



**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVEMBRO 2014

Indagando en Ciencias integrando las TIC en la Formación Inicial de docentes en Ciencias Naturales.

FERRANTE, C; CANTERA, C; GRAIEB, A; JOSELEVICH, M.

Indagando en Ciencias integrando las TIC en la Formación Inicial de docentes en Ciencias Naturales

Ferrante, Cecilia; Cantera, Cecilia; Graieb, Augusto; Joselevich, María

Escuelas de Innovación Ciencias Naturales, Programa Conectar Igualdad,
ANSES. Buenos Aires, Argentina

Instituto Superior del Profesorado “Dr. Joaquín V. González”

profesoraceciliaferrante@gmail.com

agraieb@gmail.com

mjoselevich@gmail.com

Resumen

A medida que nos internamos en la era del conocimiento van cambiando nuestros conceptos de lo que es el aprendizaje, de dónde y cómo se realiza y para qué sirve. Confiamos en que los métodos y contextos didácticos reconozcan y reflejen una gama cada vez más diversificada de intereses, necesidades y expectativas. Esto implica un giro drástico hacia sistemas didácticos centrados en el alumno. Para que los futuros docentes puedan aprender activamente es preciso mejorar las prácticas actuales y desarrollar enfoques nuevos y variados.

El grupo de Ciencias Naturales de Escuelas de Innovación propuso realizar una secuencia didáctica enmarcada en la indagación con integración de TIC con estudiantes iniciales de los profesorados de Biología y Física.

La secuencia didáctica propuesta involucro a los estudiantes en el aprendizaje, desarrollo y uso de habilidades de investigación científica. Su proceso de aprendizaje implica recolectar pruebas, elegir y utilizar adecuadamente las fuentes de información y mantener una discusión abierta y permanente acerca de todos los puntos de sus indagaciones. Involucrarse en los procesos y contenidos de la ciencia facilitará a los estudiantes, futuros docentes, la comprensión de cómo enseñarlas.

La secuencia didáctica que se les presento a los estudiantes tiene un video en el que un buzo se está sumergiendo en el agua sosteniendo un vaso de precipitados invertido. A medida que aumenta la profundidad, y con ella la presión sobre el cuerpo de aire dentro del vaso, se observa cómo éste se va comprimiendo.

Se les propuso hacer en primera instancia un análisis cualitativo del fenómeno, para luego pasar a un análisis cuantitativo que permitió analizar los datos para ajustar los pares de valores de presión y volumen del aire tomados del video. Luego de una serie de actividades, mediante una puesta en común se recupera uno de los modelos que han aparecido, el conocido como la Ley de Boyle-Mariotte para los gases ideales. Para el procesamiento de los datos extraídos del video y su ajuste se utilizó el programa Excel.

Durante el desarrollo de la secuencia didáctica se generó un clima de trabajo dinámico y autónomo, los estudiantes se dispusieron en grupos pequeños compartiendo una o dos netbooks por grupo.

Los estudiantes apreciaron la dinámica y encontraron significativo el uso de la netbook.

Al cierre de la clase todos los grupos pudieron enunciar la ley propuesta, comprendieron la relación de variables y la construcción de los gráficos.

Introducción

La propuesta del equipo de Ciencias Naturales del Plan Escuelas de Innovación (CNEI) está enmarcada en el Modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge o Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido) que surge de la intersección de tres campos: el campo disciplinar propio del contenido de enseñanza-aprendizaje, el campo pedagógico y el campo tecnológico. Mishra y Koehler propusieron (Mishra y Koehler, 2006) este marco conceptual para la integración de las tecnologías en la enseñanza. El TPACK es un marco teórico que busca identificar la naturaleza de los conocimientos requeridos por los profesores para la integración de la tecnología en la enseñanza. Tomando en cuenta la naturaleza compleja, multifacética y situada del conocimiento del docente en su formación inicial, define y representa los conocimientos necesarios para utilizar la tecnología en un entorno educativo de manera que sea contextualmente auténtico y pedagógicamente adecuado.

Desde Escuelas de Innovación, consideramos que la indagación guiada es particularmente apropiada para trabajar en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales dentro del entorno del TPACK.

