicações			X
4. Faz uso de gráficos			X
5. Faz uso de modelos explicativos da Física			X
6. Utiliza linguagem científico (termos)			X
7. Utiliza linguagem cotidiano (termos)			X
8. Considera os dados experimentais			X

Para evidenciar este grupo de indicadores foi necessário que o estudante falasse em público, razão pela qual não foi possível detectar evidências nas disciplinas do primeiro e terceiro semestres, uma vez que a metodologia destas disciplinas se desenvolveu principalmente sob a explicação do professor e o trabalho individual e grupal dos estudantes, sem espaço para o aluno apresentar explicações em público. No entanto, a metodologia da disciplina do sétimo termo permitiu-nos observar os estudantes apresentando suas explicações dos resultados obtidos nas práticas de laboratório. Embora todos os indicadores tenham tido presença, a forma como se deu (registrada na coluna do quadro que não esta inserida neste trabalho) permitiu-nos observar algumas particularidades.

Com relação aos indicadores 1 e 2, observamos que as explicações oferecidas pelos estudantes se fundamentam principalmente no uso das equações que descrevem as leis físicas, por exemplo, para explicar a obtenção da velocidade da luz, os alunos descrevem o arranjo experimental com cada uma das partes, falam da tomada do dado sobre a distancia dos espelhos

no ponto de interferência das sinais, e logo depois apresentam a equação para inserir os dados e desenvolver o procedimento algorítmico, sem chegar a explicar o princípio físico em si mesmo.

No indicadores 3 e 4, observamos o uso de representações como desenhos, fotografias e esquemas de montagens experimentais para fornecer uma determinada visualização do fenômeno a fim de facilitar suas explicações, por exemplo, para explicar a relação inversa entre frequência e comprimento de onda usaram o gráfico de uma onda sinusoidal, também, para explicar o experimento de Millikan usaram um gráfico para apresentar a relação entre energia e carga do elétron. Em geral, estes recursos são utilizados principalmente para dinamizar seu discurso ou para complementar a expressão oral, mas não foram observadas análises ou questionamentos sobre os desenhos, fotografias ou gráficos utilizados.

Nos indicadores 6 e 7, observamos que usam os termos científicos para garantir exatidão na descrição do fenômeno, e só usam a linguagem cotidiana para fazer comentários adicionais à explicação visando expor os problemas ou acertos que tiveram no desenvolvimento da prática. No indicador 8 observamos que os dados experimentais são usados para compará-los com a teoria, a fim de analisar o grau de exatidão da sua tomada de dados.

Observamos então, que a idéia de Matemática nas explicações dos alunos trata-se de “expor da melhor maneira possível as teorias em estudo”, se fundamentando principalmente na descrição das equações, dos símbolos e representações padrão das teorias, mas sem manifestar dúvidas ou análises, mais além daquelas relacionadas com a reflexão sobre possíveis causas do erro na tomada de dados experimentais.

**Questão 3.** Como a Matemática costuma estar presente na organização das atividades didáticas de professores do Curso de Licenciatura em Física?

Quadro 3. Indicadores de observação da atuação em momentos em que falam do plano de curso ou de aula, e presença de 5 indicadores nas disciplinas observadas.

Semestre da disciplina observada	Primeiro	Terceiro	Sétimo
Indicador			
1. Expressa critérios de seleção dos exercícios a serem resolvidos pelo professor em sala de aula	X	X	X
2. Expressa critérios de seleção dos exercícios a serem resolvidos pelos estudantes.	X	X	X
3. Apresenta os objetivos ou o plano de cada aula	X	X	X
4. Usa os resultados obtidos nas provas dos estudantes			
5. Expressa critérios de seleção da sequência de tópicos ao longo do curso	X	X	X

Observa-se que os três primeiros indicadores tem presença em todas as disciplinas. Nos indicadores 1 e 2, os professores manifestam em geral os mesmos critérios de seleção tanto para os exercícios a serem resolvidos por eles em sala de aula, quanto para os exercícios a serem resolvidos pelos estudantes, bem em sala de aula ou como trabalho extraclasse, sendo eles; contribuir na compreensão do tema em estudo, e permitir que os estudantes pratiquem os procedimentos utilizados na solução dos problemas que envolvem os conceitos dos diferentes fenômenos físicos. Para o caso da disciplina de laboratório, a seleção dos experimentos tem a ver com o aprofundamento da temática em estudo e as possibilidades técnicas e logísticas do laboratório.

