

ACERCA DEL APRENDIZAJE DE FÍSICA MODERNA EN LA ESCUELA MEDIA: INCLUSIÓN DE TELÉFONOS INTELIGENTES

José Luis Di Laccio y Alice Zunini

UdelaR

ANEP

jdilaccio@unorte.edu.uy, alizucoordina@gmail.com

Eje Temático: 13. Cultura transmedia, nuevas tecnologías y trabajo docente

INTRODUCCIÓN

Educación consiste en enseñar, en el sentido de mostrar, de poner señales, de marcar, de generar condiciones de posibilidad. Estas condiciones se ven facilitadas por las experiencias que el sujeto incorpora, y a su vez, conforman representaciones del mundo. El proceso de aprendizaje se inscribe en la dinámica de la cultura. La Educación hoy, presenta una trama compleja, y el aprendizaje surge como posibilidad, creadora y liberadora.

John Dewey (1995), ha sido un gran teórico del siglo XX, con visión progresista y renovadora. Recordemos la importancia que le otorgaba a la INMADUREZ en el niño, a la PLASTICIDAD, y a la CREATIVIDAD, bases fundamentales para la expresión humana, y como espacio de Salud Mental diríamos hoy. Su obra ha facilitado la reflexión profunda sobre el hecho educativo y la práctica educativa en democracia y para la democracia. Ha resignificado el valor de la experiencia, la cual genera un sujeto activo. Implicando una integración de acciones y emociones, un esfuerzo por cambiar lo dado.

Los nuevos lenguajes audiovisuales ubican a los estudiantes como sujetos activos, capaces de participar con autonomía en la cultura de su tiempo. En acuerdo con D. Buckingham (2008) “Los medios digitales como internet y los videojuegos tienen un enorme potencial para el aprendizaje; pero será difícil lograr ese potencial, si seguimos considerándolos sólo como tecnologías y no como formas de cultura y comunicación”.

En el caso de los teléfonos inteligentes (smartphones) incluyen en una pieza única un conjunto de herramienta altamente significativa para crear y movilizar emociones a grandes y chicos. Con estos equipos tenemos la posibilidad de contar con conexión a Internet casi en cualquier lugar y momento, descargar aplicaciones (App) de Play Store para sistemas Android de forma gratuita e incorporarlas a la enseñanza para el aprendizaje de las ciencias. De forma independiente o

combinados con una computadora personal permiten a estudiantes y docentes disponer de laboratorios sofisticados y modernos, para realizar muchos experimentos tanto en la escuela como el hogar o en el lugar que entienda conveniente, ampliando el aula tradicional (Gil, Di Laccio, 2017).

Según Castoriadis (1975), los humanos crean sus propias formas de ver y sentir. El imaginario social, crea las significaciones sociales lo cual da lugar a la historia social, donde hoy incluimos la tecnología digital. En este proceso de creación, de lo social, se crea también al hombre, dado que es un proceso dialéctico, que da lugar a lo subjetivo. La realidad externa, donde se construyen todas las producciones sociales, también llamadas culturas, es creada y/o transformada entre todos.

Según Jorge Larrosa (2006), la experiencia tiene muchas posibilidades en el campo educativo. Posibilidades críticas y prácticas. En la experiencia, se genera una trama significativa de subjetividad, reflexividad y transformación. Se da una combinación de pasaje y pasión, incertidumbre y libertad. La experiencia supone un acontecimiento, que es exterior al sujeto, es extranjero a ese sujeto. El autor plantea que la experiencia es siempre subjetiva. Se trata de un sujeto abierto, sensible, vulnerable, de allí la idea de que la experiencia me forme y me transforme al decir de Larrosa. Genera nuevas representaciones en el sujeto.

En suma, el resultado de la experiencia es la transformación del sujeto de la experiencia, por eso, la propuesta de un cambio en la enseñanza de las ciencias. La experiencia es eso que me pasa, un pasaje, un recorrido. Siempre es un pasaje, un recorrido, un paso a otra cosa. Y ese pasaje deja huellas. La experiencia pasa y nos afecta, dado que la vivencia es la de un sujeto singular, no un sujeto genérico. La posibilidad de la experiencia, en palabras de Larrosa, supone que el sujeto se mantenga en su propia alteridad constitutiva. Según Meirieu (2009), *“educar es promover lo humano, y crear humanidad”*.

