

Diseño de una secuencia de enseñanza y aprendizaje sobre electricidad para la promoción de competencias en ciencias, basado en el aprendizaje cooperativo

Design teaching-learning sequence about electricity to promote competence in science, based-cooperative learning

Javiera Sánchez Espinoza

Escuela Naval “Arturo Prat”
javiera.sanchez@ucv.cl

Cristian Merino Rubilar

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
cristian.merino@ucv.cl

Resumen

El presente trabajo forma parte de uno mayor (Fondecyt 1130759), cuyo fin es el diseño de secuencias de enseñanza aprendizaje para promover, instalar y fomentar el desarrollo de competencias para la valoración de la ciencia y la tecnología en el mundo escolar. En este trabajo se presenta una revisión de los obstáculos en aprendizaje de conceptos de electricidad, pero centrándonos en su enseñanza sobre la base de dos metodologías basadas en el aprendizaje cooperativo; *Peer Instruction (PI)* y *Team-Based Learning (TBL)*. Se discute y analiza a nivel teórico sus similitudes, diferencias y beneficios para la enseñanza y aprendizaje de la electricidad versus enfoque de enseñanza por transmisión, siendo ésta una oportunidad para hacer más claras las similitudes y diferencias entre estas dos metodologías.

Palabras clave: secuencias enseñanza y aprendizaje, electricidad, aprendizaje cooperativo.

Abstract

This work is part of a larger (Fondecyt 1130759), whose purpose is to design sequences of learning to promote, install and support the development of competences for the assessment of science and technology in the school world. This paper presents a review of the obstacles in learning concepts of electricity, but to focus on his teaching on the basis of two methodologies based on cooperative learning; *Peer instruction and Team-based learning*. It discusses and analyzes in theory their similarities, differences and benefits for teaching and learning electricity versus transmission teaching approach, this being a clear opportunity to make the similarities and differences between these two methodologies.

Key words: teaching-learning sequences, electricity, cooperative learning.

Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo mostrar una breve revisión respecto a algunas metodologías de aprendizaje cooperativo además de las dificultades generales que tienen los estudiantes al aprender conceptos referidos a electricidad, para así buscar la avenencia entre la enseñanza del concepto de potencia eléctrica en circuitos en serie y paralelo con una metodología de aprendizaje cooperativo. En base a esta revisión, se propone el diseño de una Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje (SEA), sobre el concepto de potencia eléctrica, junto con una propuesta para llevar a cabo su seguimiento. Todo esto con el fin de explorar las dificultades en el aprendizaje del contenido nocional.

Nuestra propuesta se deriva de una línea de trabajo iniciada hace dos años con otros proyectos similares de carácter nacional e internacional (FONDECYT 1110598, 11100402; PUCV/DII 037.265/2011; ALFAIII-DCI-ALA/2010/88), sobre la reflexión, diseño, implementación y validación de SEA. Siguiendo en esta misma línea de trabajo, nos hemos propuesto avanzar en una nueva fase que nos permita transferir, potenciar e impactar en un nuevo eslabón. Un estudio previo sobre el análisis de SEA en proyectos de educación en ciencias en Chile (MIDE, 2010), da cuenta sobre las actividades que realizar los estudiantes: a) suelen ser reproductivas, b) no cumplen criterios de constructo y pertinencia, c) no parecen seguir una intencionalidad didáctica acorde con el modelo a competencias a desarrollar e instalar en los estudiantes, d) nula diferenciación epistemológica entre las unidades estructurales (p.e. indagación y experimentación), y finalmente e) las evaluaciones por parte de los docentes son insatisfactorias. Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de conocer en profundidad las actividades que se están ejecutando actualmente en programas de formación científica (p.e. Tus Competencias en Ciencias, Explora –Conicyt) y sus implicaciones a nivel de formación científica.

