

ANÁLISIS DE ACTIVIDADES STEM EN LIBROS DE TEXTO CHILENOS Y ESPAÑOLES DE CIENCIAS

CRISTIAN FERRADA

DANILO DÍAZ-LEVICOY

NORMA SALGADO-ORELLANA

Universidad de Granada, España

RESUMEN: En la siguiente investigación se dan a conocer los resultados sobre el análisis de actividades que se ajustan a la propuesta metodológica STEM en libros de texto de Chile y España. Este análisis se fundamenta en la importancia que constituyen los libros de texto en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias. La investigación sigue una metodología cuantitativa, de nivel descriptivo, basada en la aplicación de una pauta de verificación diseñada de acuerdo al Modelo Interdisciplinar de Educación STEM. Para ello, se consideró una muestra cuatro libros de texto: dos de Ciencias Educación Primaria chilena (séptimo y octavo grado) y dos de Educación Secundaria española (primero y segundo grado), en los que se analizó las actividades de fin de unidades. Los hallazgos más importantes dan cuenta de una baja presencia de las fases finales de trabajo, las cuales requieren un mayor grado de conocimiento específico.

PALABRAS CLAVE: *Libros de Texto, Educación STEM, Ciencia.*

ANALYSIS OF STEM ACTIVITIES IN CHILEAN AND SPANISH TEXTBOOKS OF SCIENCES

ABSTRACT: The following research shows the results on the analysis of activities that adjust to the STEM methodology proposal in textbooks from Chile and Spain. This analysis is based on the importance of textbooks in the teaching and learning process of Science. This research follows a quantitative methodology, in a descriptive level, based on the application of a verification guideline designed according to the Interdisciplinary Model of Education STEM. To do so, A sample of four textbooks

was used: two of them were Chilean Primary Science Education (seventh and eighth grade) and the other two were Spanish Secondary Science Education (first and second grade), in which the final activities of the unit were analyzed. The most important findings show a low presence on the ending phases of work, which requires a higher grade of specific knowledge.

KEYWORDS: *Textbooks, STEM education, Science.*

1. *Introducción*

El siguiente estudio está centrado en dos aspectos fundamentales, el aprendizaje interdisciplinario y los libros de texto; elementos claves en el proceso de instrucción en ciencias naturales y exactas.

En primer lugar, el aprendizaje de las ciencias naturales, desde un punto de vista interdisciplinar, bajo el enfoque *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM de ahora en adelante), permite que los estudiantes comprendan la importancia de su comprensión y, al mismo tiempo, les entrega la posibilidad de tomar decisiones adecuadas a lo largo de su vida e incentivando la elección de carreras científicas (Acuña, 2012). En este sentido, Kilpatrick, Swafford y Findell (2001) señalan que los estudiantes que no amplíen los conocimientos en áreas científicas y tecnológicas serán postergados de diversas oportunidades con las que interactuaran en la sociedad, ya que no contarán con las competencias y habilidades precisas para asumir los nuevos desafíos. Por esta razón, se considera que las vocaciones científicas deben establecerse desde los inicios de la etapa escolar. Además, se reconoce el hecho de que los estudiantes se inclinen o no por un futuro profesional en el ámbito STEM, estará relacionado con el desajuste que se pueden dar entre la idea y percepción que tengan de los profesionales del área y su identidad (DeWitt et al., 2013).

En segundo lugar, es importante destacar la multifuncionalidad que presentan los libros de texto. Como herramienta que resume los contenidos, ayudando en el proceso didáctico del profesor (Córdoba, 2012; Pomilio et al., 2016), permitiendo la implementación de las directrices curriculares (Díaz-Levicoy y Roa, 2014; Güemes, 1994; Herbel, 2007). Así, los libros de texto actúan como uno de los principales materiales didácticos en el proceso de aprendizaje y enseñanza. Igualmente, es posible destacar su función como documento histórico, el cual refleja la ciencia y la didáctica desarrollada en un contexto específico (Cornejo y López-Arriazu, 2005). Otras funciones son descritas por Díaz-Levicoy, Giacomone y Arteaga (2017) como guía del

maestro en la organización del proceso de instrucción; al estudiante actuando como profesor al que puede acceder en cualquier momento, adaptado a su edad y necesidades; y permite a la familia orientar y apoyar el aprendizaje de los niños. Hodson (2003) le concede una importancia en la transmisión de la sociedad y cultura. Finalmente, Fadzil y Saat (2014) señalan que, a través de las actividades prácticas presentadas al finalizar las unidades de aprendizaje en los libros de texto, los estudiantes interactúan con diferentes fenómenos, obtienen conclusiones y desarrollan diversas habilidades científicas; incentivando el aprendizaje significativo de las ciencias y permitiendo el desarrollo de diferentes habilidades.