La realización de proyectos experimentales en los laboratorios de ciencias, incluyendo Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) con el agregado de equipamiento de relativo bajo costo, puede favorecer a ello, generando un importante vínculo entre el docente y el grupo-clase para generar conocimientos significativos y transferibles (Calderón, Núñez, Di Laccio, Mora Iannelli, Gil, 2015).

En la tradición educativa de Uruguay, hay referencias importantes vinculadas a la articulación teoría-práctica en la educación. En un documento de 1850 para todos los niveles de enseñanza, el

profesor Eduardo Acevedo Maturana, Juan Francisco Giró y José María Reyes planteaban que a los futuros maestros debía enseñárseles “pedagogía teórica y práctica, examinando las cuestiones generales de enseñanza, los diversos métodos conocidos y ejercitando a los alumnos en la práctica de los métodos más simples y más favorables a la instrucción (art. 10)” (Palomeque, 2018, p.105). Se considera este, un criterio de avanzada que abarca el carácter teórico y también lo metodológico-didáctico así como la práctica docente.

DIFICULTADES DE APRENDIZAJE

En la educación media de Uruguay los contenidos de física moderna se incluyen en algunos programas de física y química. Su presencia no garantiza ni su enseñanza ni su aprendizaje, en nuestro país se ha avanzado poco en metodologías de enseñanza que pongan el acento en el aprendizaje. La enseñanza se centra en la trasmisión de informaciones más que en la comprensión de los conceptos y la validación del conocimiento (experimentación). Frente a esta situación hemos propuesto una forma fundada y alternativa de enseñanza para el aprendizaje de algunos contenidos de física moderna, atendiendo a la madurez de los estudiantes y el uso de situaciones disparadoras cercanas a su formación previa. La intensidad de las propuestas es moderada, acorde al nivel de los estudiantes de enseñanza media básica (evitamos usar rutinas que se usan en cursos de física moderna más formales a nivel terciario) y con un enfoque coherente con el constructivismo. La propuesta incorpora elementos de lo que se conoce como laboratorio de bajo costo con la inclusión de TIC de Gil (2006a, 2006b, 2014), Calderón y otros (2015) y Gil y Di Laccio (2017). Tomando el teléfono inteligente (smartphone) como herramienta de medición y aprendizaje para contenidos de física moderna. Este enfoque de enseñanza para el aprendizaje requiere de un aula entendida en el sentido amplio, es decir, cualquier lugar es propicio para experimentar y aprender ciencias.

AULA-LABORATORIO DE BAJO COSTO CON TIC

Un aula generalmente es un salón con una distribución estándar de bancos, mesas, pizarra, entre otros. Un laboratorio presenta un acondicionamiento diferente, la concentración de equipos de medición, mesadas para el montaje de experimentos, entre otros siendo un espacio supervisado por un docente de laboratorio. El concepto de aula-laboratorio con TIC no se restringe a ninguno de los anteriores, el salón mismo puede modificarse, abrirse, o no existir tampoco es

imprescindible el docente de laboratorio. Es cualquier ámbito en donde es posible experimentar, sin las restricciones de la enseñanza tradicional, puede ser la cocina de un hogar, el patio de una casa, un parque de diversiones, entre otros. Los equipos de medición son propios de los experimentadores (estudiantes) y pueden conocer lo que les interesa sin la necesidad de equipos costosos. El concepto de TIC es muy amplio, aquí nos referimos a la utilización de teléfonos inteligentes y diversos equipos que se integran con ellos (PC, accesorios de teléfonos inteligentes, material casero, entre otros) que son útiles para recolectar datos al igual que una interface profesional. Un dispositivo que habitualmente es usado para socializar ahora puesto en valor educativo para la experimentación en ciencias. Esta herramienta cada vez más prevalente en las aulas favorece la adquisición de competencias científicas a la par de brindar igualdad de oportunidades a los estudiantes porque cuando pensamos en la educación en general no se contemplan a aquellos estudiantes que tienen diferentes capacidades, y que las TIC, les posibilitan tener esas oportunidades que la educación tradicional de lápiz y papel, les impide. El aula-laboratorio con smartphones y breves guías experimentales pueden ayudar a que los estudiantes puedan avanzar en la respuesta del estilo socrático: ¿Cómo sabemos esto?, ¿Por qué creemos en aquello? Preguntas que ilustran la naturaleza del pensamiento científico y que con un enfoque pedagógico docente adecuado hace que los trabajos tiendan más a la coordinación docente/estudiante que a la subordinación de los estudiantes al poder docente.

