



**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 NOVIEMBRE 2014

LABORATORIO INTEGRAL DE CIENCIAS

BOSCH, H., PELEM, M., PEREZ, M., RAMPAZZI, M., SCALELLA, G.,
STERZOVSKY, M.

LABORATORIO INTEGRAL DE CIENCIAS

**BOSCH, H., PELEM, M., PEREZ, M., RAMPAZZI, M., SCALELLA, G.,
STERZOVSKY, M.**

hbosch@funprecit.org.ar; mpelem@gmail.com; perezmartinm@yahoo.com.ar
mcrampazzi@gmail.com; gascapi60@hotmail.com; sterzovsky@frgp.utn.edu.ar

Grupo UTN de investigación educativa en ciencias básicas

Universidad Tecnológica Nacional

Unidad Ejecutora: Facultad Regional Gral. Pacheco

RESUMEN

Durante varios años el Grupo UTN ha desarrollado diversas experiencias relacionadas con contenidos de ciencias naturales y de ciencias matemáticas, contribuyendo a la estructuración del Proyecto Laboratorio Integral de Ciencias. Estas experiencias son realizadas con un sistema automático de registro, procesamiento y representación de datos, utilizando las tecnologías actuales. Los diseños experimentales imponen la necesidad de crear nuevos ambientes de trabajo, cambiar la disposición de alumnos en el aula-laboratorio y usar modernas herramientas tecnológicas y computacionales. En resumen, las experiencias de laboratorio proveen oportunidades a los alumnos de interactuar directamente con el mundo real, usando herramientas, técnicas de colección de datos, modelos y teorías científicas.

Se desarrollan recursos didácticos basados sobre el uso de herramientas y diseños diferentes a las clases del docente frente a la pizarra. Se establecen bases metodológicas para la elaboración de los recursos didácticos. El diseño conduce a la resolución de un problema de la vida real mediante un enfoque interdisciplinario a través de un modelo. El mayor desafío está dirigido a los docentes, quienes deben aprender formas de experimentación actuales y desarrollar guiones didácticos y planes de clases en función del aporte del Proyecto.

Se ha practicado la interdisciplinariedad integrando información, datos, métodos y herramientas entre varias disciplinas como física, química, biología, matemática, tecnologías, computación, situación contemplada en la metodología STEM.

Esta colección contiene experiencias destinadas a profesores y alumnos de la enseñanza secundaria, terciaria y universitaria. Se trata de publicaciones originales con experiencias desarrolladas y resultados relacionados con las teorías o leyes.

La razón esencial de este Proyecto es promover la cultura científica despertando en la población de alumnos el interés por la ciencia, alentándolos a tener un conocimiento en ciencias que les habilite entender los fenómenos de la naturaleza.

Palabras clave: experimentación – ciencias - tecnología - interdisciplinariedad

Introducción

El presente trabajo resume variadas experiencias e investigaciones sobre enseñanza de las ciencias naturales integradas con tecnología educativa actualizada, conducidas en los últimos años por el Grupo UTN de Investigación Educativa en Ciencias Básicas. Se han desarrollado, sobre esta base, proyectos acreditados en el Programa de Incentivos del Ministerio de Educación de la República Argentina.

Se trata de utilizar la tecnología educativa actual tomando como contenido el que corresponde a la enseñanza de las ciencias en el ciclo secundario y universitario, así como para las escuelas de ciencias naturales, fundamentalmente de formación docente. El objetivo es proponer un cambio de enseñanza basado sobre diseños de gestión educativa incorporando tecnologías, nuevos ambientes de enseñanza y modos de transferencia para que profesores y alumnos trabajen conforme a las exigencias actuales de la Sociedad.

La tecnología educativa implantada está constituida por un conjunto de sensores, interfaces, programas computacionales y computadoras (notebooks, tabletas), siendo el equipamiento esencial para disponer de un sistema automático de adquisición, procesamiento y representación de datos experimentales (1)-(3). Si bien el ojo del experimentador sigue teniendo su importancia en el control de la experiencia, con el sistema automático que se presenta en este Proyecto, se obtienen resultados muchos más precisos, rápidos y verdaderamente originales, que aquél no puede percibir.

No se trata simplemente de usar los sensores y ver qué pasa, sino de encuadrar el estudio del fenómeno como una investigación, con arreglo experimental, obtención de resultados, proposición del modelo, estudio de la bondad de ajuste de los valores predichos por el modelo con los valores experimentales y su correspondiente análisis y conclusiones. Como parte final, comparar los resultados obtenidos en las experiencias con otros resultados publicados en libros, revistas o Internet. De esta manera se impulsa la creación de ambientes experimentales para mejorar la enseñanza de las ciencias y desarrollar nuevas capacidades de aprendizaje con nuevas tecnologías.

Se considera que los procesos de observación de fenómenos, análisis de datos y desarrollo de modelos para explicar los resultados proporcionan al estudiante una

oportunidad para su formación de base científica. Precisamente, estos aspectos son reiterados en el curso de las experiencias y demostraciones que contiene el Proyecto. Se pretende que los profesores planteen más énfasis en el aprendizaje de las ciencias a través de la experimentación y que resulte una integración evidente entre la teoría y la práctica. La propuesta ayuda a que el aprendizaje sea colegiado y en colaboración. El alumno comprende mucho mejor la evolución de la experiencia, aprende a interpretar gráficos y a derivar conclusiones. Incita a la conjetura para que el alumno piense qué pasaría si modificara tal o cual parámetro, provocando en él una actitud indagatoria, esencial para el estudio de las ciencias.

Objetivo

La educación de las ciencias incluye el aprendizaje sobre los métodos y procesos de la investigación científica y del conocimiento derivado de esos procesos, que son los contenidos. Precisamente, las experiencias de laboratorio son una componente crítica de la educación de las ciencias y potencialmente adecuadas para proveer estos procesos y contenidos.

Las experiencias de laboratorio proveen oportunidades para los alumnos de interactuar directamente con el mundo real, usando herramientas, técnicas de colección de datos, modelos y teorías científicas. La conformación de modelos sobre el comportamiento de fenómenos observados constituye una sólida base para adquirir la metodología científica.

El objetivo de todo recurso didáctico con contenidos de las ciencias es que los estudiantes tengan una oportunidad de ejercitar su pensamiento más que su memoria, aprender a resolver problemas científicos en general y mejorar su experiencia y actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias. En particular, deben aspirar a poseer ciertas cualidades básicas de todo estudioso de las ciencias, tales como:

- Cultivar una comunicación efectiva oral y escrita de las ideas científicas;
- Lograr un entendimiento básico del manejo de datos y los métodos estadísticos para tratarlos;
- Aprender a encarar modelos de la vida real utilizando métodos computacionales;
- Desarrollar el razonamiento científico;
- Entender la complejidad y la ambigüedad del trabajo empírico;
- Desarrollar habilidades prácticas;
- Entender la naturaleza de las ciencias;
- Cultivar el interés por la ciencia y la vocación de aprender ciencia;
- Desarrollar habilidades de trabajo en equipo.

Metodología

Los criterios metodológicos para el diseño de recursos didácticos deben tener en cuenta:

- que se cumplan las formas efectivas de experiencias señaladas;
- integrar los contenidos con los procesos de la investigación científica;
- incorporar la reflexión y discusión por parte de los alumnos;
- proveer suficientes actividades para desarrollar y entender conceptos científicos fundamentales;
- que existan suficientes preguntas sobre el porqué y cómo;
- que se dé oportunidades que los alumnos conjeturen y concluyan argumentos sobre las observaciones.

Los recursos didácticos perfeccionados deben ser orientados a la preparación de docentes a los efectos de mejorar sus conocimientos básicos sobre las ciencias y acostumbrarlos a desarrollar experiencias. Es preciso elaborar un sistema de apoyo a la capacitación y fortalecimiento de desarrollo profesional de docentes por medio de "Workshops", seminarios, cursos cortos, escuelas de verano e invierno para trabajar sobre experiencias con sus manos, con sus mentes, con sus emociones, para crear e innovar, no para escuchar conferencias ni ver PPT y videos (4), (5).

Para implantar los recursos didácticos es necesario hacerlo en aula-laboratorio que permita experimentar. Para cumplir con este propósito éstas deben equiparse con computadoras ligadas a sistemas automáticos de obtención, procesamiento y representación de datos, con software adecuados.

Como lo demuestra la experiencia, los problemas disciplinarios poseen una componente importante de las ciencias matemáticas. Muchos de los problemas de las ciencias y de la ingeniería se plantean mediante una modelización matemática algorítmica, cuya solución requiere del uso de tecnología computacional. Esta interconexión entre ciencias naturales, ciencias matemáticas y tecnología computacional define las bases de la educación integrada entre Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, cuya sigla en inglés es STEM (*Sciences, Technology, Engineering and Mathematics*) (6). Estas disciplinas son concebidas conjuntamente e integradas. Las componentes principales de la tecnología integrada son computadoras, software, sensores, sistemas automáticos de colección, procesamiento y representación de datos.