Por tanto, nos interesa diseñar y desarrollar nuevas SEAs innovadoras, dado que los estudiantes tanto de primaria, secundaria y educación superior manifiestan necesidades y carencias, respecto a todos los contenidos básicos en Física. Particularmente un ejemplo concreto, es el caso de la Electricidad, que implica en el estudiante un mayor grado de despliegue y uso de matemática avanzada. Los estudios que versan sobre las destrezas matemáticas de alumnos, dan a conocer que los estudiantes que presentan mayores debilidades en matemáticas consideran los temas de física más difíciles que aquellos que dicen dominarlas. Se ha reportado que los alumnos sienten '*quedar fuera de la ciencia debido a su naturaleza abstracta y de alto contenido matemático*' (COLL, ALI, BONATO, 2006). En general, la mayoría de los estudiantes que aprueban una asignatura de Física aprenden a resolver ejercicios, sin embargo, no comprenden ni asimilan el concepto que hay de fondo. En consecuencia, ellos aprenden la secuencia de cómo resolver un ejercicio, sin entender ni cuestionarse el por qué se resuelve de tal o cual manera. Es más, al plantearles una pregunta conceptual también fracasan, incluso aquellos que son capaces de resolver ejercicios de gran dificultad matemática.

Finalmente, el trabajo que aquí presentamos, dentro del contexto anterior, tiene como propósito reflexionar sobre los siguientes aspectos: a) un diseño instruccional apropiado para trabajar las ciencias en contexto, su enseñanza y aprendizaje en estudiantes chilenos de 15-18 años para la enseñanza de la electricidad, b) profundizar en nuestra comprensión del proceso del diseño de SEA innovadoras en ciencias y sus derivados; en especial su articulación con marcos de aprendizaje cooperativo.

La enseñanza de la electricidad, obstáculos y concepciones de los estudiantes

La electricidad es uno de los tópicos de la física donde se ha realizado un enorme número de estudios investigativos; de los cuales la mayoría enfatiza la enseñanza y aprendizaje de circuitos eléctricos simples, que en rigor no son tan simples para los estudiantes de secundaria y educación superior (DUIT, VON RHONECK, 1998). La dificultad particular en el proceso de aprendizaje de la física parece ser que las concepciones de los estudiantes sobre ciertos fenómenos están profundamente arraigadas en las experiencias cotidianas y, además en contraste con las concepciones físicas. Cotidianamente se habla de la electricidad, corriente, circuito eléctrico, etc. lo que va generando en los estudiantes “ideas aparentes” de conceptos de electricidad. Además de la reducción de los fenómenos puros acompañados de modelado matemático particular, parece ser un obstáculo importante para que los estudiantes entiendan conceptos de la física y sus principios. Como las concepciones sobre circuitos eléctricos están en contraste con los conceptos de la física a los que se refieren, los profesores intentamos desafiar las ideas de los estudiantes promoviendo conflicto cognitivo mediante experiencias divergentes, sin embargo, a pesar del éxito que pueda tener esta estrategia, en una serie de casos puede llevar a varias dificultades; la más importante es que a menudo es difícil para los estudiantes experimentar el conflicto.

Un estudio realizado el 2009 respecto a este tema, descifró que tanto estudiantes universitarios como docentes de física en ejercicio, tienen arraigada la idea de que la potencia es una propiedad intrínseca de los artefactos eléctricos, es decir, *si alguien solicita una ampollita pedirá, por ejemplo, una de 100[W] como si esta fuera su potencia bajo cualquier condición*. Esto indica que para una mayoría de personas considera la potencia eléctrica como una propiedad intrínseca de un aparato (BUZZO, 2009).

Diseño de secuencia de enseñanza y aprendizaje

El diseño de secuencias implica una perspectiva constructivista acerca de por qué y para qué aprender ciencias (física; circuitos eléctricos). Vigotsky plantea la noción de *internalización* que explica cómo el conocimiento de los estudiantes interactúa con el conocimiento introducido en la sala de clase, influenciando por las formas en que a los estudiantes “les hace sentido” y la posibilidad de apropiarse de él para su uso personal (VIGOTSKY, 1987). De esta forma, el profesor tendrá un doble rol: a) introducirá el lenguaje de las ciencias en la escuela, y b) apoyar a los estudiantes en llegar a utilizar este lenguaje de forma independientemente. En esta misma línea Leach y Scott (2002), proponen que es necesario crear una *demanda de aprendizaje* al explicitar las diferencias entre el lenguaje del día a día de los diversos grupos de estudiantes y el lenguaje de la ciencia en la escuela (KABAPINAR, 2004). La demanda de aprendizaje de un área particular de contenidos se presenta debido a las diferencias entre el ‘lenguaje cotidiano’ de los estudiantes antes de la instrucción, y el ‘lenguaje de la ciencia escolar’. Estas diferencias pueden ser de tipo ontológico, o debido a los conceptos elaborados en un dominio particular o supuestos epistemológicos (MEHEUT, 2004). La noción de *demanda de aprendizaje* se utiliza para identificar las metas de aprendizaje específicas para la enseñanza de conceptos científicos.