El smartphone como herramienta de medición

El smartphone, independientemente del sistema operativo móvil que tenga, reúne en una única pieza: la cámara digital, el video, sensores (luz, aceleración, sonido, campo magnético, entre otros), aplicaciones (App), hojas de cálculo, entre muchas otras posibilidades potencialmente útiles para ser incorporadas en la enseñanza de física. Esta herramienta, que muchos estudiantes la tienen en su poder, ofrecen versatilidad, oportunidad y accesibilidad para experimentar en cualquier momento y lugar. Es decir, los estudiantes disponen de una herramienta personal de “laboratorio”. Los equipos tradicionales de laboratorio son escasos por su costo y escasa posibilidad de trasladar de un lugar a otro. Pocos estudiantes

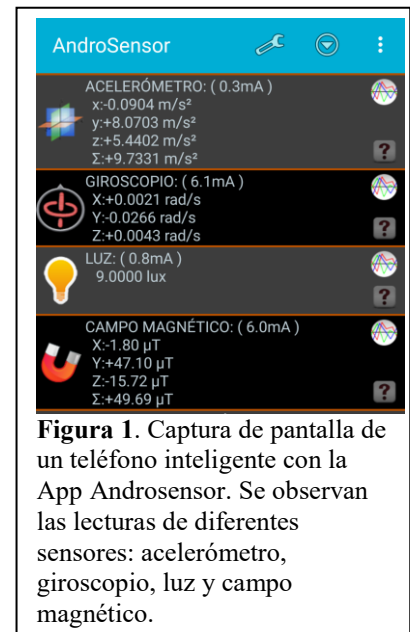


Figura 1. Captura de pantalla de un teléfono inteligente con la App Androsensor. Se observan las lecturas de diferentes sensores: acelerómetro, giroscopio, luz y campo magnético.

pueden experimentar, muchas veces tienen que conformarse con que el docente manipule o que algunos pocos estudiantes trabajen y el resto mire. En el caso de los teléfonos inteligentes prácticamente tenemos un equipo por estudiante y quien no lo tiene puede trabajar en duplas, facilitando que todos los estudiantes sean protagonistas. Tenemos una herramienta muy potente, sin embargo, la inclusión de smartphones por el mero hecho de tenerlos a disposición no mejorará por sí solas y en forma automática el aprendizaje, forma de enseñar de los docentes y la motivación de los estudiantes por la ciencia. Sin un enfoque didáctico/pedagógico adecuado, sin una planificación, que solo los docentes podemos brindarles, puede ser inocuo y contraproducente. Por esto, es necesario apropiarse críticamente de este dispositivo y evaluar nuestras propuestas de enseñanza y aprendizaje para evitar utilizarlas como un simple juego o moda (Gil, 2006a).

Una de las aplicaciones de teléfonos inteligentes de descarga gratuita y muy útil para la enseñanza básica es: AndroSensor, ver figura 1. En una única App se pueden acceder a mediciones de múltiples magnitudes de interés (la cantidad de sensores depende del modelo de teléfono): luz, campo magnético, aceleración, velocidad angular, entre otras. Su configuración de uso es muy sencilla para los estudiantes y permite dos tipos de análisis de los resultados, cualitativos y cuantitativos. El análisis cualitativo se puede realizar con lecturas directas en pantalla y el cuantitativo a través de un archivo extensión *.CSV*, que recoge las medidas de las diferentes magnitudes con marca temporal. Las magnitudes de tipo vectorial que mide están referidas a sus ejes solidarios (x , y , z). Se puede ampliar la capacidad de experimentación con el smartphone si se le incorporan accesorios, como por ejemplo una cámara termográfica o un difusor de luz en el sensor de luz ya que permiten tener medidas de temperatura y radiación solar, respectivamente como se ve en la figura 2. Aunque no son los únicos accesorios, es común colocarle lentes o telescopios para estudios de eventos en astronomía.