Por consiguiente, la metodología de diseño de recursos didácticos debe estar centrada en la actividad del alumno realizando experimentos con sus manos (*hands-on, la main à la pâte*).

Con el objeto de adoptar el paradigma STEM es necesario cambiar los procedimientos de enseñanza y pedagogías que se vienen arrastrando desde hace 50 años, cambiar el aula clásica y la disposición de los estudiantes para que trabajen en grupo con sus computadoras, paquetes de software, de tal manera que puedan encarar nuevas áreas tales como visualización, análisis de datos y graficación instantánea.

La metodología de diseño de recursos didácticos STEM debe estar basada sobre las siguientes características:

- Resolución de problemas;
- Generar experimentos;
- Procurar el trabajo en equipo;
- Procurar que los alumnos aprendan a expresar sus conceptos y comunicar sus resultados.

De esta manera el diseño didáctico conduce a la resolución de un problema de la vida real mediante un enfoque interdisciplinario a través de un modelo. Estas formas de educación STEM deben ser desarrolladas de común acuerdo entre investigadores, desarrolladores y docentes a cargo de cursos (7).

Resultados

Se han definido las prácticas esenciales para el aprendizaje de las ciencias como la forma de aprender ciencia en el siglo XXI (8):

1. Hacer preguntas y definir problemas;
2. Desarrollar y usar modelos;
3. Planificar y conducir investigaciones;
4. Analizar e interpretar datos;
5. Usar matemática y programas computacionales;
6. Explicar y diseñar soluciones;
7. Argumentar conclusiones;
8. Observar, evaluar y comunicar resultados.

Estas prácticas son las que hacen los investigadores. Se pretende introducirlas como visión de la educación de las ciencias a los efectos que los estudiantes, a través de su carrera, las practiquen activamente. Las experiencias de aprendizaje llevarán a los estudiantes a plantearse preguntas fundamentales sobre el mundo, siendo críticos en la discusión de problemas inherentes a las ciencias y consumidores del saber científico a lo largo de sus vidas.

El mayor desafío de este Proyecto está dirigido a los docentes, quienes deben aprender nuevas formas de experimentación y desarrollar nuevos guiones didácticos y planes de clases en función del aporte del Proyecto.

El verdadero desafío del Proyecto es que los profesores se apropien de la metodología que propone el Proyecto y la transfieran a los alumnos.

El grupo UTN de investigación educativa ha desarrollado investigaciones y experimentaciones que le ha permitido la elaboración de nuevos materiales de

aprendizaje, no existentes en el mercado. Se ha desarrollado una colección de Sesiones Experimentales utilizando una tecnología educativa actualizada, la cual representa una contribución directa a la enseñanza de las ciencias y, al mismo tiempo, propugna la difusión del saber científico.

Se han desarrollado unidades educativas dentro de las tendencias actuales (*open educational resources*) (9), para crear oportunidades a los que deseen aprender ciencias (alumnos, docentes, público en general) adoptando nuevas herramientas tecnológicas y experiencias.

Se ha practicado la interdisciplinariedad integrando información, datos, métodos y herramientas entre varias disciplinas como física, química, biología, matemática, tecnologías, computación, lo cual ha permitido desarrollar unidades didácticas complejas.

Esta publicación contiene experiencias de física, química y biología, destinadas a profesores y alumnos de enseñanza secundaria, terciaria y universitaria. Se trata de desarrollos originales con experiencias y resultados relacionados con las teorías o leyes (10)-(17).

Conclusiones

La razón esencial de este Proyecto es promover la cultura científica despertando en la población de alumnos el interés por la ciencia, alentándolos a tener un conocimiento en ciencias que les habilite entender los fenómenos de la naturaleza. Se pretende que adquieran una base científica sólida que les facultará, a su vez, alcanzar las competencias necesarias para participar plenamente en las diferentes esferas de la vida, afrontar las exigencias y desafíos de la sociedad, acceder a un empleo digno y desarrollar un proyecto de vida.

Las actividades propuestas están orientadas a evidenciar el valor social de la ciencia y tecnología y fomentar la apreciación social del conocimiento, tomando a éste como elemento fundamental para el desarrollo humano.

Como indica la *American Association of Physics Teachers*, las metas que deben cumplir los cursos de ciencias son:

1) *“Los estudiantes deberían comprender que la evidencia experimental es la base de nuestro conocimiento de las leyes de las ciencias, y que las ciencias no son una mera colección de ecuaciones y de problemas de textos”.*

2) *“Los procesos de observación de los fenómenos, análisis de datos y desarrollo de modelos matemáticos para explicar observaciones, proporcionan al estudiante una única oportunidad para relacionar la experiencia concreta con las teorías científicas”.*

Estas frases contundentes ponen de manifiesto la importancia trascendental que tiene la experimentación en las demostraciones científicas, y por ende, en la promoción del conocimiento científico. Por lo expuesto, se toma la experimentación científica como modelo más apropiado para la *promoción y transferencia del conocimiento científico*. Se trata de cómo presentar las ideas visualmente, de saber qué hacen los aprendices, cómo adquieren los conocimientos y cómo usan las herramientas, qué los motiva, cómo incentivarlos para que ellos mismos expresen conceptos científicos, cómo debería ser usada la tecnología en la educación. En esencia, comprometer

activamente a los aprendices en sus propios aprendizajes mediante la experimentación.

Todos los jóvenes deben estar en condiciones de afrontar las demandas tecnológicas del Siglo XXI. Los docentes son los encargados que se cumpla esta premisa. Los docentes son los constructores de las generaciones pasadas, presentes y futuras. Los docentes son los verdaderos actores de la efectividad de las experiencias de laboratorio. Ayudan a los alumnos a aprender conceptos de ciencia provocando discusiones y contestando preguntas. Es el docente el que integra el aprendizaje del alumno con los procesos y contenidos de las ciencias.

DESARROLLO DE EXPERIENCIAS DE FÍSICA

A continuación se presentan ejemplos e ilustraciones de algunas Sesiones Experimentales desarrollados en el área de Física (Mecánica)

En las Sesiones Experimentales sobre movimiento de cuerpos que se proponen a continuación se describe cómo se colecta y registra la información y cómo se organiza para identificar parámetros experimentales y su variación en el tiempo. Cómo se representa gráficamente esta variación, qué significado se le asigna (velocidad constante, incremento de velocidad, decremento de velocidad). Finalmente, verificar la consistencia de las conclusiones haciendo nuevas experiencias.

1. Estudio experimental de caída libre de un cuerpo con sistema de foto compuerta, despreciando el rozamiento con aire.

Actividad 1

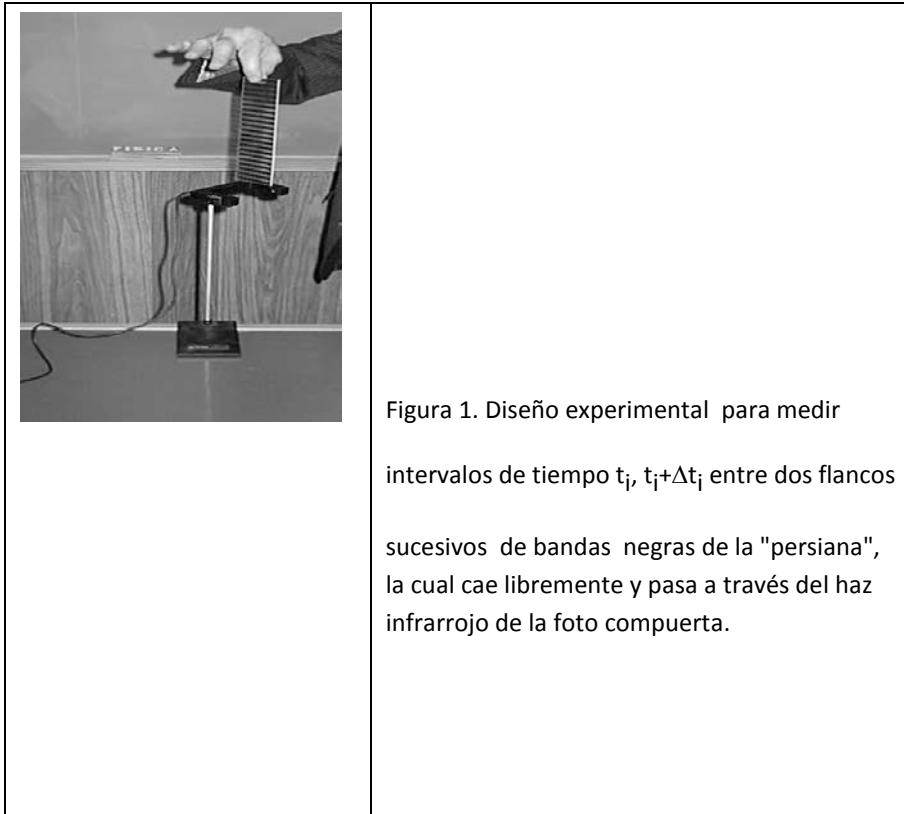
- a) *Describa cómo es el movimiento de caída libre de cuerpos y qué parámetro caracteriza el movimiento.*
- b) *¿Cómo medir velocidad y aceleración de un cuerpo que cae libremente?*