Desarrollo de la propuesta

Desde Escuelas de Innovación consideramos que la incorporación de las TIC en la formación inicial de los futuros docentes en Ciencias Naturales es una oportunidad para realizar un cambio en el modelo de enseñanza-aprendizaje que repercutirá en su desarrollo profesional.

Desde ese lugar se llevó adelante la propuesta en dos cursos de formación inicial de profesores de Biología y profesores de Física, en la cátedra de Química, del Instituto Superior del Profesorado “Dr. Joaquín V. González” de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Se trabajaron los contenidos relacionados con las leyes de los gases y en particular la ley de Boyle-Mariotte. Los contenidos previamente desarrollados son: concepto de átomos, partículas subatómicas, moléculas. Estados de la materia. Cambios de estado. Características del estado gaseoso. Teoría cinético- molecular.

Objetivos

Son objetivos de esta secuencia didáctica crear las condiciones necesarias para que los estudiantes logren:

- Reconocer las distintas variables que afectan a un sistema gaseoso.
- Diferenciar entre unidades de presión y volumen.
- Reconocer en un experimento sencillo qué variables intervienen.
- Predecir el comportamiento de un gas ideal al modificarse la presión o el volumen a partir de datos teóricos.
- Aplicar lo modelizado a la Ley de Boyle-Mariotte.

Dificultades en la enseñanza-aprendizaje del contenido disciplinar

La investigación educativa ha demostrado que los estudiantes:

- Tienen una concepción continua y estática de la materia, la representan como un todo indiferenciado.
- Realizan una interpretación errónea de las variables que afectan a un sistema gaseoso.
- Les resulta difícil establecer relaciones entre variables.
- Aceptan la existencia de los gases, y del aire en particular, cuando perciben alguna de sus acciones o efectos en situaciones dinámicas (por ejemplo, cuando hay viento) y no lo hacen en situaciones estáticas, a no ser que perciban alguna de sus propiedades como el olor o el color.
- Tienden a utilizar un tipo de razonamiento de “sentido común” como la *reducción funcional* que se presenta cuando en una situación problemática se tiene que analizar la influencia de más de una variable sobre una función. Por ejemplo: Se presenta cuando se considera que la presión de un gas solamente depende del volumen del sistema, sin tener en cuenta que también puede influir en aquella función la temperatura.
- Tienen dificultades para establecer relaciones cuantitativas entre variables.
- Se les dificulta la interpretación de gráficos.

Ideas básicas a desarrollar durante la secuencia didáctica

- Tenemos más de una variable que deben estar de alguna manera interrelacionadas y que determinan el estado del sistema.
- Con tantas variables en juego se deben diseñar cuidadosamente los experimentos que se realicen para extraer conclusiones válidas acerca del comportamiento de un gas.
- Las leyes de los gases permiten relacionar dos o tres variables para un gas cuando modificamos algunas condiciones.
- Interpretar un fenómeno real, sobre gases reales y de ahí deducir una ley. Luego acotamos este universo para deducir ecuaciones.
- Preguntas del tipo: ¿por qué el aumento del volumen es inversamente proporcional a la presión?
- El volumen que ocupa un gas es el volumen del sistema que lo contiene.
- Elaboración de conclusiones a partir de las observaciones realizadas o de la información disponible, dando explicaciones o interpretando un fenómeno a partir de un modelo científico pertinente.
- La comprensión de que los fenómenos pueden ser modelizados y descriptos a través de expresiones matemáticas y gráficos.

Relato de la clase

1º Momento

Se les entrega, para que carguen en sus netbooks, una carpeta con todo el material que será usado en la clase: Presentación, videos, tutorial. También puede cargarse en el server de la institución y descargarse desde ahí o entregar el material con antelación a la clase de manera virtual.

2º Momento

Se proyecta el video “¡A bucear!” y se pide **que** describan el fenómeno que muestra el video y detallen lo que le sucede al gas en el interior del recipiente desde el nivel macroscópico.

El video muestra a un buzo sumergiéndose en el mar, sosteniendo un vaso de precipitados invertido, el cual está lleno de aire. Dialogando con toda la clase, se realizan las siguientes preguntas:

- ¿Qué es lo que se está viendo en el video?
- ¿Qué hay dentro del recipiente?
- ¿Dónde se ubica el agua y dónde el aire?
- ¿Qué ocurre con la presión a medida que el buzo se sumerge?
- ¿Qué ocurre con la burbuja de aire a medida que cambia la presión?