No indicador 3, os objetivos das diferentes aulas foram apresentados em alguns casos para a aula próxima, em outros casos para um grupo de aulas e em outros casos para o semestre completo como foi o caso da disciplina de laboratório. Nesta disciplina em particular, os estudantes devem preencher um teste no começo de cada aula, a fim de demonstrar seus conhecimentos prévios da prática a ser realizada. A ausência do indicador 4, evidencia que o uso dos resultados das provas aplicadas aos estudantes, sejam escritas ou orais, é para avaliar o conhecimento do estudante até um determinado momento e fornecer as respectivas notas, mas em nenhum dos casos se evidenciou que formasse parte do planejamento das aulas próximas. Com relação ao indicador 5, encontramos que os critérios estão relacionados com condições de pré requisitos para a compreensão de um tema, p. ex, falar de campo elétrico antes de falar de campo eletromagnético. Também encontramos os critérios da contextualização histórica de uma problemática da Física para compreender como ela foi resolvida, ou o seguimento da sequência sobre como foi desenvolvida a física ao longo da historia, na tentativa de ir do simples ao complexo.

Concluimos então, que a idéia de Matematização se relaciona com a compreensão dos fenômenos físicos, no sentido de lhes permitir aos alunos aplicar a teoria na resolução de problemas, compreender as variáveis envolvidas e descrever os fenômenos em estudo. A organização da sequência de atividades, visa principalmente ir gradativamente acrescentando a complexidade dos problemas a serem resolvidos e o aprofundamento das teorias em estudo. Sendo estes processos orientados pelos procedimentos da Física em si mesma.

**Questão 4.** Quais aspectos caracterizam a presença da Matematização nas explicações sobre assuntos de física, em discursos de professores de um curso de Licenciatura em Física?



Quadro 4. Indicadores de observação dos professores em momentos nos quais explica, e presença dos 8 indicadores nas disciplinas observadas.

Semestre da disciplina observada	Primeiro	Terceiro	Sétimo
Indicador			
1. Utiliza os algoritmos matemáticos em suas explicações	X	X	
2. Utiliza as representações em suas explicações	X	X	X
3. Faz uso de gráficos para apoiar suas explicações	X	X	X
4. Faz desenhos na lousa	X	X	
5. Faz uso de modelos explicativos	X	X	X
6. Utiliza linguagem científico	X	X	X
7. Utiliza linguagem cotidiano		X	
8. Utiliza os dados experimentais			X

Com relação ao indicador 1 da questão 4, observamos o uso dos algoritmos matemáticos em exercícios de dedução matemática das equações que descrevem as diferentes leis da Física, ou na análise do comportamento das variáveis sob determinadas condições. Nos indicadores 2 e 3 observamos que quando o professor encara a necessidade de representar o fenômeno físico usa representações e gráficos como complemento a sua exposição oral, especialmente para ilustrar as equações ou os resultados de dados experimentais. O indicador 4 deixa ver que o professor usa desenhos para esclarecer idéias que possam aparecer confusas, por exemplo, o desenho de um anel para falar da sua carga e seu potencial elétrico. No indicador 5 encontramos o uso de modelos explicativos das teorias científicas, por exemplo, a descrição do modelo de campo elétrico explicando a direção da Força em relação às direções do campo e da corrente elétrica, se apoiando na representação do campo com setas e no gráfico de curvas equipotenciais.

No indicador 6 observamos que a maior parte do tempo os professores utilizam linguagem científica, quer dizer, uso de termos cujas definições são exatas, em procura de maior clareza e exatidão na descrição dos fenômenos físicos. Já a linguagem do cotidiano aparece nas explicações de fatos do dia a dia, por exemplo, falar de “baterias” de carro, para comparar com capacitores no tema de eletricidade, evidenciando o indicador 7. O indicador 8 não aparece nas disciplinas teóricas, uma vez que a prática experimental não faz parte das atividades de ensino.