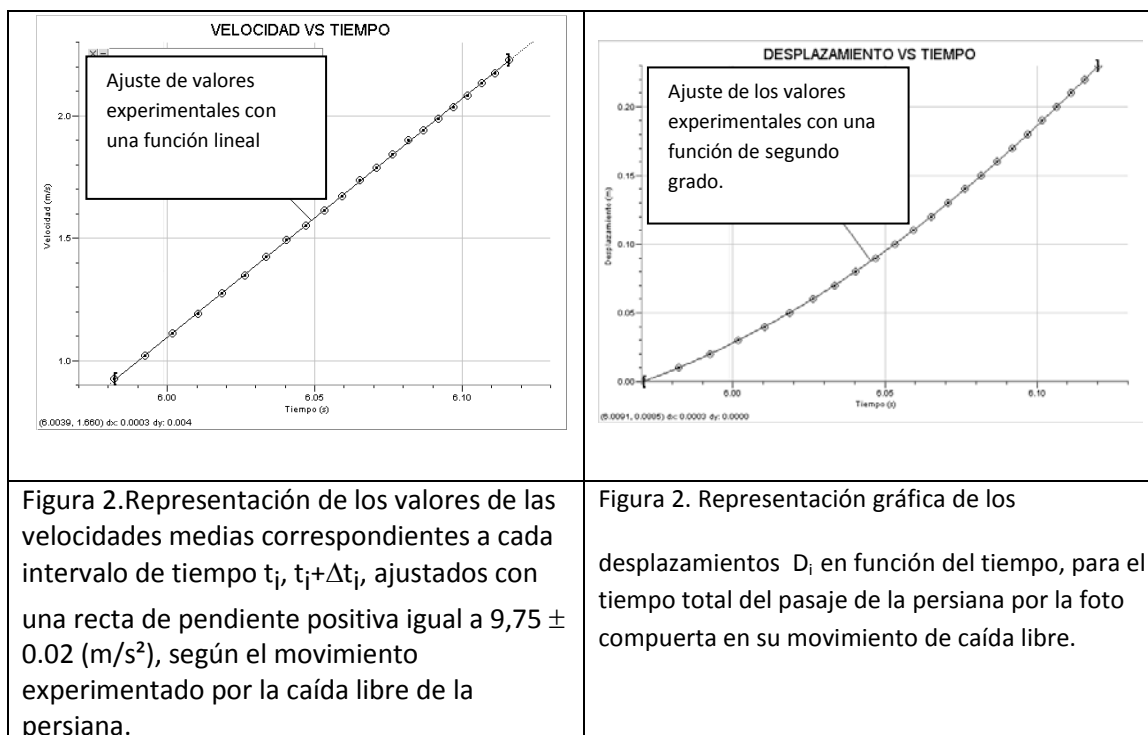
Diseño experimental

Se dispone de un sistema de foto compuerta para medir intervalos de tiempo entre las bandas negras de la persiana de plástico o bandas macizas de la persiana metálica. La Fig. 1 muestra la posición de la foto compuerta y la persiana. Se ubica la persiana para que pase por la foto compuerta en su caída vertical. Se deja caer la persiana y se registran las velocidades medias de las respectivas bandas. Cuando ha pasado la persiana completa por la foto compuerta, se cierra la experiencia y aparece el cuadro

de valor del tiempo, desplazamiento, velocidad y aceleración y los correspondientes gráficos.

En las Figs. 2 y 3 se muestran, respectivamente los registros de velocidad y desplazamiento de la persiana en su caída libre.





Conclusiones

Se ha determinado el valor del parámetro característico del movimiento (aceleración constante) que es justamente la llamada aceleración de la gravedad, cuyo valor se ha determinado experimentalmente. Se ha propuesto el modelo correspondiente, el cual predice cómo será el desplazamiento vertical de caída del cuerpo.

Se ha aplicado este modelo al caso particular de la vida real de caída de un objeto que se arroja con una determinada velocidad inicial y se ha obtenido las gráficas correspondientes a la velocidad y al desplazamiento del cuerpo. Las constantes correspondientes a este movimiento son la velocidad inicial y la aceleración de la gravedad.

2. Estudio experimental para establecer relaciones entre fuerzas aplicadas a un cuerpo, su masa y aceleración

Las experiencias cotidianas demuestran que *distintas acciones sobre un mismo cuerpo* provocan aceleraciones diferentes, y la *misma acción sobre cuerpos diferentes* provocan aceleraciones diferentes. Existe una relación directa entre la acción que actúa sobre el cuerpo y la aceleración que ella le genera. Dicha relación se denomina inercia; el sentido físico de ella debe interpretarse como mayor o menor resistencia del cuerpo para ser acelerado. La medida de la inercia se llama masa, pero para medirla, es necesario recurrir a una serie de experiencias.

Arreglo experimental para medir la aceleración de un sistema de cuerpos unidos por un hilo y la fuerza que éste ejerce sobre ellos (tensión)

Montaje de dos cuerpos unidos mediante un hilo que pasa por una polea

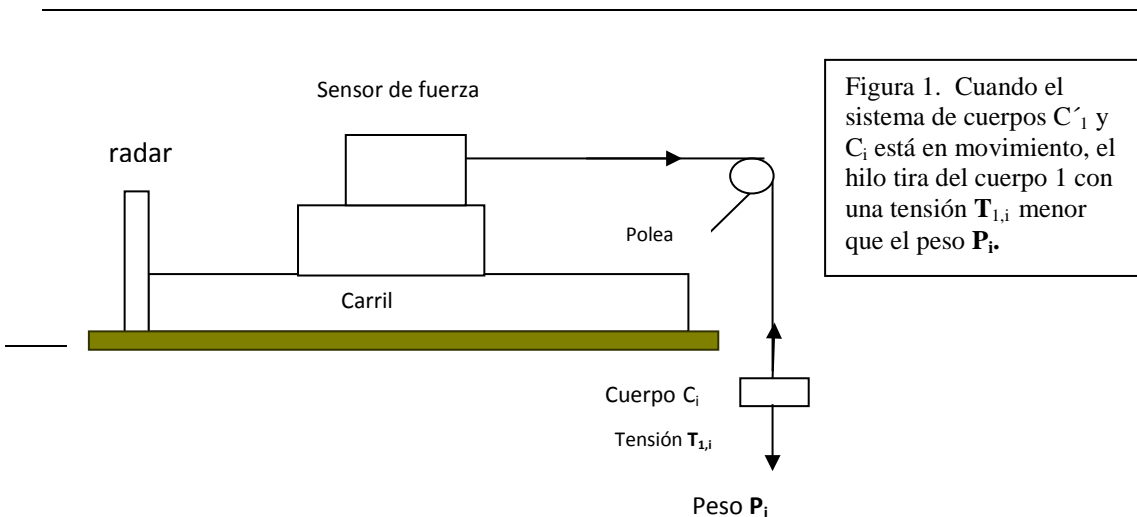
Se coloca sobre un carril de aluminio un carro con ruedas apropiado para moverse sobre aquél. Sobre él se monta un sensor de fuerza, constituyendo un cuerpo integrado sólidamente C_1 de una masa total m_1 . Se une el sensor de fuerzas mediante un hilo inextensible de masa despreciable a otro cuerpo C_i de masa m_i , pasando el hilo por una polea de masa y rozamiento despreciables. La situación de ambos cuerpos C_1 y C_i , en reposo, indica que sobre el cuerpo C_1 se ejerce una fuerza (tensión) T_0 , que es igual al peso P_i del cuerpo C_i . Cuando el sistema de cuerpos C_1 y C_i se suelta, ambos se mueven con una aceleración común. Esta disposición se esquematiza en la Fig. 1.