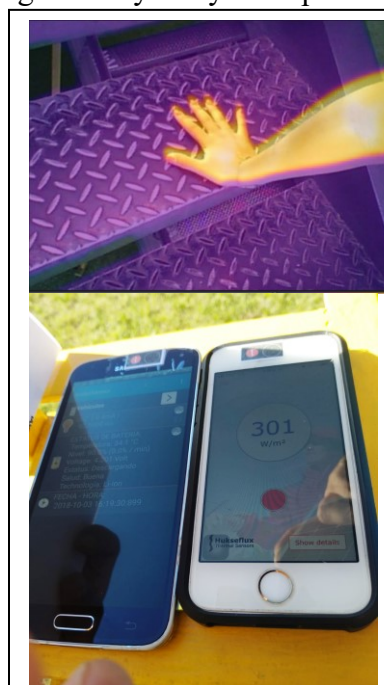


Figura 2. En la parte superior imagen capturada con una cámara termográfica para smartphones y abajo mediciones de radiación con un difusor ubicado en el sensor de luz.

La descripción anterior es solo la punta del *iceberg* de oportunidades que brinda el smartphone para las clases de ciencias, en nuestro caso la utilizamos para buscar alternativas en la mejora del aprendizaje de física moderna a nivel de enseñanza media. Esta herramienta pueda auxiliar a cambiar las propuestas docentes de clase, pasando de la trasmisión de información a enfoques que pongan el acento en el trabajo experimental de los estudiantes y el aprender con y del otro.

PROPUESTA DE GUÍAS PARA LA ENSEÑANZA DE FÍSICA MODERNA

En la escuela media, como ya se viene describiendo, la enseñanza de física moderna se realiza de forma expositiva y basada en la transmisión de informaciones. Esto es desmotivante para los estudiantes, ya que el mundo les muestra muchas formas novedosas de acercarse a la ciencia y no lo ven reflejado en la propuesta docente. Por su parte, los docentes no se sienten reconfortados al enseñar, ya que, reconocen las limitaciones del método basado en brindar informaciones y hacer ejercicios muchas veces artificiales. En nuestro país la enseñanza de física moderna se basa en tradiciones, es decir, los docentes enseñan principalmente como aprendieron y si aprendieron física moderna de forma expositiva y haciendo ejercicios lo repetirán en sus clases.

Proponemos un enfoque alternativo con breves guías para los estudiantes que principalmente incorporan dos criterios:

- 1) concentrarse en algunos conceptos de física moderna a través de responder preguntas que requieren de la experimentación. Privilegiar el estudio en profundidad (a nivel de lo solicitado en los programas oficiales) por sobre la extensión ponderando la profundidad con el nivel de esfuerzo que se espera para un estudiante del último año de nivel medio.
- 2) Flexible y adaptable de acuerdo con los intereses de los docentes y estudiantes.

Se entiende que responder preguntas usando la experimentación permite incorporar a la enseñanza para el aprendizaje muchas de las herramientas transversales de trabajo en ciencias: la generación de hipótesis, el diseño de experimentos, la medición cuidadosa, el procesamiento de datos, la discusión de resultados, la realización de informes y por sobre todo fundar el conocimiento en evidencias. Responder preguntas incluyendo la experimentación como sustento deja de ser una mera técnica áulica y se transforma en uno de los ejes centrales de esta propuesta metodológica. En este trabajo presentamos a modo de ejemplo un par de guías elaboradas y puestas a disposición de los docentes, ver el anexo 1. Estas guías han sido objeto de implementación en el aula.

INTERVENCIÓN EN EL AULA

Para Sadín Esteban (2003), “La investigación cualitativa es una actividad sistemática orientada a la comprensión en profundidad de fenómenos educativos y sociales, a la transformación de prácticas y escenarios socioeducativos, a la toma de decisiones y también hacia el descubrimiento y desarrollo de un cuerpo organizado de conocimientos”.