### Conclusões

Em primeiro lugar constatamos que o fato de observar disciplinas de diferentes níveis no curso, não ofereceu diferenças de atuação dos professores nem dos estudantes.

Com relação à presença de processos de Matemáticação, não se pode falar que não existam, uma vez que tanto estudantes quanto professores vão em busca da compreensão dos conteúdos da Física. Porém, não se evidencia desenvolvimento profundo das características da Matemáticação oferecidas pelos pesquisadores neste tópico, em aspectos como:

- O estudo dos fenômenos se desenvolve principalmente por meio do uso de problemas, formulações, símbolos e axiomas, a partir de um modelo explicativo definido, fato que poderia ser enriquecido ao orientar o estudante para a observação e busca das características essenciais em cada um desses aspectos.

- A principal via de aplicação dos conteúdos estudados é a partir do uso dos algoritmos, fato que pode ser potencializado ao trabalhar em processos de formação de habilidades para esquematizar, algoritmizar, simbolizar e formalizar a descrição dos fenômenos físicos, se servindo de recursos de análise, como por exemplo, as analogias.

- O uso da História da Física é principalmente para colocar problemas cruciais no desenvolvimento das teorias, abordagem que pode ser ampliada ao envolver os estudantes em situações paradigmáticas.

- Os professores procuram a maior exatidão possível nas explicações por meio do uso dos termos científicos, e os estudantes assumem que explicar é usar corretamente os termos científicos utilizados pelo professor. Embora esta situação contribua para o aprendizado, poderia ser enriquecida ao procurar cada vez uma compreensão mais aprofundada dos termos científicos utilizados, por meio de processos de produção de esquemas, e estratégias de organização da informação, ou de situações problema que levem ao estudante a construir argumentos permitindo-lhes tomar posição crítica perante a linguagem utilizada.

Insistimos em que nosso interesse não é julgar o agir dos professores, mas determinar o estado de seus pressupostos com relação a “Matemáticação” no ensino de Física. Vemos como ainda com as particularidades que necessariamente tem cada professor em função de suas personalidades, de seus conhecimentos, da disciplina que ministra, entre outros aspectos, é possível detectar algumas tendências que ao ser analisadas, oferecem um panorama a partir do qual podem ser organizadas discussões acadêmicas respeito das formas de ligar a teoria produzida pela pesquisa em ensino de Física com a prática do ensino de Física na formação inicial de professores.

## **Referências**

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Edições 70. Lisboa, 2002.

CANTOR, G. N. Berkeley, reid, and the mathematization of mid-eighteenth-century optics. *Journal of the History of Ideas, Pennsylvania*, v.38, n.3, pp. 429-448, 1977.

ESTRELA, A. **Teoria e Prática de Observação de Classes**. Editora Porto. Portugal. 4 ed. 1994.

GINGRAS. Y. What did mathematics do to physics? *hist. sci.*, xxxix, 2001.

MARTINS, G. **Estudo de Caso, Uma estratégia de Pesquisa**. Editora Atlas. São Paulo. 2008.

PATY. M. The idea of quantity at the origin of the legitimacy of mathematization in physics. *Constructivism and practice: towards a social and historical epistemology*, Rowman & littlefield, Lanham (md.,USA), p. 109-135, 2003.

PIETROCOLA, M. A Matemática como estruturante do conhecimento Físico. **Cad.Cat.Ens.Fís.** v.19, n.1: p. 88-108, ago. 2002.

UHDEN, O; KARAM, R; PIETROCOLA, M; POSPIECH, G. Modelling Mathematical Reasoning in Physics Education. **Science & Education**. Volume 21, Number 4. 2012.

# RESEÑA

ISSN 2145-4981

Vol 8 No 1 Agosto 2013

---

## LIBRO: LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA. MARÍA JOSÉ ALBERT GÓMEZ.

Olga Castiblanco.  
ocastiblanco@yahoo.com

Título: La Investigación Educativa.

Autora: María José Albert Gómez.