Por convención se establece que una SEA se suscribe en un ciclo de aprendizaje. En ciclo puede involucrar una sesión o un grupo de sesiones organizadas para alcanzar un objetivo en particular. Una vez completado este ciclo, se pasa al siguiente, y así sucesivamente hasta llegar al aprendizaje esperado el cual fijamos con anterioridad (KOLB, 1984). Podemos decir

que se establece una hipótesis de progresión del aprendizaje.

Estrategias para la enseñanza de la física: aprendizaje cooperativo una aproximación para el abordaje en el aula.

Desde un enfoque de clase tradicional es reducida la interacción entre los estudiantes durante su proceso de aprendizaje. Para Durán y Vidal (2004) es en la interacción entre iguales lo que produce la confrontación de puntos de vista moderadamente divergentes que se traduce, por un lado, en el conflicto social que provocará una mejora en la comunicación, una toma de conciencia y un reconocimiento del punto de vista de los demás. De esta manera los autores nos hablan del aprendizaje cooperativo como una vía, donde la diversidad entre los alumnos puede llegar a ser provechoso, concibiendo así el aula como una comunidad de aprendizaje donde los andamiajes se proporcionan entre todos sus miembros, bajo la dinamización y la supervisión del profesor. Los métodos de aprendizaje cooperativo se basan justamente en la heterogeneidad de los alumnos (MORENEO, DURÁN, 2002). En cooperación, los roles desarrollados por los alumnos son relativamente similares o bien tienen un nivel de responsabilidad equivalente, lo que provoca que el conocimiento circula dentro del grupo multidireccionalmente. Sin embargo, utilizar este tipo de estrategias rompe los esquemas de una clase tradicional, tanto para el docente como para los estudiantes. Por tanto, se sugiere dejar en claro desde un comienzo cuales son los roles que deben asumir los estudiantes y el docente.

Instrucción por pares (*Peer Instruction*, PI)

Peer Instruction o *instrucción por pares*, enfatiza en que grupos heterogéneos son los mismos estudiantes quienes discuten, analizan y explican cierto contenido. Los estudiantes deben preparar una lectura previa a la clase, de esta manera durante la clase se discute los contenidos de la lectura, siendo el profesor quien incita dicha discusión presentando preguntas conceptuales (*concept-test*). Crouch y Mazur (2001) señalan que esta metodología involucra a los estudiantes durante la clase a través de actividades que requieren que cada estudiante aplique los conceptos básicos que se presentan, y luego puedan explicar esos conceptos a sus compañeros (CROUCH, MAZUR 2001). De esta manera, se requiere preparación del estudiante antes de la clase y en la cátedra se perfecciona y amplía el conocimiento del estudiante.

Aprendizaje basado en equipos (*Team-Based Learning*, TBL)

Team-Based Learning o *Aprendizaje Basado en Equipos* es una modalidad de trabajo cooperativo, donde se mezcla la docencia tradicional con las el trabajo en pequeño grupos. TBL fomenta la participación, discusión y oportunidad de aprender cooperativamente dentro de una clase. Al igual que en *Peer Instruction*, los alumnos deben preparar una lectura antes de la clase, al llegar al aula responden una prueba individualmente de selección múltiple (no más de 20 preguntas) que cubre los conceptos claves y conocimiento fundacional más importante de la lectura. A continuación se agrupan y juntos, luego de un proceso de retroalimentación inmediata responden la misma prueba (algunos realizan esta retroalimentación con tarjetas de “raspe y gane” donde pueden descubrir las respuestas correctas). Se discute, para que en forma grupal, escriban las razones por las cuales su respuesta también podría ser correcta, lo cual será revisado después de la clase. Este proceso empuja a los estudiantes de vuelta a sus lecturas y deja en evidencia sus mayores dificultades.