El término cualitativa implica una preocupación directa por la experiencia como tal, cómo es vivida y percibida. En la aplicación de este enfoque de enseñanza para el aprendizaje se enmarca en la investigación cualitativa, con carácter descriptivo e interpretativo dado que se busca describir e interpretar el escenario educativo, en el que participan estudiantes y docentes que enseñan contenidos de física moderna a nivel de secundaria.

Hernández, Fernández y Baptista (2010, p.7) expresan que “la investigación cualitativa se enfoca a comprender y profundizar los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con el contexto”. Es decir, “se busca comprender la perspectiva de los participantes”, en este caso los estudiantes y docentes involucrados, “acerca de los fenómenos que los rodean, profundizar en sus experiencias, perspectivas, opiniones y significados”.

Los grupos expuestos a la intervención pertenecen a la misma institución y los docentes intervinientes son voluntarios. Los grupos son dos del último año de enseñanza media, uno de opción Medicina y otro de opción Ingeniería. Los docentes participantes son ambos efectivos en sus cargos y con más de 5 años de ejercicio de la docencia. Dichos docentes participaron de cuatro instancias de capacitación previa para desarrollar la propuesta. Los grupos de estudiantes, en la parte anterior del curso previo a la intervención, habían sido expuestos la enseñanza tradicional: clases teóricas con exposiciones docentes, resolución de ejercicios y actividades experimentales por separado. En la intervención, los estudiantes guiados por sus docentes, desarrollaron un proyecto utilizando el concepto de aula-laboratorio con la inclusión del smartphone. Durante el avance del proyecto el docente interactuaba brindando pequeñas explicaciones del tema y evaluando los aprendizajes con actividades individuales y grupales. La evaluación, discutida y acordada con los docentes, fue corregida por éstos con la escala de calificación y la retroalimentación habitual.

Al finalizar la intervención los docentes presentaron las calificaciones obtenidas por los estudiantes y fueron entrevistados con preguntas semi-estructuradas (Seidman, 2006) en forma escrita. Dichas entrevistas contaban de tres preguntas en donde se les pedía una descripción de la experiencia de haber trabajado con la propuesta, una valoración de la experiencia respecto a la enseñanza de forma tradicional y una opinión de cómo el estudiante puede beneficiarse luego de pasar por la experiencia. En el anexo 2 se presentan las preguntas realizadas a los docentes. Las entrevistas a los docentes fueron procesadas mediante el programa NVivo. NVivo es un software útil para la investigación con métodos cualitativos y mixtos (NVivo, 2017). Permite organizar, analizar y encontrar informaciones en datos cualitativos como: entrevistas, encuestas, artículos, contenidos de la Web, entre otros.

HALLAZGOS Y AVANCES

Dado el poco avance que existe en Uruguay de propuestas de enseñanza para el aprendizaje de la física moderna entendemos que algunos de los hallazgos de la aplicación de experiencia pueden servir como elemento de discusión en futuras apuestas de mejora. De este trabajo obtuvimos algunos avances moderados:

- Los docentes valoran las instancias previas de capacitación en la propuesta ya que los ayuda a correrse de su postura tradicional, esto se evidencia, cuando se afirma “En general las charlas previas que tuvimos antes de desarrollar las clases fueron de gran utilidad, ya que personalmente soy un docente con fuerte tendencia a lo tradicional (clases centradas en el conocimiento).”
- Los docentes identifican dos obstáculos para desarrollo de este enfoque: los estudiantes y los docentes. A decir de uno de los docente, “La principal dificultad que éste modelo de enseñanza tendría serían los docentes, ya que a muchos no les interesa cambiar sus métodos. Hacer lo que hacen siempre parecería ser la única alternativa para enseñar, la cual funciona solamente para muy pocos alumnos.”. En otro pasaje al referirse a los estudiantes agrega, “Pero esto les cuesta muchísimo, ya que llevan años de formación en un estilo muy distinto.”
- Al parecer de uno de los docentes la experiencia motiva a los estudiantes más allá de lo pedido, “Los alumnos llevaron más allá lo planteado al filmar un vídeo, para dejar registro de lo realizado, además de la elaboración de soportes para el celular con el fin de

tomar fotografías desde una misma posición.” También entiende que la propuesta es atractiva, “El desarrollo de la práctica y el análisis de los resultados fue lo que resultó más atractivo a los alumnos y es lo que marcó la diferencia con respecto a otras técnicas que se emplean comúnmente.”