Figura 1: Fotogramas del video utilizado en la secuencia didáctica. En los dos últimos se puede ver el volumen ocupado por el aire atrapado dentro del vaso a diferentes profundidades.

Las preguntas sirven para llegar al consenso de que el volumen de la burbuja de aire contenida en el recipiente disminuye a medida que aumenta la presión a que está sometida.

En este segundo momento se discuten las observaciones en forma cualitativa. Se busca que se reconozca que el volumen de la burbuja disminuye a medida que aumenta la presión registrada por un detector de profundidad que lleva el buzo. Se enfoca luego la atención de la clase en la relación cuantitativa entre estas dos variables del sistema (volumen y presión). Aparece entonces la necesidad de realizar mediciones para lograr un análisis más profundo de la situación.

La finalidad de esta primera actividad es que observen en un video el fenómeno de compresión del aire al aumentar la presión que soporta, y expliciten las ideas sobre el mismo. Además que realicen un primer análisis cualitativo de la situación, que luego será profundizado con el análisis cuantitativo.

Es importante en este punto de la clase establecer como una de las características metodológicas de las Ciencias Naturales la medición. La pregunta por el aspecto cuantitativo del problema es la que sustenta el posterior trabajo con distintos modelos matemáticos, y por lo tanto debe aparecer como una necesidad para profundizar el estudio.

Para plantearla se pregunta a la clase: ¿Habrá alguna forma de saber cuánto va a cambiar el volumen del aire si ocurre un cambio en la presión?

Al observar el video se puede confundir el lugar que ocupa el sistema gaseoso dentro del recipiente sumergido en agua. Es importante dar lugar a esta discusión y llegar a un acuerdo al respecto.

Para afirmar cuál de las dos fases que se observan es la que corresponde al aire, podemos acudir a distintos conocimientos que exceden lo que estamos observando. Por ejemplo, alguien podría argüir que siendo el aire menos denso debería estar arriba (la densidad del aire es unas mil veces menor que la del agua). Una explicación

basada en la refringencia de la luz sería igualmente válida (las imágenes “se deforman” donde el medio “cambia”).

Esta discusión sobre “lo que vemos” puede servir para poner en evidencia la diferencia entre observación e inferencia o interpretación. La interpretación no es pura observación, sino que implica una hipótesis tácita. Lo que queremos decir es que la interpretación de un fenómeno depende del marco teórico desde el cual lo miremos por lo que toda observación implica una carga teórica. Aunque en este ejemplo podemos finalmente “ponernos de acuerdo” sobre una de las dos interpretaciones.

Es común asimismo encontrar planteos según los cuales el volumen del aire disminuye al aumentar la presión porque se estaría disolviendo en el agua. Cuando surge esta inquietud es importante destacar, al momento de las aclaraciones, que nuestro vaso de precipitados no es un sistema cerrado, sino que el cuerpo de aire podría, en principio, disolverse por completo en el mar si se le diera el tiempo suficiente. En realidad, esto no ocurre porque es razonable suponer que el agua a estas profundidades (menos de 10m) está saturada en aire o muy cerca de estarlo.

Si se pasa a la siguiente actividad sin haber establecido la necesidad de medir, es probable que ésta quede desconectada y no resulte significativa.

La elección de un video que representa una situación real tiene como objetivo poner de manifiesto que lo que se está estudiando es, justamente, el comportamiento de los gases en la naturaleza. Insistimos en este aspecto por sus derivaciones didáctico-epistemológicas, en tanto partimos de un sistema real, sobre el cual establecemos finalmente una ley que es estrictamente válida para gases ideales.

Por otro lado es esperable que, tras haber introducido en base a una experiencia concreta las variables presión y volumen, los estudiantes puedan construir definiciones operacionales y les resulten más significativas que en los modelos de enseñanza en los cuales se prioriza la resolución de problemas numéricos.

3º Momento

Se les muestra una gráfica de dispersión de puntos, con los datos extraídos del video. Se les pregunta: ¿observan algún tipo de orden en la distribución de los valores? ¿Cuál?