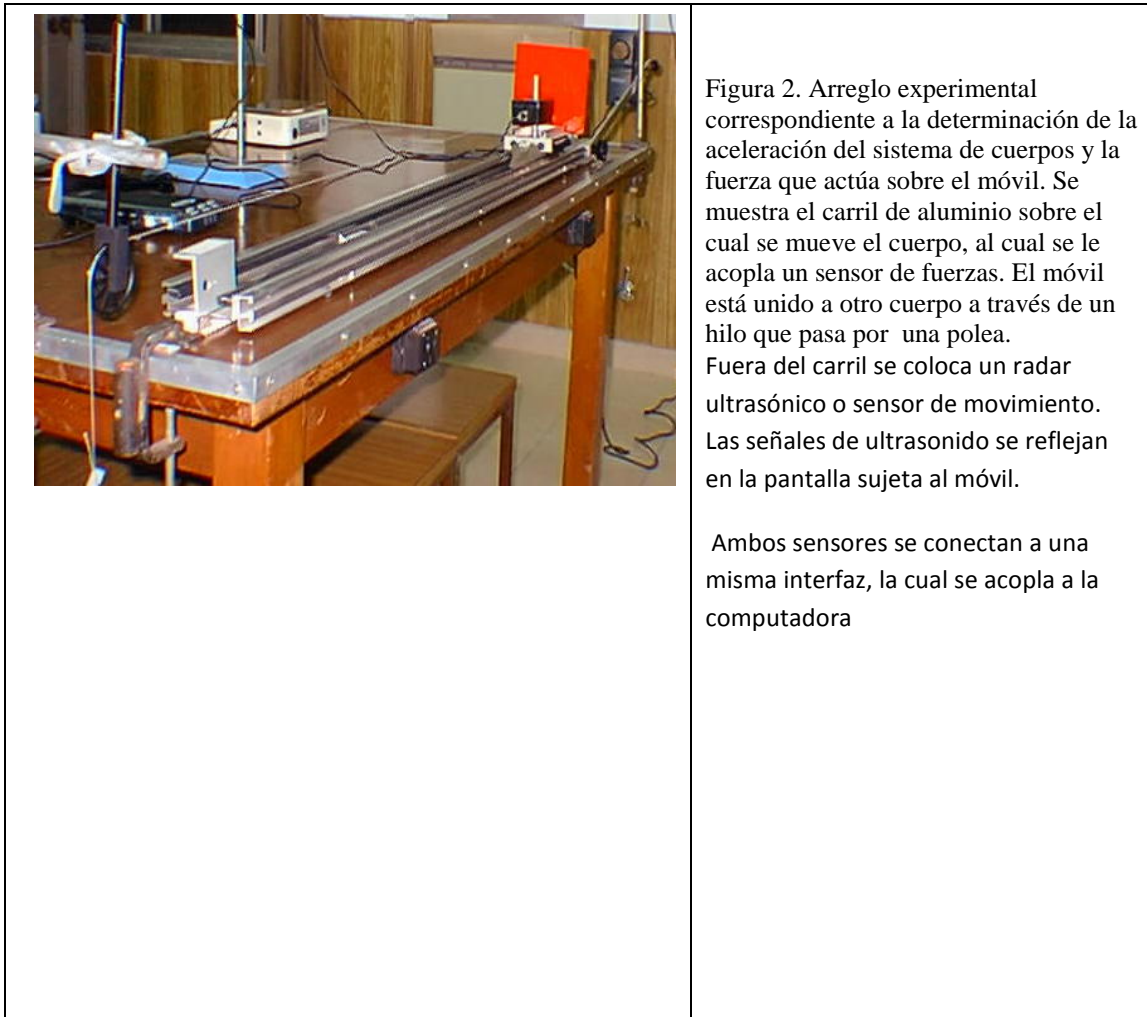
a) Determinación de la aceleración del sistema de cuerpos

Se determinan las velocidades y la aceleración del sistema de cuerpos en función del tiempo por medio de un radar ultrasónico. Mediante un ajuste del gráfico de velocidades con una recta, se obtiene la pendiente de la recta, que es numéricamente igual a la aceleración del sistema.

b) Determinación de la tensión del hilo (fuerza que ejerce el hilo sobre el cuerpo que se mueve sobre el carril)

La intensidad de la tensión del hilo se determina con el sensor de fuerzas. Éste y el radar ultrasónico se acoplan a la interfaz y ésta a la computadora. Una fotografía del arreglo experimental descrito se indica en la Fig. 2.





Experiencia 1

Se propone aplicar a un mismo cuerpo C_1 , en forma sucesiva, diferentes tensiones y determinar las correspondientes aceleraciones.

La Fig. 3 muestra la variación de la velocidad del carro en función del tiempo registrada por el sensor de movimiento. La pendiente de la recta de ajuste es numéricamente igual a la aceleración del carro $a = 1,16 \text{ m/s}^2$.

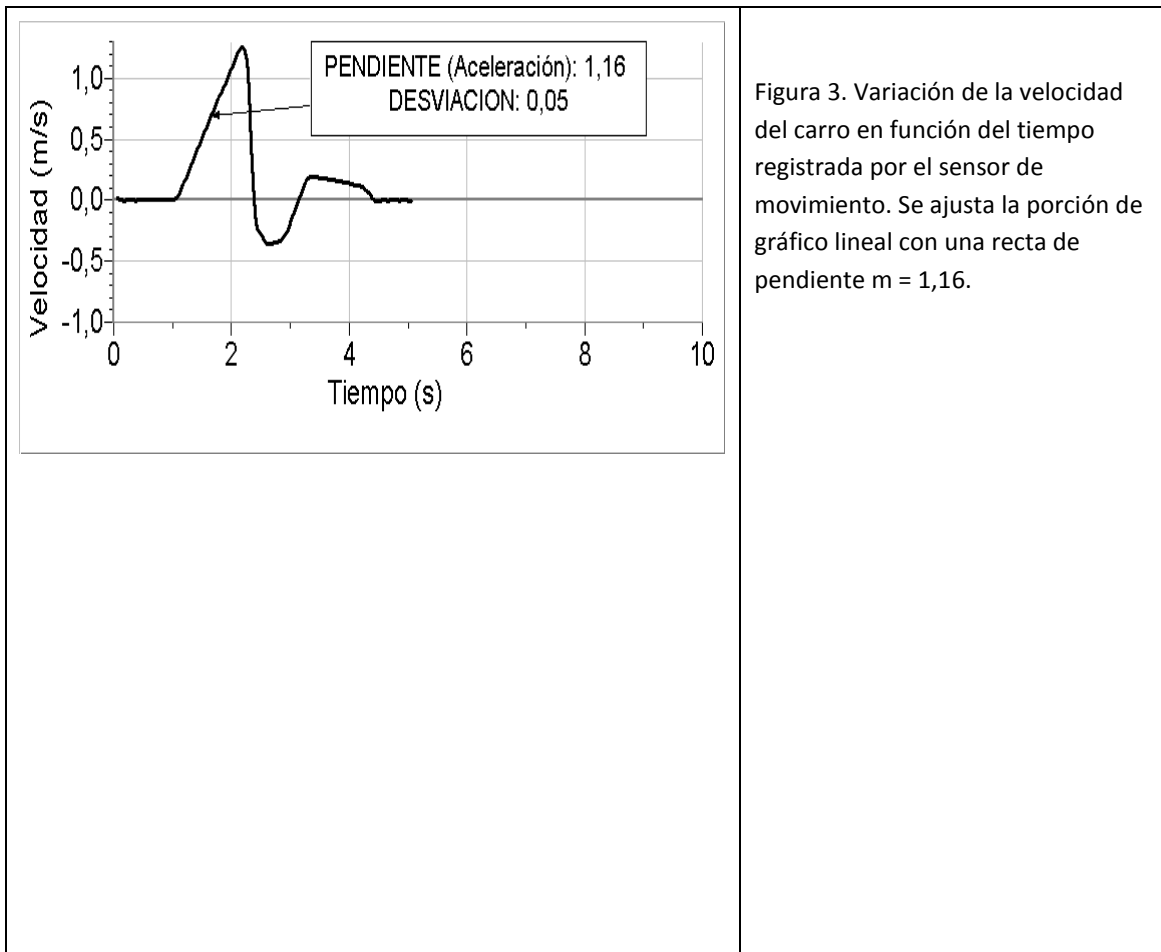


Figura 3. Variación de la velocidad del carro en función del tiempo registrada por el sensor de movimiento. Se ajusta la porción de gráfico lineal con una recta de pendiente $m = 1,16$.

La Fig. 4 muestra el registro correspondiente de la fuerza actuante (tensión del hilo) sobre el sensor de fuerzas en función del tiempo. Como se explicó previamente, la tensión, al ponerse el sistema en movimiento, disminuye y permanece constante en un pequeño intervalo de tiempo, que es el del recorrido del carro sobre el riel (del orden de 0,25 s), determinándose una tensión de 1,30 Newton.

Se repite la experiencia para cinco cuerpos de contrapeso diferentes, creando tensiones diferentes sobre el mismo cuerpo C_1 . Los resultados de las fuerzas F_i y de las aceleraciones a_i medidas se indican en la Tabla 1.