De esta forma, el trabajo interdisciplinario que pretendemos investigar es el que une las áreas STEM en las actividades de fin de unidad en los libros de texto; resultados de interés común para cada uno de los agentes involucrados en esta interacción educativa.

Mediante estas consideraciones, la presente investigación tiene por objetivo *identificar si las actividades de finalización de unidades de libros de texto de Chile y España presentan aspectos metodológicos del Modelo Interdisciplinar de Educación STEM de Toma y Greca (2017).*

2. *Antecedentes*

Actualmente, la revisión de la literatura da a conocer la necesidad del fomento de competencias en habilidades STEM, fundamentalmente en la etapa escolar de Educación Infantil, Primaria y Secundaria, ampliando en los niños una visión y una práctica diferente de la enseñanza habitual, primordial en las sociedades tecnológicamente evolucionadas (Toma y Greca, 2017). A través de esta nueva práctica pedagógica, en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática, se busca motivar e incentivar en los niños un mayor conocimiento y dominio de la práctica científica, necesarios para enfrentar los diversos desafíos de la sociedad globalizada, entregando conocimientos necesarios para una adecuada inserción en los diferentes contextos laborales que vendrán en un futuro tecnológicamente avanzado. En este sentido, se afirma que un modelo STEM incrementa potencialidades en los estudiantes, y entrega herramientas necesarias para hacer frente a los nuevos retos de la sociedad del conocimiento (Duque, Tiberio, Gómez y Vásquez, 2011).

Tsupros, Kohler y Hallinen (2009) definen la educación STEM como un acercamiento interdisciplinar al aprendizaje, en el que los conocimientos se

combinen con lecciones cercanas a la realidad, de forma que los estudiantes apliquen la ciencia y la matemática en contexto de próximos a sus necesidades e intereses.

De esta manera, la educación STEM requiere de una planificación cuidadosa de los contenidos. Los profesores deben organizar sus experiencias de enseñanza y aprendizaje utilizando la tecnología como una herramienta en este proceso. En consecuencia, el proyecto de secuencias didácticas debe estar centrado en integrar materiales, situaciones y experiencias interesantes, motivando el aprendizaje significativo en el estudiantado, teniendo en cuenta que la enseñanza de la matemática como las ciencias experimentales requieren un tratamiento lógico, secuencial y ordenado (Ferrando, Hurtado y Beltrán, 2018).

En resumen, las actividades basadas en el modelo STEM permiten desarrollar las capacidades de los estudiantes (Acosta, 2017), generando instancias para que los profesores de ciencia, tecnología y matemática pongan en práctica un enfoque integrador, por medio de proyectos ingenieriles que desafíen la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos (Vásquez-Giraldo, 2014).

La literatura evidencia la existencia de variadas investigaciones relacionadas con libros de texto de ciencias en Educación Primaria. Naranjo y Candela (2010) realizan un estudio etnográfico en instituciones mexicanas, las cuales trabajan con los libros de texto proporcionados por el Gobierno Federal. Se confirmó el rol central del libro de texto en las clases de ciencias naturales, actuando como un articulador de la programación del profesor, enfatizando en la utilización estructural que proporciona este material.

López-Valentín y Guerra-Ramos (2013) desarrollan un análisis de las actividades en el libro de texto de Ciencias Naturales de 6° de Educación Primaria en México. De sus resultados es posible advertir que la mitad de las actividades analizadas desarrollan el aprendizaje que se ha planificado, señalando una falta de profundidad, claridad e indicadores de comprensión.