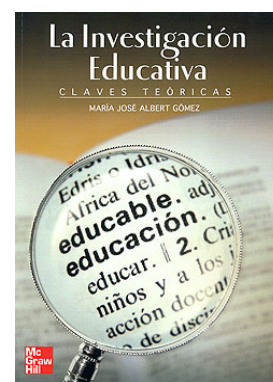
Publicado en: 2006.

Idioma original: Español

Páginas: 265

Capítulos: 8

La profesora María José Albert Gómez es docente de la Universidad Nacional de Educación a Distancia, Facultad de Educación. España. Actuando en disciplinas como: Bases metodológicas de la investigación Educativa; Formación de formadores en la empresa y las organizaciones.



En esta obra se desarrollan ocho capítulos que van llevando el lector a comprender el significado de hacer investigación en ámbitos educativos. La autora explica lo que se puede entender por proceso de investigación en este campo, las formas en que se puede planear la investigación, las metodologías y técnicas de constitución de datos y sus respectivos análisis. De acuerdo con la autora, el propósito de la investigación educativa es interpretar y comprender los fenómenos educativos mas que aportar explicaciones de tipo causal, en ella se pueden mezclar tanto técnicas cualitativas como cuantitativas.

### ***Capítulo 1: Aspectos fundamentales sobre investigación***

En este capítulo se explican los fundamentos que permiten entender la aplicación de conceptos como: conocimiento científico, ciencia, método científico e investigación científica, al campo de la investigación educativa, por lo tanto se tratan cuestiones y problemas relativos a la naturaleza de este conocimiento. Por ejemplo, se discute sobre la pertinencia de aceptar tanto el

paradigma positivista como el interpretativo, ya que los dos resultan ser complementares, pero además se llama la atención sobre la necesidad de integrar a estos dos el paradigma socio crítico.

## ***Capítulo 2: Metodología cuantitativa de la investigación:***

### *El proceso de investigación.*

El proceso general consiste en; planteamiento de un problema de investigación, revisión bibliográfica, formulación de hipótesis, metodología, técnicas de recolecta de datos, técnicas de análisis de datos, descripción, generalización y explicación, y conclusiones.

Es necesario tomar especial cuidado con la formulación de hipótesis, las cuales pueden ser inductivas o deductivas (conceptuales, operativas y estadísticas). Las variables deben ser propiedades susceptibles de ser medidas y observadas, de modo que a cada variable debe podersele asociar un conjunto de valores, además de que cada variable debe tener un papel diferente en la investigación. Por ejemplo: variable independiente (supuesta causa de la dependiente, manipulada por el investigador); dependiente (hacia la que se hace la predicción, es el resultado medido) e; interviniente o extraña (características ajenas al experimento que influyen en los resultados o pueden desvirtuarlos, frente a las cuales se debe tratar de minimizar los efectos). De igual manera existen varias escalas de medida: nominal (no tienen jerarquía); por intervalos (tiene orden y jerarquía entre categorías e intervalos iguales de medición, el cero es relativo) e; de razón o cociente (igual que por intervalos pero con cero absoluto real)

### *El diseño de investigación.*

El diseño experimental debe contemplar la forma en que se irá validando la relación entre las variables, para lo cual debe seleccionarse claramente el “universo, población y muestra”, donde el muestreo puede ser probabilístico, o no probabilístico y la relación se establece por medio de ecuaciones.

### *Recolección de datos.*

Para la toma de datos se debe comenzar por seleccionar el instrumento de recolección de información, aplicar el instrumento y preparar observaciones, registros y mediciones.

### *Informe de Investigación.*

La presentación de los resultados debe contener al menos las siguientes partes: Portada, Índice, Resumen (problema, método, resultados, conclusiones), Introducción (antecedentes, problema, objetivos, preguntas de investigación, justificación), Marco teórico (revisión de Literatura), Método (como fue llevada a cabo la investigación, enfoque cuali, cuanti o mixto,

contexto, hipótesis, población, instrumentos y análisis de datos), Resultados, Conclusiones (validación de hipótesis), Bibliografía, Apéndices.