Luego del proceso de apelación, el docente o instructor ofrece una corta clarificación en forma de mini-clase. (MORAGA, 2011). En el anexo 1, se puede revisar la estructura de la SEA propuesta para la enseñanza de potencia .

Propuesta Metodológica

A partir de la reflexión anterior nos preguntamos: ¿En qué grado influye TBL inserta en una SEA sobre el aprendizaje del concepto de potencia eléctrica en estudiantes de 18 años? La variable independiente sería la metodología *TBL* como herramienta de una SEA y la variable dependiente, el grado de aprendizaje del concepto de Potencia Eléctrica. Nuestro objetivo general será evaluar la influencia de la metodología *TBL* inserta en una SEA, en el grado de aprendizaje del concepto de potencia eléctrica, en estudiantes de primer año que cursen la asignatura de Física General en la Escuela Naval “Arturo Prat”, Valparaíso. Los objetivos específicos son: a) OE1; Determinar si el diseño proporciona un marco eficaz para la mejora de la práctica docente a modo de lograr el aprendizaje del concepto de Potencia Eléctrica, b) OE2; Analizar el logro de aprendizaje del concepto de potencia eléctrica aplicando la metodología *TBL* como herramienta en una SEA, y finalmente c) OE3; Comparar el aprendizaje del concepto de potencia eléctrica usando la metodología *TBL* como herramienta en una SEA respecto al aprendizaje del mismo concepto en estudiantes sometidos a la enseñanza tradicional.

Bajo estas decisiones metodológicas, nuestras hipótesis son: a) Los estudiantes aprenden el concepto de potencia eléctrica con mayor significancia cuando se les ha aplicado la metodología *TBL* como herramienta en una SEA respecto a los que se les ha aplicado enseñanza tradicional, b) La diferencia entre la evaluación aplicada de pre y post-test en el grupo que trabaja con metodología *TBL* como herramienta en una SEA es mayor que la diferencia entre el pre y post test en el grupo control que trabaja con enseñanza tradicional.

Conclusiones e implicancias para la enseñanza de electricidad

Considerando la complejidad del aprendizaje y la enseñanza de conceptos referidos a electricidad, evidentemente que hacer un cambio, desde una enseñanza tradicional a otra que fomente la integración del estudiante dentro de su proceso de aprendizaje y autoconocimiento, es un primer paso. Además, tanto en la enseñanza secundaria como universitaria o superior los grupos curso suelen ser masivos, por tanto es un espacio para probar, fomentar e implementar metodologías de aprendizaje cooperativo. Enseñar conceptos con un alto nivel de abstracción, como corriente eléctrica, voltaje, campo eléctrico, potencia eléctrica, etc. puede apoyarse con este tipo de metodología, donde los estudiantes no se “avergüenzan” de preguntar, porque discuten entre compañeros del mismo curso.

Finalmente, no podemos dejar de lado algunos factores que a nuestro parecer el docente debe tener en cuenta (a pesar de que no se comenta en la literatura). Dentro de estos factores está la importancia de dejar las reglas claras desde un comienzo, ya que el estudiante que por ejemplo no lea ni estudie el texto entregado previo a la clase, no aportará en su equipo, es más, retrasará al resto. También, los textos han de ser proporcionados con suficiente anticipación para que los estudiantes organicen su tiempo de estudio.

Agradecimientos

El presente trabajo ha contado con el patrocinio, soporte y ayuda de los siguientes proyectos e instituciones: a) Programa de Magister en Didáctica de la Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile. b) Escuela Naval “Arturo Prat”, Valparaíso, Chile c) PUCV/DII 037.488/2013. “Análisis de las consecuencias de la implementación de secuencias didácticas interdisciplinarias con uso del territorio local, sobre el aprendizaje científico de los estudiantes” (*Abrv.*) patrocinado por la Dirección de Investigación de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile. d) Producto científico derivado del Proyecto FONDECYT 1130759 (2013 – 2015) “Diseño, desarrollo, validación y evaluación de secuencias de enseñanza – aprendizaje para la promoción de competencias en las ciencias” (*Abrv.*) patrocinado por la Comisión Nacional de Investigación y Tecnología de Chile (CONICYT).