Se les brinda una tabla con más datos de la experiencia del buceador y acompañados por un tutorial de Excel se les pide que grafiquen teniendo en cuenta lo observado en el video; también se les pide si pueden inferir alguna constante que observen.

En este momento surge en la clase, por parte de los alumnos, algunos conceptos de clases anteriores sobre la Teoría cinética y el comportamiento de los gases. Preguntan si pueden pensar el fenómeno observado también con respecto a las partículas y su comportamiento. Se les da libertad para realizar los supuestos que deseen.

Los alumnos están aplicando las ideas intuitivas obtenidas en clases anteriores a la ley de Boyle-Mariotte: la presión ejercida por un gas es consecuencia del impacto de sus partículas con las paredes del recipiente. La frecuencia y el número de colisiones de las partículas con las paredes son directamente proporcionales a la densidad (número de moléculas por unidad de volumen) del gas. Por lo tanto al disminuir el volumen de una cierta cantidad de gas, aumenta la densidad numérica y por lo tanto la frecuencia de las colisiones, por ello la presión del gas aumenta.

El uso del Excel como graficador del fenómeno observado tiene las limitaciones propias de un programa que no fue pensado para este uso. Aun así, los alumnos lo encuentran amigable para trabajar, sencillo operativamente.

Se realizaron las correcciones matemáticas para llegar a la deducción de la ley, a través de las siguientes preguntas: ¿qué modelo matemático se ajusta mejor a estas mediciones? ¿Cuál de ellos describe mejor el fenómeno observado en el video?

Cierre

La secuencia didáctica concluye con una recapitulación dialogada de lo trabajado, explicitando finalmente que la formalización hiperbólica se corresponde con la ley de Boyle-Mariotte. Cabe destacar que si bien esta ley se considera válida para gases ideales (partículas hipotéticas con masa puntual y que no interactúan entre sí) vale en este caso para describir con una gran aproximación el comportamiento observado para el cuerpo de aire, o sea una situación real. Se continuó problematizando la validez de este modelo, en el sentido de que, aunque es adecuado para describir la compresión en el rango observado no nos permite explicar, por ejemplo, la licuefacción.

Los alumnos observaron que al aumentar la información acerca de un fenómeno podemos describirlo en forma más detallada. Pudieron reconocer la relación dialéctica entre el ajuste de los datos experimentales disponibles y el modelo matemático que pretende representar la situación.

Discutieron las limitaciones extra-matemáticas y matemáticas a los modelos planteados y al programa usado para realizar los gráficos.

Es importante explicitar que para esta cantidad de información y en ese rango, serán válidos varios modelos matemáticos para representar el comportamiento del sistema gaseoso.

A modo de conclusión

El haber trabajado de manera indagatoria a través de la observación de un video que muestra un fenómeno real y no utilizando de manera tradicional el enunciado de la ley, logra que los estudiantes ideen y se apropien de los modelos y trabajen ellos mismos analizando sus limitaciones.

Bibliografía

CLINE, B (2001) *The study of constructivist mathematical modeling for instruction of the gas laws in high school chemistry unit*, A Thesis Presented to The Departments of Physical Sciences, Emporia State University.

GARCÍA GARCÍA, J. y PERALES PALACIOS, F. (2007) *¿Comprenden los estudiantes las gráficas cartesianas usadas en los textos de ciencias?*, Enseñanza De Las Ciencias, 2007, 25(1), 107–132.

JOSELEVICH, M. (coordinadora) CARABALLO, D.; CUCCI, G.; FANTINI, V.; FERRANTE, C.; GRAIEB, A.; HUROVICH, V.; PRIETO, M. (2014) *Ciencias Naturales y TIC: orientaciones para la enseñanza* 1º edición Ciudad Autónoma de Buenos Aires 2014 E-Book

KAUTZ, C, HERON, P, LOVERUDE, M, MCDERMOTT, B (2005) *Student understanding of the ideal gas law, Part I: A macroscopic perspective*, American Association of Physics Teachers, 2005, 73(11).

MISHRA, P. y KOEHLER, M. (2006) *Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge*. Teachers College Record Volume 108, Number 6, June 2006, pp. 1017–1054