Díaz-Levicoy, Pino, Sepúlveda y Cruz (2016) analizan los gráficos estadísticos en libros de texto de Ciencias Naturales en Chile. Entre los principales resultados, se observa la preponderancia de: los gráficos de barras y líneas; el nivel de lectura de leer los datos; el nivel semiótico de representación de un listado de datos; las actividades de explicar y comparar. Los autores señalan la necesidad de incluir mayor cantidad de tareas que promuevan este tipo de actividades en los libros de texto. Este estudio es complementado en Díaz-Levicoy, Arteaga y Contreras (2017), que estudian los conflictos semióticos potenciales sobre gráficos estadísticos en la misma muestra de textos. Los

resultados evidencian diferentes errores o potenciales conflictos de estas representaciones: carencia de títulos y rótulos en ejes, ausencia de título general del gráfico, problemas de escala, y uso de la tercera dimensión sin sentido.

También, Cornejo (2006) desarrolla un análisis histórico de la enseñanza de la ciencia y la tecnología los niveles primario y secundario argentinos en los libros texto desde 1880 hasta el 2000. Señala como evolucionó la presentación de los contenidos, desde formas descriptivas y expositivas hacia estilos que estimulan la intervención y buscan desarrollar la motivación de forma activa en los estudiantes, tendencia similar seguida por los contenidos ilustrativos e icónicos.

En secundaria, Perales y Jiménez (2002) analizan la relevancia de las ilustraciones usadas en las unidades de aprendizaje de estática y dinámica de 7 libros de texto españoles de Física y Química de 4º de Educación Secundaria (1993-1995), además de 3 libros de texto del igual nivel, pero de ediciones pasadas (1963, 1969 y 1987), para tener una visión temporal del estudio. Abordan el diseño y validación de una pauta de análisis, la cual categorizó las imágenes de acuerdo a aspectos establecidos y semánticos. Entre sus resultados destacan que no existe una relación entre la orientación didáctica de los textos y sus ilustraciones, la utilización permanente de fotografías, el realce estético de las ilustraciones, la falta de vínculo entre texto e imagen, incoherencias entre los propósitos didácticos del autor y las ilustraciones utilizadas, finalizan entregando algunos consejos para beneficiar la utilización de iconografías.

Finalmente, Pérez (2018) estudia el avance histórico de la enseñanza de las ciencias en España, por medio de libros de texto del fondo bibliográfico del Centro de Documentación Infantil y Juvenil, Museo Pedagógico, la Biblioteca de la Facultad de Formación de Profesorado y Educación de la Universidad Autónoma de Madrid, los cuales se remontan hasta de finales del siglo XIX. Su objetivo fue determinar si las actuales tendencias utilizadas en la enseñanza de las ciencias experimentales (STEM) establecen relación con diversas perspectivas didácticas desarrolladas en la historia educativa del país.

3. Metodología

Esta investigación sigue una metodología cuantitativa y de nivel descriptivo (Hernández, Fernández y Baptista, 2010), en la cual se utiliza la recolección de datos con base en la medición numérica y el posterior análisis de los resultados obtenidos (Ávila-Baray, 2006).

La muestra estuvo compuesta por cuatro libros de texto de Ciencias Naturales de Chile y España. En el caso chileno se usaron los entregados por el Ministerio de Educación de 7° y 8° año de Educación Primaria para la asignatura de Ciencias Naturales. En el caso de español utilizamos el de 1° (Biología y Geología) y 2° año (Física y Química) de Educación Secundaria; textos elegidos por corresponder a una editorial de amplia difusión en este país. Se han considerado estos niveles por atender a estudiantes de edades similares (13-14 años). Las referencias de estos textos se observan en la Tabla 1, los que se han codificado con las abreviaturas T1, T2, T3 T4 para facilitar su citación en el manuscrito.

Tabla 1. Identificación de libros de texto analizados

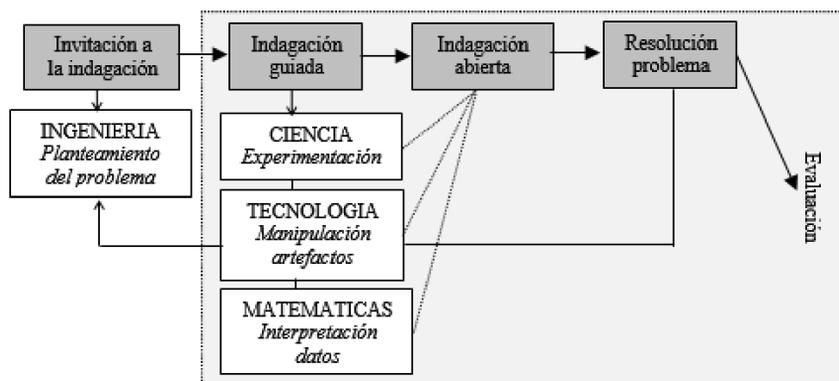
Código	Autores	Título	Editorial
T1	Campbell, Iriberry, Morales, Salamanca y Sanhueza (2017)	Texto del estudiante de Ciencias Naturales 7° básico	SM
T2	Calderón, Moncada, Morales y Valdebenito (2017)	Texto del estudiante Ciencias Naturales 8° básico.	SM
T3	Vives, Meléndez, Garrido, Madrid y Rodríguez-Piñero (2015)	Texto del estudiante. Biología y Geología 1° ESO	Santillana
T4	Rodríguez-Piñero, Sánchez y Vidal (2017)	Texto del estudiante. Física y Química 2° ESO	Santillana