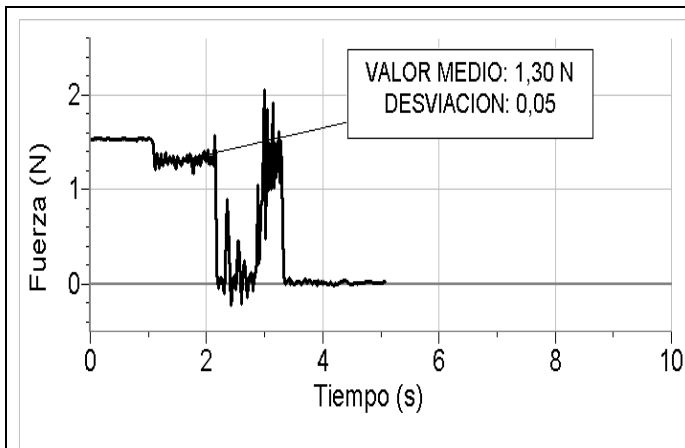


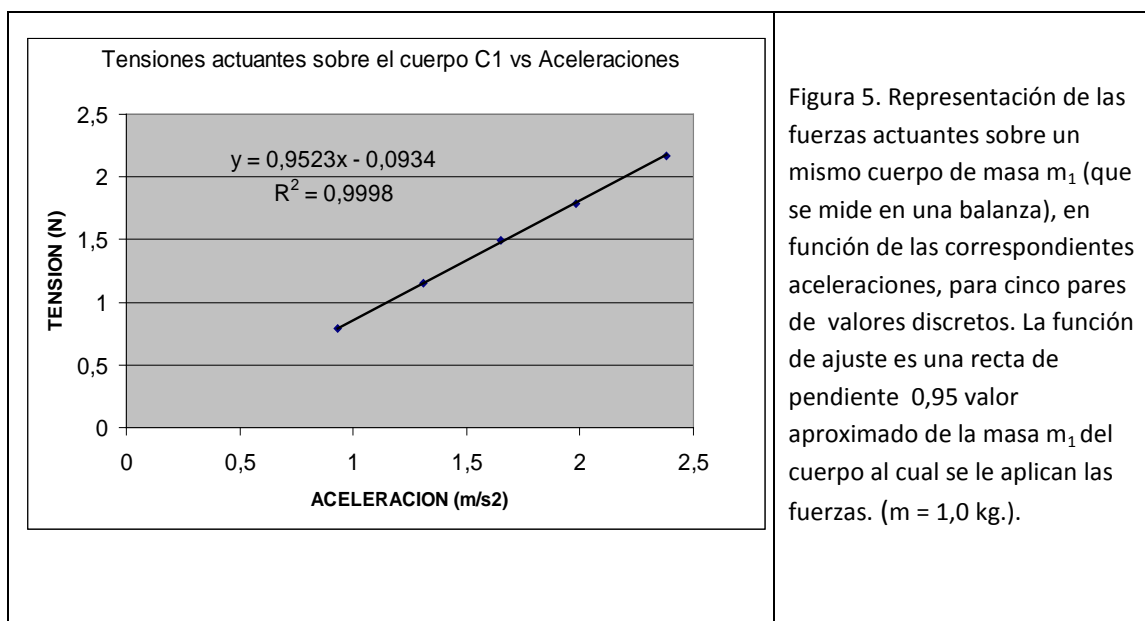
Figura 4. Variación de la tensión ejercida sobre el sensor de fuerzas en función del tiempo. Cuando el sistema está en reposo, la tensión es constante; cuando se suelta el cuerpo, la tensión disminuye y permanece constante durante el tiempo de recorrido del carro sobre el riel.

La tensión registrada en movimiento es $F = 1,30 \text{ N}$.

F_i (Newton)	a_i (m/s^2)	Relación F_i/a_i (kg)
0,93	0,79	1,18
1,31	1,15	1,14
1,65	1,49	1,11
1,98	1,79	1,11
2,38	2,17	1,10

Tabla 1. Valores de las diferentes tensiones F_i actuantes sobre el sensor de fuerza ligado al carro, variando los cuerpos de contrapeso. Se determinan las correspondientes aceleraciones a_i del sistema. Se determinan las relaciones F_i/a_i .

Se representan los pares de fuerzas F_i y aceleraciones a_i y se obtiene una recta de ajuste cuya pendiente es la masa m_1 del cuerpo C_1 , tal como se muestra en la Fig. 5.



Conclusiones

Se ha demostrado que la masa del cuerpo es una propiedad intrínseca del cuerpo, que no depende de la fuerza que se le aplique. O sea que la relación entre fuerza aplicada y aceleración producida es una constante intrínseca del cuerpo, caracterizada por su masa. El cuerpo tiene asociada una recta $F = f(a)$ en el espacio fuerza – aceleración, de pendiente igual a su masa.

Experiencia 2

Se propone aplicar una misma fuerza fija a diferentes cuerpos, en forma sucesiva, y determinar las correspondientes aceleraciones.

Se utiliza el mismo arreglo experimental indicado en la Fig. 3. Se agregan sucesivamente cuerpos al carro y se varían los cuerpos de contrapeso, de tal manera que la tensión del hilo aplicada a cada cuerpo sea la misma para todos los casos. Se consideran cinco cuerpos de masas m_i diferentes acopladas al carro y se determinan las correspondientes aceleraciones a_i , siempre conservando una misma fuerza

$F = 1,0$ N aplicada al cuerpo. La tensión es medida por el sensor de fuerzas montado sobre el carro. Las velocidades sucesivas de los cuerpos con diferentes masas se determinan por medio de un radar ultrasónico. Los resultados de las masas m_i y de las aceleraciones a_i medidas se indican en la Tabla 2.

m_i (kg)	a_i (m/s ²)	Relación $m_i \cdot a_i$ (Newton)
1,36	0,74	1,00
1,86	0,56	1,04
2,16	0,42	0,91
2,61	0,38	0,99
2,90	0,35	1,02

Tabla 2. Valores de las diferentes masas m_i de los cuerpos y aceleraciones correspondientes a_i variando las masas de los cuerpos de contrapeso, de tal manera de aplicar al carro siempre una misma fuerza F . Se determinan las relaciones $m_i \cdot a_i$

Se representan los pares de aceleraciones a_i y masas m_i y se obtiene (ver Fig. 6) una función cuya ecuación es

$$a = k \cdot m^{-1}.$$

La constante k es prácticamente igual a la fuerza constante aplicada al carro.

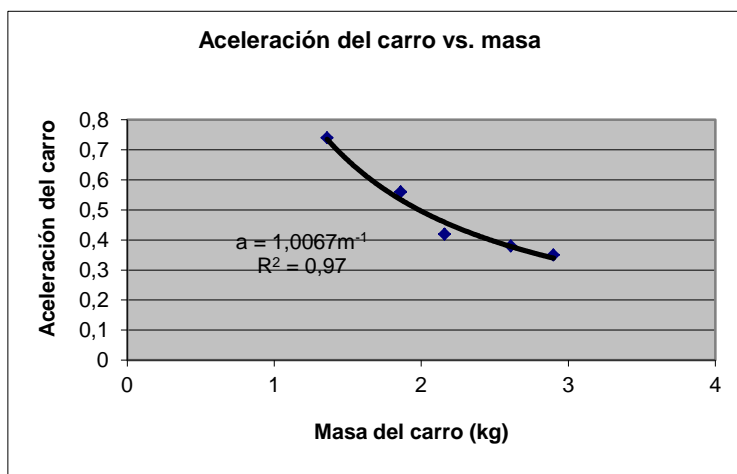


Figura 7. Representación de las aceleraciones medidas en función de las masas variables del cuerpo al cual se le aplica siempre una fuerza constante. La función de ajuste es

Conclusiones

Se ha demostrado experimentalmente que dada una fuerza F , ésta tiene una propiedad intrínseca: a cualquier cuerpo C de masa m que se le aplique esta fuerza como resultante, le imprimirá una aceleración a tal, que el producto de la masa por la aceleración es igual a la fuerza F :

$$F = m \cdot a.$$

Los resultados de los Cuadro 1 y 2, y las consiguientes representaciones gráficas de las Figuras 6 y 7 constituyen el fundamento de la segunda ley de la dinámica de traslación, que se enuncia:

La aceleración producida por la resultante de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es de magnitud proporcional a dicha resultante y del mismo sentido, y es inversamente proporcional a la masa del cuerpo, si el movimiento se observa desde un sistema inercial de referencia.

DESARROLLO DE EXPERIENCIAS DE QUÍMICA

A continuación se presentan ejemplos e ilustraciones de algunas Sesiones Experimentales desarrolladas en el área de Química.

Experiencias sobre variables que caracterizan a los gases ideales

Experiencia 1

Determinación de presión del aire en función del volumen que ocupa en una jeringa, manteniendo constante la temperatura durante la experiencia.

Sensor de presión

Para medir presión de gas se introduce un sistema de registro de presión que ejerce un gas encerrado en un volumen conectado a una cavidad donde se encuentra el transductor. Éste está constituido por una membrana que separa dos cavidades, una con baja presión (vacío) y la otra es la cavidad donde penetra el gas o aire. La membrana flexiona a medida que aumenta la presión en la cavidad donde entra el gas. Las flexiones de la membrana son registradas por un circuito electrónico que las acusa mediante un pulso eléctrico cuya amplitud es proporcional a la flexión.