### ***Capítulo 3. Métodos de investigación Cuantitativa***

El control en un experimento es el intento de eliminar el efecto de las variables externas de tal modo que pueda existir seguridad de que los efectos hallados en la variable dependiente sean debidos a la variable independiente. Las condiciones experimentales serian las resultantes de la combinación de las distintas variables.

Los diseños experimentales pueden ser: solamente con pos-prueba y grupo de control; con pre y pos-prueba y grupo de control; de cuatro grupos; de series cronológicas múltiples; de series cronológicas con repetición de estímulo; con tratamientos múltiples de un grupo o varios grupos.

En el método cuasi experimental, los sujetos no se asignan sino que se encuentran formados antes del experimento, lo cual no permite el total control de las variables independientes, por lo tanto se hace necesario tomar conciencia de ello para establecer estrategias reales de medición de las variables.

En el método no experimental lo que se hace es observar el fenómeno tal y como se da en su contexto natural para después analizarlo, entonces no hay manipulación de variables. El experimento transversal recolecta datos en un solo momento en un tiempo único, puede ser de forma exploratoria, descriptiva o correlacional, mientras que los experimentos longitudinales analizan cambios en las variables, sucesos o eventos, a través del tiempo, por ejemplo de tendencia o evolución.

### ***Capítulo 4. Instrumentos y recogida de datos desde el enfoque cuantitativo.***

#### ***Escalas para medir actitudes.***

Tipo Lickert (puntuación sumada, con opciones como; muy de acuerdo, de acuerdo, indeciso, en desacuerdo), tipo Thurstone (intervalos aparentemente iguales, donde el entrevistado elegirá enunciados que han sido predeterminadamente elaborados a los cuales se le asignan valores), tipo Guttman (acumulativas, una mezcla de las dos anteriores, enunciados con los que estará muy de acuerdo, etc.), diferencial semántico de Osgood (utiliza adjetivos extremos, y el entrevistado deberá ubicarse en un punto entre los dos; dulce-----amargo). Las actitudes tienen componentes afectivo, cognoscitivo y conductual y pueden tener propiedades positiva o negativa, alta o baja.

#### ***El cuestionario.***

Existen tipos de cuestionarios monotemáticos o politemáticos, con preguntas abiertas o cerradas. Es importante que no contenga excesivas preguntas y que para su elaboración estén

claros los objetivos, variables a tratar, revisión de la literatura, niveles de medición, codificación y pruebas que se realizaran.

*La entrevista.*

Tiene diferentes grados de estructuración desde altamente hasta nada estructurada o espontánea, se puede manipular la estructuración en las preguntas, las respuestas, el registro, la secuencia, la interpretación. También se encuentran preguntas cerradas, abiertas o de escala.

*Pruebas e inventarios estandarizados.*

La literatura presenta test ya probados que operan para diferentes grupos. Existen 3 tipos de test psicométricos desarrollados; de norma de grupo (mide propiedades psicológicas de un sujeto con relación a otro dentro de un grupo), referidos a criterios (evalúan cada sujeto individualmente con relación a un criterio o a un objetivo, como calificaciones de un examen), y adaptativos (una mezcla de los dos anteriores).

*La observación sistémica (cuantitativa) y participante (cualitativa).*

Para construir un sistema de observación es necesario; definir el universo de aspectos, eventos o conductas a observar, extraer una muestra representativa de tales aspecto, definir las unidades de observación (momentos o indicios, etc.), definir las categorías y sub categorías de observación, seleccionar los observadores, elegir el medio de observación, elaborar hojas de codificación, codificar y analizar.

***Capítulo 5. Metodología cualitativa de la investigación.***

Se puede agrupar en los siguientes niveles; ontológica (considera la realidad e interactúa con ella), epistemológica (parte de una realidad para llegar a una teorización), metodológica (el proceso mismo ofrece distintas perspectivas de los participantes), técnico-instrumental (descripción exhaustiva y densa de la realidad).

Contiene fase preparatoria, trabajo de campo, fase analítica, fase informativa y elaboración del informe.