Las variables consideradas en este estudio corresponden a las fases del *Modelo Interdisciplinar de Educación STEM* de Toma y Greca (2017) detalladas a continuación y que se relacionan de acuerdo a lo presentado en la Figura 1.

- *Invitación a la indagación* (1ª fase). Se presenta una situación o problema, la cual está relacionada y contextualizada al estudio práctico de la ciencia.
- *Indagación guiada* (2ª fase). Desarrollan una indagación guiada en donde los estudiantes observan y organizan el uso de dispositivos tecnológicos, el diseño de un experimento y la realización del mismo, registrando e interpretando resultados obtenidos.
- *Indagación abierta* (3ª fase). Consiste en la exposición y discusión de los resultados obtenidos de la fase previa, buscar nuevas formas de preguntas e hipótesis para la situación planteada inicialmente, en vista de los resultados obtenidos.

- *Resolución del problema inicial* (4ª fase). Conectan los nuevos aprendizajes a los conocimientos previos. Exploran, crean y desarrollan el material con el cual darán solución al problema presentado inicialmente, contrastando los hallazgos.
- *Evaluación* (5ª fase). Existe un empleo tecnológico del trabajo desarrollado para los problemas inicialmente presentados.

Figura 1. Modelo interdisciplinar de educación STEM (Toma y Greca, 2017, p. 394)



Para el análisis de las actividades se consideraron las cinco fases propuestas en el Modelo Interdisciplinar de Educación STEM, estableciendo 13 indicadores, con los cuales se busca obtener una mayor precisión al momento de su aplicación, los que se pueden observar en el apartado de resultados.

4. Resultados

A continuación, se presentan los resultados del estudio, los cuales se han dividido en dos partes. Primero, se ejemplifican y describen cada una de las variables y, en segundo lugar, se presentan los resultados según la presencia de cada uno de los trece indicadores de la pauta del *Modelo Interdisciplinar de Educación STEM*.

Invitación a la indagación. En esta fase del modelo se propone una actividad en que el estudiante debe aplicar conceptos académicos cotidianos, plantear variadas hipótesis que posteriormente validará o rechazará a través de las conclusiones obtenidas como fruto de la experimentación (Toma y Greca, 2017).

Ejemplo de ello se observa en la actividad de la Figura 2 (texto chileno), donde se presenta el objetivo de cada problema y las habilidades que buscan desarrollar en los estudiantes. Se dan a conocer los materiales para trabajar. Los niños plantean un problema, formulan una hipótesis, experimentan, registrar estadísticamente cada variación, organizar la información, y analizan numéricamente diferentes cambios, evalúan y comunican los resultados.

Es posible apreciar, como a través de imágenes se activa conocimientos previos, presentan fundamentos con los cuales identificarán la tarea solicitada en escenarios próximos al contexto de cada estudiante, motivándolos a fundamentar sus conclusiones con observaciones que pueden obtener del trabajo práctico. Estas actividades movilizan diferentes temas matemáticos, científicos y la utilización de la tecnología para lograr el desarrollo de los objetivos propuestos, por ejemplo, trabajo con unidades de tiempo, temperatura, cambios en el estado de la materia, entre otros.

Figura 2. Actividad fase 1 (Invitación a la indagación) (T2, p. 40)

TALLER de ciencias

Objetivo
Comprender la acción de la bilis y el jugo pancreático durante la digestión.

Habilidad
Plantear una hipótesis y validarla o rechazarla mediante las conclusiones de una experimentación.