Para cada presión que ejerce el gas sobre la membrana, se emite una señal eléctrica de amplitud proporcional a la presión que se ejerce. El sensor se conecta a la interfaz y ésta a la computadora

Se confina el aire dentro de una jeringa de 20 cm³. Se conecta la jeringa al sensor de presión. El volumen total de aire que debe medirse es el indicado en la jeringa más 0,8 cm³, que es el volumen del interior del sensor de presión. La fotografía de la Fig. 1 muestra el arreglo experimental.

Obtención de datos

Se cambia el volumen empujando el émbolo de la jeringa, estabilizando cada 3 cm³ de cambio. El sistema registra dichas variaciones de presión en función del tiempo, tal como se ilustra en la Fig. 2. Por cada valor del volumen fijado, se obtiene un valor de presión que ejerce el aire sobre el medidor de presión. Dichos valores son indicados en la Tabla 1.

Volumen (cm ³)	20.8	17.8	14.8	11.8	8.8
Presión (kPa)	103.5	121.2	146.2	183.1	232.4

Tabla.1. Valores de la presión del gas encerrado en la jeringa a partir de la variación del volumen.



Figura 1. Arreglo experimental para determinar la variación de presión del aire encerrado en una jeringa en función de la variación de volumen. Jeringa ligada al sensor de presión conectado a la interfaz.

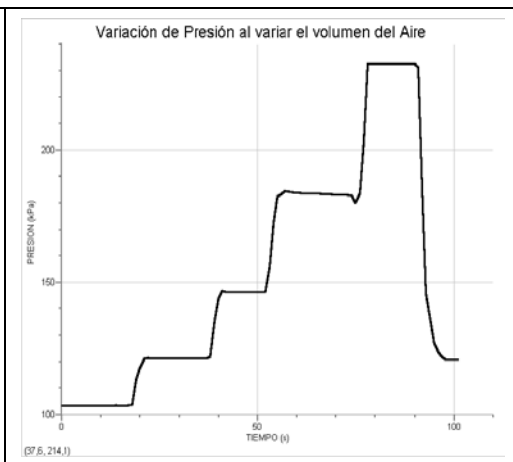
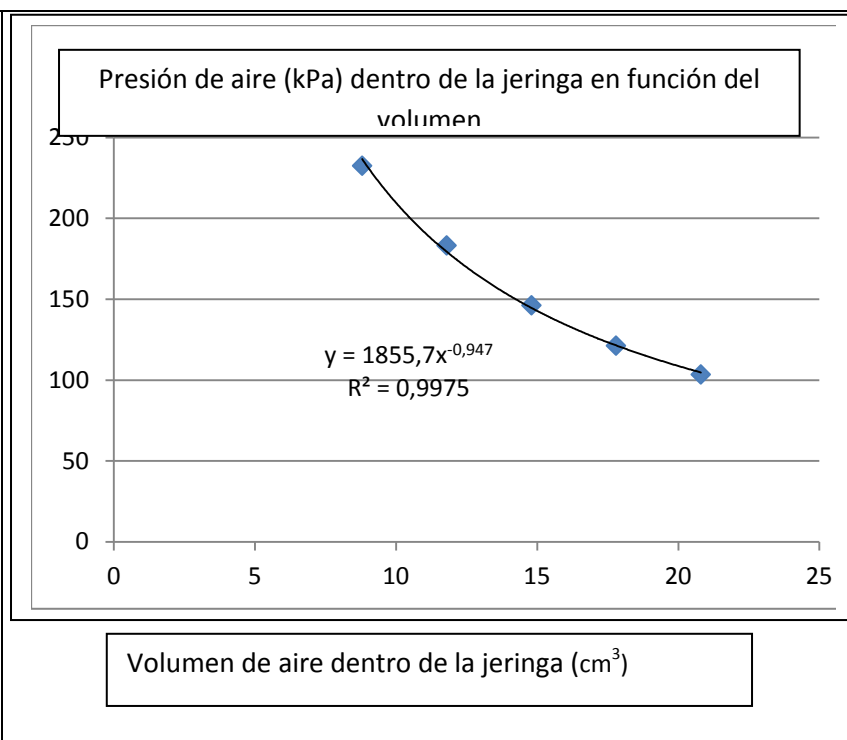


Figura 2. Registro de la variación de presión del aire encerrado en la jeringa en función de su volumen, en un intervalo de tiempo.

Figura.3. Valores de la presión del aire encerrado en la jeringa, para diferentes valores del volumen de aire, manteniendo constante la temperatura.



Conclusiones

Los pares de valores de la presión y del volumen del aire registrados en la Tabla.1 se grafican en la Fig. 3. Se ajustan los valores de presión en función del volumen con un arco de hipérbola, de donde se deduce experimentalmente la relación

$$P = 1856 / V \text{ o bien } P \cdot V = 1856 = \text{Constante.}$$

Se ha demostrado experimentalmente una propiedad física del aire: a temperatura constante, el producto de la presión por el volumen de aire es constante (rango de presión 0 – 200 kPa). Esta propiedad fue establecida por primera vez por el físico irlandés Robert Boyle (1608 – 1691) por lo cual se la llamó **Ley de Boyle**.

Experiencia 2

Determinación de la variación del volumen de aire en función de temperatura manteniendo constante la presión (expansión o dilatación del aire a presión constante)

Arreglo experimental

Se confina el aire dentro de un Kitasato tapado por un tapón con una salida al sensor de presión. La salida de costado se conecta a una jeringa graduada de 50 mL, la cual, al principio, indica un volumen de aire cero (émbolo a fondo). Se coloca el Kitasato dentro de un recipiente en un baño de agua, a diferentes temperaturas. El sensor de temperatura se sumerge en el recipiente y se conecta a la misma interfaz. El sistema (temperatura-volumen) registra en función del tiempo, las variaciones simultáneas de de temperatura y volumen, de tal manera de mantener la presión constante. Se va agregando agua caliente hasta llegar a una temperatura de 75° C. Se espera un cada caso que el aire esté en equilibrio térmico con el agua. La fotografía de la Fig. 1 muestra el arreglo experimental.

Como se desea mantener la presión constante, es necesario extraer aire del Kitasato por medio de la jeringa, a medida que se aumenta la temperatura del aire. Para cada par de valores de la temperatura y presión (constante) se determina el volumen de aire en la jeringa. Previamente es necesario determinar el volumen del Kitasato llenándolo con agua y midiendo el volumen en una probeta graduada. Debe sumarse, además el volumen del sensor de presión y de los tubos de conexión.

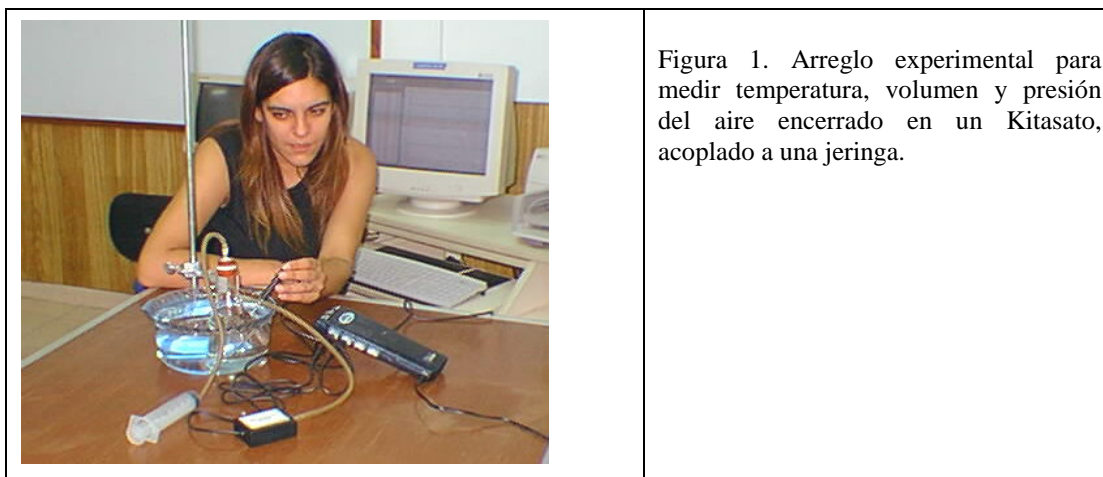


Figura 1. Arreglo experimental para medir temperatura, volumen y presión del aire encerrado en un Kitasato, acoplado a una jeringa.