Referencias

BUZZO, R. Potencia Eléctrica como propiedad Intrínseca. Un preconceito fuertemente anclado y La indagación en la Formación Inicial de Profesores. **X Conferencia Interamericana de Educación en Física**, Medellín, Colombia, 2009.

COLL, R., ALI S., BONATO, J. Investigating first year chemistry learning difficulties in the South Pacific: a case study from Fiji, **Int. J. Sci. Math. Educ.** v.4, 2006, p. 365-390.

CROUCH, C., MAZUR, E. Peer Instruction: Ten years of experience and results. **American Association of Physics Teachers.** v.69, 2001, p. 970-977.

DUIT, R., VON RHONECK, C. Learning and understanding key concepts of electricity. Connecting Research in Physics Education with Teacher Education: The International Commission on Physics Education, 1998.

DURÁN, D., VIDAL, V. **Tutoría entre iguales: de la teoría a la práctica.** Barcelona: Editorial Graó, 2004.

KABAPINAR, F., LEACH, J., SCOTT, P. (2004). The design and evaluation of a teaching-learning sequence addressing the solubility concept with Turkish secondary school students. **International Journal of Science Education.** v. 26, 2004, p. 635- 652.

KOLB, D. **Experiential Learning**, New Jersey: Prentice-Hall, 1984.

MÉHEUT, M. (2004). Designing and validating two teaching-learning sequences about particle models. **International Journal of Science Education.** v.26, 2004, p. 605- 618.

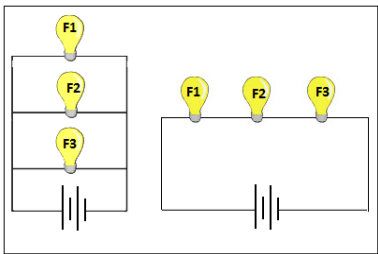
MIDE. Evaluación de la aplicación piloto del Programa Tus Competencias en Ciencias de Enseñanza Media de Explora Conicyt implementada por Fundación Chile **E. d. Psicología, Trans**, Santiago de Chile: Centro de Mideción Mide UC.V.1, 2010, pp. 167.

MORAGA, D. El Aprendizaje Basado en Equipos (TBL) -una innovación factible de ser implementada en cursos grandes sin imponer mayores costos institucionales y manteniendo las bondades del trabajo en grupos pequeños. Recuperado el 2011 de: <http://teambasedlearning.apsc.ubc.ca/>

MONEREO, C., DURÁN, D. **Entramados. Métodos de aprendizaje cooperativo y colaborativo.** Barcelona: Edebé, 2002.

VIGOTSKY, L. Thinking and Speech. In R.W. Rieber & A.S. Carton. **The Collected Works of L.S. Vygotsky.** New York: Plenum Press. 1987.