Actitud
Colaborar responsablemente, respetando los aportes del equipo y evaluando el trabajo realizado.

Tiempo
45 minutos. 

Precauciones
 

Materiales

- ✓ Vaso de precipitado de 250 mL
- ✓ Cuchara
- ✓ 50 mL de aceite
- ✓ 10 mL de bilis al 1%
- ✓ 1 g de pancreatina
- ✓ Pipeta de 10 mL
- ✓ Varilla de agitación
- ✓ Agua tibia
- ✓ Reloj o cronómetro
- ✓ Termómetro
- ✓ Mechero, tripode y rejilla



Digestión de lípidos

Observar 

Como vimos anteriormente, los lípidos pueden obtenerse de fuentes de origen animal (grasas), como la manteca o la leche entera, o de origen vegetal (aceites), como las paltas, el aceite de maravilla, los frutos secos o las aceitunas. Además de su importante función energética relacionada con el almacenamiento de energía, cumplen otras funciones, como regular procesos metabólicos y proporcionar ácidos grasos esenciales para el crecimiento y preservación de tejidos. Como vimos en la lección, en la primera porción del intestino delgado el jugo intestinal junto con el jugo pancreático y la bilis se mezclan con el quimo. Los jugos completan la digestión de los carbohidratos y proteínas, mientras que la bilis ayuda a disolver los lípidos para que sean asimilados fácilmente. Esto lo hace emulsionándolos, ya que son insolubles en agua, es decir, separando las grasas del agua para que se puedan mezclar.

Plantear un problema y formular una hipótesis 

¿Por qué la bilis debe actuar en conjunto con el jugo pancreático para que ocurra la digestión?
Para responder, organicense en grupos y formulen una hipótesis. Luego, desarrollen la siguiente actividad experimental para validarla o rechazarla.

Experimentar 

Realicen el siguiente procedimiento.

1. Tomen el vaso de precipitado y agreguen agua tibia hasta la mitad de su capacidad. El agua tibia será entregada por tu profesora o profesor. Precaución: siempre deben tener cuidado al trabajar con material de vidrio para evitar cortarse.
2. Viertan una cucharada de aceite al vaso con agua y registren sus observaciones.
3. Revuelvan suavemente la mezcla utilizando la varilla de agitación y observen lo que ocurre. Anoten sus observaciones.
4. Dejen reposar durante 5 minutos, observen y registren.
5. Agreguen, con la pipeta, 10 mL de bilis a la mezcla y revuelvan. Observen lo que sucede inmediatamente y al cabo de 5 minutos. Registren sus observaciones.
6. Finalmente, agreguen a la mezcla 1 g de pancreatina, caliéntenla hasta 37 °C y déjenla reposar por 3 horas. Precaución: para evitar quemaduras el calentamiento de la mezcla debe hacerse siempre bajo la supervisión del profesor o profesora. Observen lo que ocurre y anoten sus observaciones.

Indagación guiada. Como ejemplo mostramos las actividades de la Figura 3 (texto chileno). Los estudiantes realizan una experimentación siguiendo las indicaciones del profesor (Toma, y Greca 2018). En ellas, los estudiantes deben realizar un experimento con las indicaciones dadas. Se presentan los objetivos previamente establecidos y los diferentes dispositivos tecnológicos que utilizarán para dar solución al trabajo científico solicitado. El proceso de experimentación y manipulación de las sustancias, es acompañado del registro de cada variación que experimentan las sustancias y materiales ocupados. Estas actividades movilizan diversos objetos matemáticos como la medición de tiempo, transformación de unidades de medición, registro, representación de datos, y aplicación de fórmulas físicas. Mediante estos talleres de fin de unidad, los estudiantes trabajan la ciencia a través de la manipulación de sustancias químicas, reacción de cuerpos al contacto de sustancias, requiriendo de la tecnología para lograr la precisión en el objetivo que se busca conseguir.

Figura 3. Actividad fase 2 (indagación guiada) (T2, p. 106)

TALLER de ciencias

Objetivo
Evidenciar el mecanismo de transporte de la membrana celular.

Habilidad
Explorar y analizar fenómenos.

Actitud
Disposición, proactividad y responsabilidad para realizar un trabajo en equipo.

Tiempo
60 minutos.