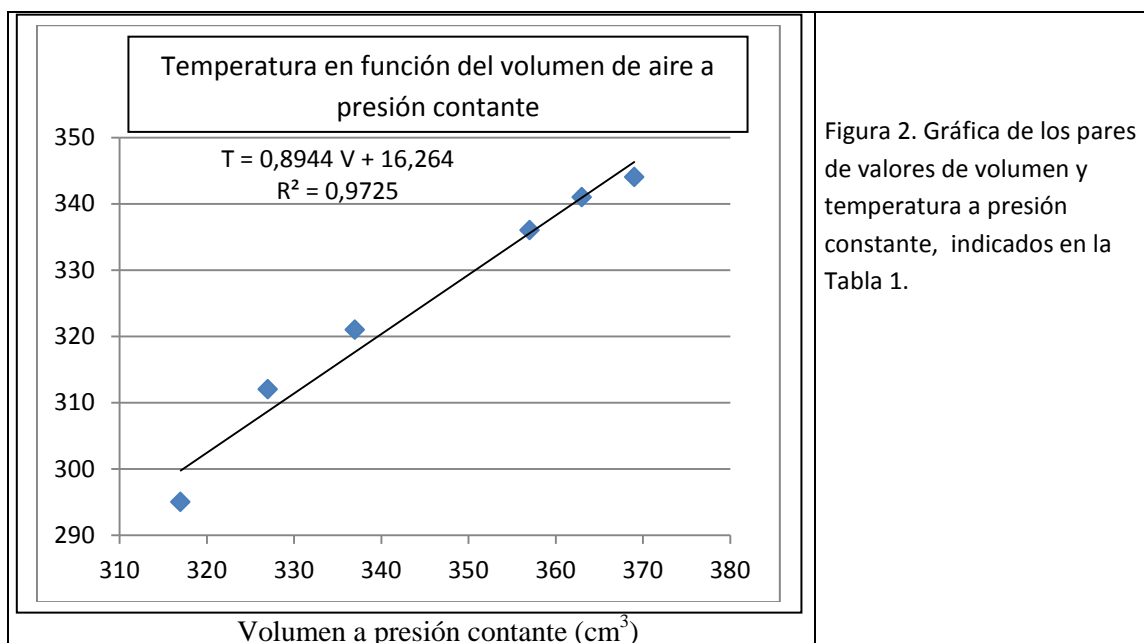
Obtención de resultados

El registro simultáneo de la presión (constante a 101 kPa), de temperatura y del volumen (Kitasato más jeringa) se indica en la Tabla 1. La gráfica de los valores de temperatura en función del volumen se representa en la Fig. 2.

Volumen (cm ³) (Volumen fijo más volumen extraído)	
--	--

en la jeringa)	Temperatura (° K)
317	295
327	312
337	321
357	336
363	341
369	344

Tabla 1. Valores de volumen obtenidos por suma del volumen del Kitasato y el volumen de aire extraído en la jeringa. Valores de temperatura del aires en equilibrio con el agua. La presión se mantiene cosntante.



Conclusiones

La variación de temperatura absoluta en función del volumen de aire total a presión constante está dada por la función

$$T = 0.89 \cdot V + 16.24$$

Para un volumen nulo le corresponde una temperatura absoluta de 16°K, valor próximo al cero absoluto.

El físico, químico y aeronauta francés Jacques Charles (1746-1823) estableció en el año 1787 que por cada grado de aumento de temperatura, el volumen del gas se incrementa en una fracción 1/273, a partir de 0° C, a presión constante. Por lo tanto, para -273 ° C, el volumen del gas es nulo. Esta relación es llamada **Ley de Charles**. Como éste no la publicó, Gay Lussac lo hizo posteriormente, quedando bautizada **Ley de Charles -Gay Lussac**.

DESARROLLO DE EXPERIENCIAS DE BIOLOGÍA

A continuación se presentan ejemplos e ilustraciones de algunas Sesiones Experimentales desarrollados en el área de Biología.

Experiencias de difusión de iones a través de membranas semipermeables

(tubo de diálisis) para soluciones salinas inmersas en agua destilada

El objetivo de la experiencia es observar que existe una difusión de iones y que el gradiente de difusión se incrementa con la concentración de soluto.

a) Preparación de tubos de diálisis flexibles y de soluciones salinas

Se corta un tubo de diálisis de unos 2,5 cm de diámetro por 15 cm de largo. Se cierra un extremo con un broche.

Se preparan soluciones de sal al 5%, 10% y 15% en diferentes tubos de ensayo. Las soluciones porcentuales que se deben obtener a partir de la masa de soluto resultan de verter agua hasta ocupar 1 L de solución. Por ejemplo, una solución al 5% de soluto implica tomar 50 g de soluto y completar con agua destilada 1 L de solución.

b) Sensor de conductividad eléctrica

Se utiliza un sensor de conductividad eléctrica para medir la corriente de iones que pasan del tubo de diálisis a la masa de agua destilada dentro de la cual se introduce el tubo de diálisis. El SC deber estar previamente calibrado y conectado 15 min antes de las mediciones. Se espera unos 60 s antes de comenzar el registro.

Arreglo experimental

El tubo de diálisis se llena por medio de una pipeta con 5 mL de solución al 5%. Luego se sella la parte superior del tubo cuidando que no quede aire. Se limpia el exterior del tubo con agua para remover cualquier resto de sal u otros elementos.

Se coloca un vaso de precipitado de 500 mL sobre un agitador magnético y se vierten 300 mL de agua destilada. Se introducen el Sensor de conductividad eléctrica (SC) y el tubo de diálisis que contiene 5% NaCl. Ambos deben estar alineados en paralelo.

Hay que tomar dos precauciones: una, que el tubo de diálisis se introduzca totalmente dentro del agua y la otra, como deben compararse mediciones de difusión, es indispensable que en todos los casos el SC se encuentre a la misma distancia del tubo de diálisis, en paralelo, por ejemplo 2 cm.

La Fig.1 muestra la posición del tubo de diálisis y del SC inmersos en agua destilada dentro del vaso, hasta comenzar las mediciones.



Figura 1. Arreglo experimental de un tubo de diálisis y el sensor de conductividad, dentro de un vaso con agua destilada, el cual se posa sobre un agitador magnético.

Obtención de resultados

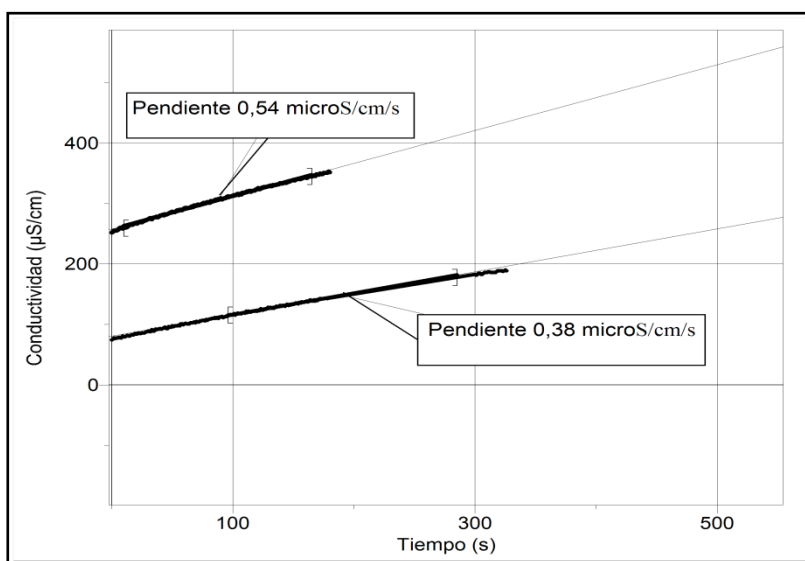
Se toma el registro de conductividad del agua del vaso durante 2 min, obteniéndose el gráfico sobre el cual se toman los primeros 100 s y se ajustan con una recta. La pendiente de la recta indica el gradiente de difusión de iones.

Se repite la experiencia abriendo el tubo de diálisis, enjuagándolo y colocando otra solución de sal al 10%. Análogamente con una solución del 15%. La Fig. 2 indica los tres registros de conductividad con sus tres pendientes.

En la Tabla 1 se registran las pendientes obtenidas (gradientes de difusión) para cada concentración de soluciones salinas. En la Fig. 3 se representan los pares de valores de la Tabla 1, indicando una relación lineal entre los gradientes de difusión y las concentraciones de las soluciones salinas.

Solución dentro del tubo de diálisis	Porcentaje de soluto	Pendiente de conductividad
NaCl (ac.)	5	0.23
NaCl (ac.)	10	0.38
NaCl (ac.)	15	0.54

Tabla 1. Valores numéricos de la pendiente de conductividad y concentración de soluto de cada solución.