***Capítulo 6. El proceso de investigación cualitativa.***

La investigación cualitativa no mide variables sino que las entiende, no tiene principio ni fin, son momentos de toma de datos para observar. Es capaz de manejar paradoja, incertidumbre, dilemas éticos y ambigüedad.

En la toma de datos es importante diferenciar si se están recogiendo (observar comportamientos) o se producen (encuestas). Al igual que se deben definir las técnicas o instrumentos y las unidades de observación y registro. Así como las unidades de análisis (significados, prácticas, episodios, encuentros, roles y papeles, relaciones, grupos, organizaciones, comunidades, estilos de vida).

Las principales técnicas de observación son: observación participante, entrevista en profundidad, grupos de discusión, análisis de documento.

Para la organización e interpretación de datos se deben seguir pasos como: organización por criterios lógicos (temas, actos relevantes, criterios temporales, espaciales, etc.); establecer un plan de trabajo; reducción de datos (codificación); establecer unidades de análisis y categorías de análisis; interpretar los datos (dar sentido a las descripciones de cada categoría mediante la elaboración de mapas conceptuales, matrices, gráficos, imágenes) e; obtener los resultados y conclusiones (resultados, comparación entre gráficos, descripciones del contexto, finalmente es importante asegurar la validez de los resultados (retroalimentaciones, comprobaciones, etc.)

El informe debe contener: Resumen (objetivo, diseño, métodos y resultados) , Introducción (finalidad de la investigación y su interés), Diseño de la investigación (estrategias de credibilidad), Métodos (muestreo, recogida de datos, procedimiento de análisis de datos), Resultados, Implicaciones, Referencias bibliográficas, Apéndice.

La evaluación de la investigación debe contemplar aspectos sobre si es; apropiada, clara, comprensiva, creíble y significativa.

### ***Capítulo 7: Métodos Cualitativos de Investigación.***

#### *Método Biográfico.*

Historias de vida, biografía, autobiografía.

#### *Etnografía.*

Descripción de un modo de vida, de una raza, grupo o individuos. Modalidades como antropológica, clásica, sistémica, interpretativa, crítica, de la comunicación, comprensiva, con una orientación temática.

#### *Fenomenología.*

Es el estudio de las estructuras de la conciencia que posibilitan su relación con el objeto, requiere de la reflexión sobre el contenido de la mente excluyendo todo lo demás. Existe la fenomenología descriptiva y la interpretativa.

#### *Etnometodología.*

Intenta estudiar los fenómenos sociales incorporados a nuestros discursos y nuestras acciones a través del análisis de las actividades humanas. Se caracteriza por numerosos estudios que van desde los análisis de ambientes institucionales hasta el análisis de conversaciones, las formas de pensar o de hablar en público.

#### *Estudio de Caso.*

Un examen completo o intenso de una faceta, una cuestión o quizá los acontecimientos que tienen lugar en un marco geográfico a lo largo del tiempo.



*Investigación-acción.*

Es un estudio sistemático orientado a mejorar la práctica educativa por grupos de sujetos implicados a través de sus propias acciones prácticas y de reflexión sobre los efectos de tales acciones. En este tipo de investigación las teorías no se validan de forma independiente para aplicarlas luego a la práctica, sino a través de la práctica. Se caracteriza por la observación, reflexión, acción, y repeticiones en espiral de este proceso.

***Capítulo 8: Instrumentos y recogida de datos desde el enfoque cualitativo.***

*La observación como técnica.*

Puede hacerse mediante diario, notas de campo, registro de incidentes críticos. La relación con el campo puede ser abierta o encubierta.

*La entrevista en profundidad.*

Puede ser de investigación o terapéutica. En general es una narración conversacional creada conjuntamente por el entrevistador y el entrevistado. En la investigación cualitativa deben ser flexibles, abiertas, dinámicas, no estructuradas y no estandarizadas.

*Grupos de discusión.*

Es una conversación en grupo con un propósito. Su finalidad es poner en contacto y confrontar diferentes puntos de vista y ayudar a desarrollar más claramente las ideas de todos. Se pueden planear una o varias sesiones.

*Análisis de documentos.*

Pueden ser libros, publicaciones diarias, diarios, documentos públicos, informes, documentos históricos, etc..