Precauciones

Materiales

- ✓ 100 g de cloruro de sodio
- ✓ Agua destilada
- ✓ Balanza
- ✓ 2 vasos de precipitado de 250 mL.
- ✓ 3 tubos de ensayo en una gradilla
- ✓ 1 pipeta graduada de 10 mL.
- ✓ 1 colador
- ✓ Papa
- ✓ Lápiz marcador

Transporte de agua en células vegetales

Observar

La osmosis es un mecanismo posible de percibir mediante diversos fenómenos que acontecen en nuestro entorno. Por ejemplo:

- ¿Has observado las diferencias que hay entre una lechuga solo lavada y otra que fue aliñada con sal, al cabo de un tiempo? ¿A qué podría deberse?
- ¿Cómo se puede evidenciar el transporte de agua en muestras de células vegetales?
- Si pudieras medir la masa de una célula en un medio isotónico y luego en un medio hipotónico, ¿qué resultados esperarías?

Plantear un problema y formular una hipótesis

Formen grupos de trabajo de tres a cinco estudiantes. Luego, lean la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo varía la masa de distintos trozos de papa al ubicarlos en un medio hipotónico, hipertónico e isotónico? Planteen una hipótesis que les permita dar respuesta al problema planteado.

Experimentar

Realicen el siguiente procedimiento para intentar responder el problema de investigación.

1. Numeren los tubos de ensayo del 1 al 3.
2. Agreguen en cada tubo 10 g de papa picada en pequeños y delgados trozos iguales. Precaución: Su profesora o profesor cortará las papas, para evitar que ustedes se corten.
3. Con la pipeta añadan a cada tubo los volúmenes de disolución que se indican. Importante: Su profesora o profesor les dará las indicaciones para preparar las disoluciones de cloruro de sodio.
 - ✓ Tubo 1: 10 mL de agua destilada.
 - ✓ Tubo 2: 10 mL de disolución de cloruro de sodio al 5%.
 - ✓ Tubo 3: 10 mL de disolución de cloruro de sodio al 50%.
4. Dejen los tubos a temperatura ambiente durante 15 minutos.
5. Utilizando el colador, viertan el contenido de cada tubo para retirar los trozos de papa y midan su masa. Registren sus resultados.

Tubo 1: medio hipotónico.
Tubo 2: medio isotónico.
Tubo 3: medio hipertónico.

Indagación abierta. Esta fase se puede observar en las actividades presentes en la Figura 4 (texto español), los estudiantes continúan con la atención en el problema presentado, realizando experimentaciones en los cuales no son guiados por el profesor (Toma, 2018), en la cual, los estudiantes deben realizar el mayor número de manipulaciones, registro e interacción con sus pares, ya que permite formular nuevas preguntas, hipótesis y discutir sobre resultados encontrados. Matemáticamente trabajan el concepto de fuerza asignando un determinado valor numérico según las propiedades elásticas de algunos de los materiales, registran y organizan en tablas estadísticas de los diferentes resultados obtenidos, trabajan con transformaciones de unidades de medición para obtener un lenguaje común. Las actividades solicitadas cumplen con las características de esta fase de indagación abierta, comunicando e interactuando sus impresiones personales sobre la validez, análisis de los resultados y conclusiones obtenidas post experimentación. La tecnología es utilizada para registrar a través de los dispositivos móviles las diferentes oscilaciones generadas en el péndulo y la elongación experimentada por los resortes.

Figura 4. Actividad fase 3 (Indagación abierta) (T4, p. 166)

TRANSFORMACIONES Y TRANSFERENCIAS DE ENERGÍA

A. PROPIEDADES DE LA ENERGÍA

¿Qué necesitas?

- Soporte con barra.
- Bola de péndulo.
- Cuerda.
- Soportes con nuez.
- Guías metálicas.



¿Cómo se hace?



1. Haz un péndulo. Coloca guías metálicas en la nuez de cada uno de los dos soportes de forma que estén a la misma altura.



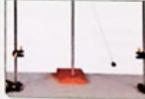
2. Coloca el péndulo entre las dos guías de forma que estén equidistantes y en el mismo plano vertical que el péndulo.