- La motivación en el aula cambio, “Al realizar ese cambio la motivación de los alumnos cambió positivamente ya que algunos afirmaron que “les gustaba aprender haciendo y no escuchándome a mí”, claro que fue un pequeño golpe para mi orgullo.”
- Uno de los docentes entiende que esta forma de trabajo podría utilizarse como alternativa a las prácticas habituales, “Personalmente creo que este cambio respecto al modelo tradicional debería comenzar a utilizarse en forma alternativa para aquellos estudiantes que no aprenden por imitación del docente, sino que lo hacen haciendo ellos mismos.”.
- La evaluación tuvo efectos diferentes sobre los estudiantes, en uno de los grupos fueron rechazados “Las evaluaciones posteriores de índole más conceptual fueron en alguno de los casos rechazadas, por no estar estrechamente relacionadas con el curso o más bien con su influencia en la calificación del curso.” En el otro caso sirvió ya que ellos sabían lo que se pretendía desde un principio “Ello facilitó la evaluación ya que los alumnos sabían de antemano el qué y el cómo se les iba a evaluar, la cual estaba en función de sus ideas iniciales y no en función de mi conocimiento teórico.”.

En suma, encontramos que los docentes que aplicaron este enfoque se sienten reconfortados enseñando física moderna. Las actividades propuestas muestran que es posible para los estudiantes hacer experiencias que los ponen en contacto con conceptos propios de la física moderna actual y su metodología de estudio. Se ha encontrado en la experiencia desarrollada una posibilidad válida para aprender física moderna. Esto no quiere decir que esté tema esté cerrado, pero al menos se muestra una alternativa que puede ser útil y viable. El experimentar, trabajar con el otro, recibir retroalimentación constante motiva a los estudiantes y esa motivación actúa como “gancho” y motor de la adquisición de los nuevos conocimientos. Un tema que sigue convocando en este tipo de enfoque de enseñanza para el aprendizaje es la evaluación, algunos de los estudiantes participantes no realizan tareas que no vayan en línea con la calificación.

REFERENCIAS

- Buckingham, D. (2008). *Más allá de la tecnologías: aprendizaje infantil en la era de la cultura digital*. Buenos Aires: Manantiales.
- Calderón, S., Núñez, P., Di Laccio, J.L., Mora Iannelli, L. y Gil, S. (2015) Aulas-laboratorios de bajo costo, usando TIC. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*.12 (1), 212-226.
- Castoriadis, C. (1975). *La institución imaginaria de la sociedad*. Barcelona: Tusquets Editores .
- Dewey, J. (1995). *Democracia y educación. Una introducción a la filosofía de la educación*. España: Ediciones Morata.
- Gil, S. (2006a). Enseñanza de las ciencias, desafíos y oportunidades. *Jornada Pedagógicas UNSAM*, (pág. 11). Bs. As.
- Gil, S. (2006b). *Enseñanza de las ciencias, aprendizaje por inmersión*. Memorias de las Jornada Pedagógicas UNSAM. Buenos Aires, Argentina.
- Gil, S. (2014). *Experimentos de Física usando TIC y elementos de bajo costo*. Buenos aires: Alfaomega.
- Gil, S. y Di Laccio J. L. (2017). Smartphone una herramienta de laboratorio y aprendizaje: laboratorios de bajo costo para el aprendizaje de las ciencias. *American Journal of Physics Education*, 1305 (1-9). Recuperado de: http://www.lajpe.org/mar17/1305_Salvador_2017.pdf
- Hernández Sampieri, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2010) *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill
- Larrosa, J. (2006). Sobre la experiencia. *Aloma. Revista de Psicologia i Ciències de l'Educació*, 87-112.
- Meirieu, P. (2009). *Aprender, si. Pero ¿cómo?* Barcelona: Editorial Octaedro.
- Palomeque, A. L. (2018) *Historia de la Educación Uruguaya, Tomo 4 Volumen 2 (La educación uruguaya 1930-1985)*. Ediciones de la Plaza. ISBN: 978-9974-48-279-1
- Sandín Esteban, M. P. (2003). *Investigación cualitativa en educación: Fundamentos y tradiciones*. Madrid: McGraw Hill; Interamericana de España.
- Seidman, I. (2006). *Interviewing as qualitative research: A guide for researchers in education and the social sciences (3era Ed.)*. New York: Teachers College Press
- NVivo: Software para análisis de datos cualitativos. (2017).