## GUIA PARA AUTORES

La Revista Virtual "**Góndola**", revista de Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, (*Góndola, Ens.Apr.Cien.*), promueve la relación entre investigación y docencia en el ámbito de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales y las matemáticas. El principal objetivo es ofrecer una fuente de enriquecimiento profesional, tanto para los profesores en ejercicio como para quienes se están formando como docentes del área.

Se busca contribuir con la formación del "profesor-investigador", y de igual modo contribuir en la construcción de una masa crítica frente a los diversos saberes que hoy circulan en la comunidad académica. Así, se espera ofrecer un espacio para la publicación y difusión de las diversas experiencias e investigaciones que se adelantan con el fin de mejorar procesos, y a la vez, ofrecer una fuente de consulta y material de trabajo para docentes e investigadores del área.

Los trabajos presentados para publicación deben ser enviados de acuerdo al "Artículo modelo" y las orientaciones presentes en la dirección electrónica <<http://comunidad.udistrital.edu.co/geaf/gondola/>>. Debido al carácter virtual de la Revista, la extensión de los artículos puede variar entre 10 y 20 páginas, estos no deben tener "Derechos de Autor" otorgados a terceros a la fecha de envío del artículo y los conceptos y opiniones dados en ellos son de exclusiva responsabilidad de los autores. De igual manera, el autor acepta que el trabajo enviado es de tipo original, que no ha sido publicado ni está siendo considerado para publicación en otra revista. "*Góndola, Ens.Apr.Cien.*", puede hacer uso del artículo, o parte de él, con fines de divulgación y difusión de la actividad científica y tecnológica, sin que esto signifique que se afecte la propiedad intelectual de los autores.

Los trabajos deberán incluir; título, nombres de los autores, resumen, palabras claves, introducción, desarrollo, resultados, discusión y/o conclusiones, y referencias bibliográficas. Dentro del texto se pueden incluir tablas, fotografías y figuras. El nombre de los autores debe ir acompañado del correo electrónico, con un pie de página que contenga la afiliación completa. El resumen no debe exceder 300 palabras en la versión en español y la cantidad que corresponda en la versión en Inglés manteniendo el mismo contenido. La introducción debe contener la justificación, problema a resolver, metodología, y principales conclusiones. Las Referencias deben listarse en orden alfabético por el apellido del primer autor, sin numeración ni guiones. No se debe usar la palabra Bibliografía como sinónimo de Referencias bibliográficas y evitar citar trabajos no publicados. El formato debe obedecer a las indicaciones presentadas en el "Modelo de artículo" disponible online.

Todo artículo sometido a publicación, será analizado previamente por el editor, para determinar si está dentro del ámbito y aplicación de la revista. De ser así, se enviará para el consejo editorial en donde pasarán por el sistema de revisión ciega de pares académicos. La revisión por el editor puede tomar de una a dos semanas, y la revisión por pares académicos puede tomar de 2 a 4 semanas.

La publicación de la revista se hace en los meses de Julio y Diciembre en la dirección electrónica <http://comunidad.udistrital.edu.co/geaf/gondola/>



# GONDOLA

*“Donde hay educación no hay distinción de clases”.*

*Confucio*



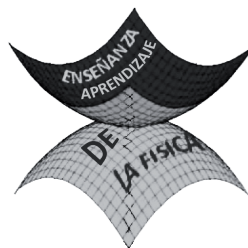
**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS**

[www.udistrital.edu.co](http://www.udistrital.edu.co)

PBX: (057) (1) 3239300 - 3238400

Sede principal: Carrera 7 No. 40 - 53

**Bogotá D.C - República de Colombia**



**Grupo de Investigación**

**ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA FÍSICA (GEAF)**

<http://comunidad.udistrital.edu.co/geaf>

**Proyecto Curricular de Licenciatura en Física (PCLF)**

[www.udistrital.edu.co/comunidad/dependencias/licfísica/](http://www.udistrital.edu.co/comunidad/dependencias/licfísica/)

**Facultad de Ciencias y Educación**

<http://fciencias.udistrital.edu.co/>