3. Asegúrate de que las distancias son las adecuadas llevando la bola del péndulo a una guía y a la otra.



4. Cuando todo esté en su sitio, lleva el péndulo hasta una guía y suéltalo.



5. Observa el movimiento de la bola en las sucesivas oscilaciones.



6. Observa las oscilaciones del péndulo hasta que se para.

ACTIVIDADES

1. Dibuja el movimiento del péndulo desde que sale de la primera guía hasta que se acerca a la segunda. Explica las transformaciones de energía que se producen.
2. El péndulo que sueltas cerca de la primera guía, ¿llega a alcanzar la altura de la segunda guía?
3. ¿Por qué se acaba parando el péndulo? ¿Qué ha pasado con su energía?

Resolución del problema inicial. En la Figura 5 (texto chileno) observamos diversos ejemplos de actividades para esta fase. Los estudiantes dan solución al problema presentado inicialmente (Toma y Greca, 2017). Se pide resolver un problema basándose en la previa indagación guiada y lo experimentado en la indagación abierta, contrastar los hallazgos y descripciones obtenidos previamente, para dar solución al problema original y la hipótesis generada en las etapas previas del estudio. Nuevamente observamos que matemáticamente se aplican las unidades de medición, tiempo, temperatura y volumen; representación de datos e información (completar tabla de datos); razones y proporciones; álgebra (ecuaciones y lenguaje algebraico); para resolver el problema. La ciencia se encuentra presente en los diversos cambios y evoluciones que sufren los cuerpos al estar constantemente sometidos cambios físicos y de estado, diferentes aparatos tecnológicos son aplicados en el desarrollo de estas investigaciones, logrado de esta forma manipular elementos específicos del área científica y tecnológica.

Figura 5. Actividad fase 4 (resolución del problema inicial) (T1, p. 220)

TALLER de ciencias

Precauciones


Objetivo
Explicar el comportamiento de un gas considerando su temperatura y volumen.

Habilidad
Conducir una investigación experimental.

Actitud
Trabajar en forma colaborativa.

Tiempo
60 minutos. 

Materiales

- ✓ tapón de goma perforado en el centro
- ✓ soporte universal con pinza de nuez
- ✓ vaso de precipitado de 1 L
- ✓ botella plástica de 500 mL
- ✓ jeringa sin aguja
- ✓ termómetro
- ✓ cronómetro
- ✓ tubo en L
- ✓ mechero
- ✓ trípode
- ✓ rejilla
- ✓ agua

Relación entre la temperatura y el volumen de un gas

Observar
 ¿Qué ocurre con el volumen de un gas cuando varía su temperatura? Busca información y/o imágenes en las que se aborden fenómenos que involucren los cambios de estas dos variables en un gas, a presión constante. Puedes utilizar los contenidos que estudiaste en la página 209. Luego, a partir de la información que recopilaste, describe el comportamiento de los gases frente a las variaciones de temperatura y volumen.

Plantear un problema y formular una hipótesis
 Reúnete con dos compañeros o compañeras y, a partir de la observación y descripción que cada uno realizó en la etapa anterior, planteen una pregunta o problema que les permita guiar la investigación que se propone en estas páginas. A continuación, formulen una hipótesis que responda la pregunta que plantearon. Escríbanla en sus cuadernos.

Experimentar


Procedimiento

1. Ubiquen el tapón de goma dentro del gollote de la botella. Procuren que quede bien firme.
2. Introduzcan el brazo más largo del tubo en L en el orificio del tapón. Luego, conecten el otro extremo del tubo en la jeringa. Asegúrense de que esta última no tenga aire.
3. Agreguen agua al vaso de precipitado hasta completar aproximadamente la mitad de su capacidad.
4. Depositen la botella al interior del vaso de precipitado. Posteriormente, afirmen la jeringa con la pinza de nuez del soporte universal, de tal manera que logren realizar el montaje de la imagen de la izquierda.
5. Prendan el mechero, con la ayuda de su profesor o profesora, y calienten la botella que está al interior del vaso de precipitado a baño María durante 10 minutos. Registren, utilizando el termómetro, la temperatura y el volumen del gas (posición del émbolo de la jeringa) cada minuto. Para ello fijen, con algún soporte, el termómetro y procuren que este no toque el fondo ni las paredes del vaso. Tengan mucho cuidado al usar el mechero. Realicen este experimento con la supervisión de su profesor o profesora.