ANEXO 1

¿Qué es el decaimiento radiactivo? ¿Cómo puede ser explicado?

Proyecto

Desafío: Usted se encuentra en un bar y observa que para beber la cerveza sin espuma debe esperar un momento.

¿Cuánto tiempo se debe esperar para tomarla con la mitad de la espuma inicial? El proceso de desintegración de la espuma de la cerveza, ¿se comporta como el decaimiento de núcleos radiactivos? ¿Por qué?

Equipo experimental: un vaso cilíndrico de sección uniforme, una lata de cerveza, un smartphone con una aplicación capaz de medir longitudes en la pantalla, una regla, un reloj y opcionalmente una PC.

Sugerencias de trabajo

Sobre una mesa coloque el vaso, la regla y el reloj. Procure que la regla y el reloj sean bien visibles a la cámara. Pruebe medir el vaso a través de una fotografía, usando una referencia y haga el chequeo de forma independiente, esto lo ayudará a tener menos incertidumbres asociadas al paralaje.

Vierta cerveza en el vaso procurando obtener una espuma de al menos 8 a 10 cm. Comience a fotografiar el proceso manteniendo la cámara del smartphone fija, puede ser útil un trípode. Observe el proceso atentamente. ¿Puede predecir la forma en que se rompen las burbujas de la cerveza?

Grafique la altura de la espuma de la cerveza en función del tiempo en escalas lineales y logarítmicas. Determine si el modelo de “decaimiento” de la espuma sigue una función del mismo tipo que el decaimiento de los núcleos radiactivos.

¿Cuánto tiempo será necesario para que la altura de la espuma sea de 6,5 cm? ¿Cómo lo sabe? ¿Se parecen en algunos aspectos el fenómeno de decaimiento radiactivo con el “decaimiento de la espuma de la cerveza? Explique

Ondas electromagnéticas y ley de la inversa del cuadrado

Proyecto

Desafío: La medición de las distancias a las galaxias lejanas requiere conocer las magnitudes absolutas y aparentes de una estrella. La ley de la inversa del cuadrado es la base de este método. ¿Cómo podemos determinar la ubicación de objetos a través de su iluminación? ¿Qué es la ley de la inversa del cuadrado?

Equipos necesarios: dos teléfonos inteligentes (fuente emisora y el sensor de luz) y un banco de óptico casero con marcas cada 5.0 cm para facilitar la medida de la distancia entre la fuente y el detector.

Sugerencias de trabajo

Disponer de los smartphones en el banco óptico. Es conveniente que inicialmente la fuente (flash) este al menos 10 cm del sensor de luz para aproximarnos al modelo de puntual. Los detectores de luz, en general, miden una magnitud que es directamente proporcional a la intensidad de onda que se conoce como iluminancia. Su unidad es el lux, lx.

Grafique la iluminancia en función de la distancia(r) y en función de $(1/r^2)$. Realice el ajuste de sus datos.

¿Se ajustan sus datos al modelo teórico de la ley del inverso del cuadrado? ¿Dé que forma podemos saber la iluminancia de la fuente si la distancia es 33.0 cm? Explique

ANEXO 2

Docente 1

Describe la experiencia de haber trabajado con la propuesta ley de la inversa del cuadrado.

¿Cómo valora esta experiencia respecto de la enseñanza tradicional? (Charlas previas a las clases que tuvimos sobre cómo llevarlas adelante, implementación, motivación de los alumnos, forma de evaluación, etc.

¿De qué forma puede beneficiarse el alumno luego de pasar por esta experiencia?

Docente 2

Describe la experiencia de haber trabajado con la propuesta decaimiento de la espuma de la cerveza.

¿Cómo valora esta experiencia respecto de la enseñanza tradicional? (Charlas previas a las clases que tuvimos sobre cómo llevarlas adelante, implementación, motivación de los alumnos, forma de evaluación, etc.

¿De qué forma puede beneficiarse el alumno luego de pasar por esta experiencia?