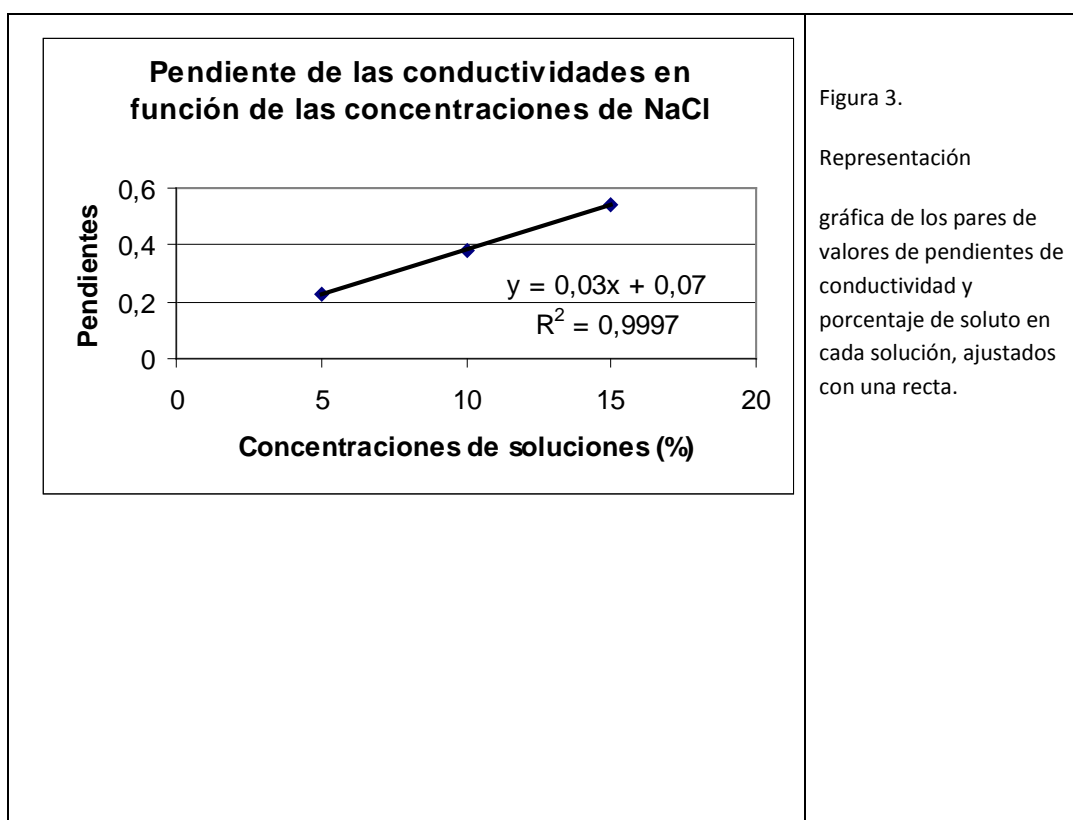
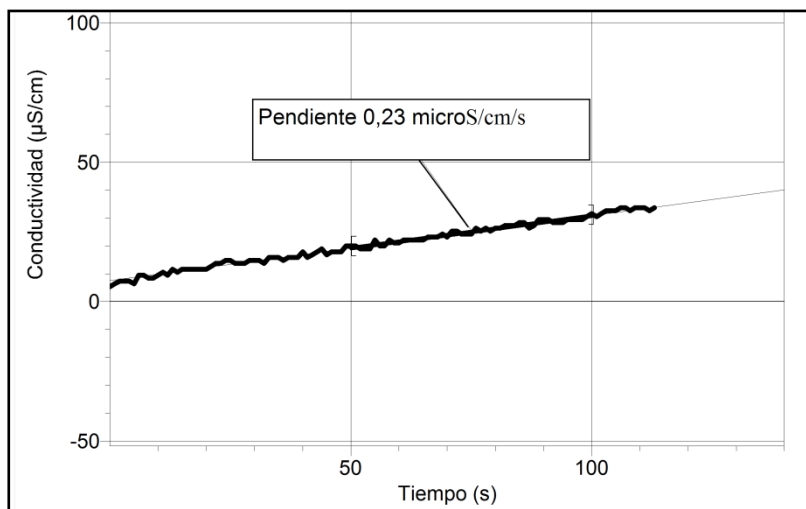


Figura 3.

Representación

gráfica de los pares de valores de pendientes de conductividad y porcentaje de soluto en cada solución, ajustados con una recta.

Figura 2. Registros de conductividad de los iones que pasan a través del tubo de diálisis para

los tres

tipos de soluciones. Se indican las pendientes de conductividad (0.23;0.38; 0.54, en unidades micro S/cm/s)

Conclusiones

Se ha demostrado que el gradiente de difusión crece linealmente al menos para tres concentraciones de soluto. Esta conclusión es aplicable al caso celular ya que si aumenta la concentración de sal en el organismo (exterior de la célula), la célula adquiere mayor número de iones que los normales y se producen trastornos.

Referencias

- (1) Hofstein, A. and Lunetta, V.N. (2004). The laboratory in Science Education. *Science Education* **88**;28-54.
- (2) America's Lab Report (2005). U. S. National Research Council.
- (3) Vernier Software and Technology: Physics with computer, Chemistry with Computers; Biology with Computer, Earth science with computer.
- (4) Teacher Competencies for Education for Sustainable Development, Innsbruck, Austria. (2010).
- (5) Taller latinoamericano de alfabetización científica. Organizado por el Ministerio de Educación de la Nación y la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.(2008).
- (6) STEM Education. Gran cantidad de reportes han sido publicados sobre STEM (AAAS 1990, 1993; Carnegie Corporation 2009; Council on Competitiveness 2005; NCMSTC 2000; NGA 2007; NRC 1996, 2007a, 2012a; NSB 2007; PCAST 2012).

El último ha sido: STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research (2014). National Research Council. ISBN 978-0-309-29796-7
- (7) A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas (2012). National Research Council. ISBN 978-0-309-21742-2.
- (8) American Association for the Advancement of Science (Junio 2011).
- (9) Center for Open and Sustainable Learning (COSL) / OpenEd conferences, <http://cosl.usu.edu>. Commonwealth of Learning – Learning Object Repository, <http://www.col.org/colweb/site/>
- (10) Bosch, H. E., Bosio, D.O., Sterzovsky, M. N. (2005). *Lecciones de Mecánica*. Facultad Regional Buenos Aires. ISBN987-21516.
- (11) Bosch, H.E, Bosio, D.O., Pelem, M., Scaiola, M.V., Sterzovsky, M. N.. (2009). *Lecciones de Química Básica Experimental Asistidas por Tecnologías Electrónica e Informática*". Editorial Dunken, Buenos Aires.

ISBN 978-987-02-4075-4.

- (12) Bergero, M.S., Bosch, H. E., Carvajal, L., Di Blasi, M. A., Geromini, N. S. (2009). *Innovaciones en investigación y enseñanza experimental de Cálculo*". Editorial Dunken, Buenos Aires. ISBN 978-987-02- 3799-0.
- (13) Bosch, H. E., Bosio, D. O., Pelem, M. E., Rampazzi, M. C., Scaiola, M. V., Strerzovsky, M. N., Bergero, M. S., Carvajal, L., Di Blasi, M. A., Geromini, N., Seone, A.(2010). *Nuevos diseños de gestión de enseñanza de ciencias e ingeniería integrados con tecnología educativa.*" "La tecnología educativa al servicio de la educación tecnológica". Editores U. Cukierman y M. Virgili. Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional, Argentina. ISBN 978-987-25855-9-4.
- (14) Bosch, H. E., Bosio, D. O., Pelem, M. E., Rampazzi, M. C., Scaiola, M. V., Strerzovsky, M. N., Bergero, M. S., Carvajal, L., Di Blasi, M. A, Geromini, N.(2010). *Enseñanza integrada de ciencias, Ingeniería y matemática como paradigma del Siglo XXI.*" Revista de Telecomunicaciones de la Asociación Iberoamericana de centros de investigación y empresas de telecomunicaciones. Año XXVIII. Nº 124.Octubre- diciembre 2010.
- (15) Bosch, H. E., Bergero, M. S., Carvajal, L., Di Blasi Regner, M. A. , Geromini, N., Pelem , M. E. (2011). *Nuevo paradigma pedagógico para enseñanza de ciencias y matemática.* Revista Avances en Ciencias e Ingeniería, Vol. 2(3), pp. 131-140 (2011).
- (16) Bosch, H., Bergero, M., Carvajal, L., Di Blasi Regner, M., Geromini, N., Rampazzi, M. (2012). "Educación en ciencias, tecnología, ingeniería y matemática para alentar a la juventud hacia la ingeniería". *"Engineering Education for Sustainable Development and Social Inclusion"*. World Engineering Education Forum, Buenos Aires, 17-19 octubre 2012.
- (17) Bosch, H. E. y co-autores. "Un marco didáctico de enseñanza de ciencias, tecnología, ingeniería y matemática para la sociedad contemporánea". (2014). Editorial Dunken, Buenos aires. ISBN 978-987-02-7374-5.