Anexo. Secuencia propuesta para la enseñanza de potencia eléctrica

Momentos (M)	Actividad (A)	Orientaciones docentes (OD)
<p>M1. Utilizando la metodología TBL, los estudiantes responderán un <i>concept-test</i> individualmente, luego, con su equipo discutirán y volverán a responder.</p>	<p><i>Concept-test</i></p> <p>Un estudiante compra tres ampolletas incandescentes, F1, F2 y F3. En la ampolleta F1 está escrito “25W-220V”, en F2 “40W-220V” y en F3 “100W-220V”. Si el estudiante conecta las ampolletas en paralelo y luego en serie (ver figura), la relación entre las potencias disipadas por cada ampolleta cuando están conectadas en paralelo o en serie son:</p> <p>A) Cuando están en paralelo $P_1 > P_2 > P_3$</p> <p>B) Cuando están en serie $P_1 > P_2 > P_3$</p> <p>C) Cuando están en serie $P_1 < P_2 < P_3$</p> <p>D) Tanto en serie como en paralelo $P_1 = P_2 = P_3$</p>  <p>Figura 1: Ampolletas en serie y paralelo.</p>	<p>Inicio: Previo a la clase se formarán los equipos y se les entregará una lectura respecto a la potencia disipada en una resistencia (ampolleta incandescente o foco), dicha lectura corresponde a la sección 21.7 del texto Física General (MÁXIMO, ALVARENGA, 2007). Previo a la Tarea 1 el docente ya debe haber visto con sus estudiantes los conceptos de resistencia eléctrica, corriente eléctrica, diferencia de potencial, ley de Ohm y conexión de resistencias en serie y en paralelo.</p> <p>Desarrollo: Durante esta tarea, los estudiantes trabajarán primero de forma individual y luego en equipo.</p> <p>Cierre: Luego que los equipos han discutido se procederá a volver a responder la pregunta, pero esta vez con una respuesta por equipo. En caso de existir muchas discrepancias entre las respuestas (o que estas sean incorrectas) el docente procederá a explicar la respuesta correcta.</p>
<p>M2. A cada equipo se le entregará una maqueta donde ellos podrán conectar tres ampolletas (con las mismas características del <i>concept-test</i>) en serie y en paralelo.</p>	<p><i>Experimentación</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Con su equipo discuta respecto al “brillo” de cada una de las ampolletas al estar conectadas en serie y en paralelo. ¿Qué relación creen que tiene el “brillo” de cada ampolleta con la potencia que disipa? 2. Con su equipo conecte las tres ampolletas que se les ha facilitado en serie y luego en paralelo. Compare el brillo de las ampolletas en cada caso. Haga un análisis de la potencia disipada por cada ampolleta. 3. Compartan sus conclusiones con el grupo curso. 	<p>Inicio: El docente generará una instancia de discusión entre los miembros de cada equipo al plantearles la pregunta 1 de la parte de <i>experimentación</i>.</p> <p>Desarrollo: Luego de la entrega de la maqueta se planteará la pregunta 2. Los estudiantes deben llegar a la conclusión de que el “brillo” de una ampolleta tiene directa relación con la potencia que disipan, ya que una ampolleta que disipa más potencia es porque está transformando más energía eléctrica, por unidad de tiempo, en energía térmica. De esta manera el filamento queda incandescente. Así, podrán establecer cualitativamente la relación entre potencia e intensidad luminosa la cual percibirán como “brillo”. Al visualizar el fenómeno notarán que cuando las ampolletas están en serie, la de 25W brilla más que las otras dos.</p>

		<p>Cierre: Un representante de cada equipo comentará con el grupo curso las conclusiones a las que llegó el equipo durante la <i>experimentación</i>.</p>
<p>M3. Se les pedirá a los estudiantes que para la próxima sesión busquen información que se especifica en los aparatos eléctricos que puedan tener en su casa.</p>	<p><i>Aplicación</i></p> <p>Individualmente, cada estudiante analizará la información que aparece en las cajas de cualquier aparato eléctrico (ampolleta incandescente, hervidor eléctrico, horno eléctrico, secador de pelo, aspiradora, etc.) y responderá las preguntas, ¿cuál es el significado físico que tiene la “potencia” que se indica en cada artefacto? ¿Se altera el funcionamiento del artefacto al conectarlo a una fuente de poder que establezca la mitad de la diferencia de potencial que se indica en la información del artefacto? Fundamenta. ¿Cómo explicarías que cuando compras un artefacto que ha sido fabricado para usarlo en EEUU, a 110V, debes colocarle un adaptador para conectarlo en Chile a 220V? ¿Cuál sería la función de este adaptador?</p>	<p>Inicio: El docente invitará a sus estudiantes a que, usando la información de los aparatos eléctricos de su casa, respondan las preguntas que les plantea.</p> <p>Desarrollo: El docente orientará a los estudiantes para que analicen la transformación de la energía eléctrica en otro tipo de energía (calórica, mecánica, etc.) por cada artefacto.</p> <p>Cierre: Luego que los estudiantes terminen esta última tarea, el docente generará una instancia en que todos puedan compartir sus conclusiones.</p>
<p>Consideraciones</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El docente puede emplear TBL o PI, ambas metodologías incorporan aprendizaje cooperativo. En esta propuesta se usa TBL. 2. En las ampolletas de filamento la resistencia eléctrica varía con la temperatura. Sin embargo se puede evitar una posible confusión dejando un tiempo prolongado las ampolletas encendidas, de modo que la temperatura se torne constante en las ampolletas. 3. A pesar que los estudiantes posiblemente sólo han ejercitado con resistencias constantes y circuitos de corriente continua, esta experiencia no contempla la toma de datos experimentales. La actividad apunta a la comprensión cualitativa del concepto de potencia eléctrica. 	