Evaluación. La quinta fase se ejemplifica en las actividades de la Figura 6 (texto chileno). Los estudiantes comunican los resultados del trabajo (Toma, 2018). En este indicador se busca que los estudiantes apliquen soluciones a los problemas presentados en las fases antes trabajadas, exponer los resultados y conclusiones sobre las investigaciones desarrolladas a modo de valorar los resultados obtenidos, es decir, es la conclusión final que implica un estudio de todos los pasos previos, concretando la solución definitiva al problema inicialmente planteado. Para ello recurre a objetos matemáticos como el trabajo con números enteros, elementos de álgebra (lenguaje algebraico y ecuaciones), geometría (volumen, superficie y densidad), proporcionalidad (intensidad y voltaje); y la representación de datos e información como forma de ordenar y representar las conclusiones de cada paso.

Figura 6. Actividad fase 5 (evaluación) (T2, p. 144)

TALLER de ciencias

Objetivo

Observar circuitos eléctricos en serie y en paralelo para obtener conclusiones sobre la luminosidad.

Habilidad

Comparar circuitos eléctricos en serie y en paralelo de acuerdo a su luminosidad.

Actitud

Trabajar colaborativamente, dando ideas y contribuyendo con posibles soluciones a problemas.

Tiempo

60 minutos.



Precauciones



Materiales

- ✓ 2 pilas AA
- ✓ 1 portapilas doble
- ✓ 2 ampolletas de 1,5 V con base conectora
- ✓ 1 interruptor
- ✓ 1 metro de cable conector

Explorando distintos tipos de circuitos



Observar

Como vimos en las páginas anteriores, un circuito eléctrico se forma al unir un conjunto de dispositivos que permiten la circulación de la corriente eléctrica. La ley de Ohm relaciona la diferencia de potencial, la resistencia y la corriente eléctrica en un circuito, y explica cómo estas variables definen el comportamiento del circuito.



Plantear un problema y formular una hipótesis

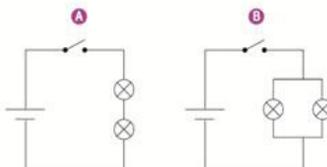
Reúnanse en parejas y lean la siguiente pregunta de investigación: Si en un circuito se conecta una cantidad fija de ampolletas, primero en serie y luego en paralelo, a una misma fuente de corriente continua, ¿cuál de los circuitos producirá más luminosidad? Formulen una hipótesis para dar respuesta a la pregunta planteada.



Experimentar

En los mismos grupos consigan: dos pilas AA de 1,5 V, portapilas, medio metro de cable delgado, dos ampolletas de linterna de 2,5 V, dos portaampolletas y un interruptor pequeño. Realicen el siguiente procedimiento.

1. Utilizando la simbología de los componentes de un circuito (presentada en la página 142), construyan el circuito de la imagen A. Observen y registren sus datos.
2. Cierren el interruptor y observen lo que ocurre.
3. Cambien la posición de las ampolletas y presionen el interruptor.
4. Desconecten una de las ampolletas y vuelvan a cerrar el circuito.
5. Ahora, construyan el circuito de la imagen B y repitan los pasos 2, 3 y 4.



A través del trabajo desarrollado con ciencia y tecnología es posible responder a diversos fenómenos que se plantean como son los circuitos eléctricos y la ley de Ohm, logrando de esta forma introducir ideas de Física a una temprana edad, también la utilización de corriente de diferente potencia mediante los circuitos eléctricos construidos, medición de magnitudes pensadas de forma indirecta, volumen de gotas de agua a través de dispositivos tecnológicos, etc.

A modo de resumen se presenta la Tabla 2, donde se advierte la presencia de cada indicador en los libros de texto analizados.

Como resultado se puede evidenciar que el indicador 5.1 (Las unidades del libro de texto presentan actividades STEM en las cuales existe aplicación tecnológica del descubrimiento al problema) sólo se observa en el texto chileno de 8° (T2). De igual forma, las fases 1 y 2 se presentan en las actividades de cada

uno de los textos estudiados. Es posible apreciar que el desarrollo de las fases iniciales 1, 2 y 3 se manifiestan en cada nivel analizados, logrando estar presente parcialmente en los estudiantes la educación STEM. Por otro lado, las fases 4 y 5 se presentan de forma esporádica en textos chilenos y españoles. Se destaca que en el texto de 7° en la unidad 2 y 4 (¿qué cambios estoy experimentando? y ¿por qué cambia nuestro planeta?, respectivamente) no existe el taller de ciencia para aplicar con los estudiantes el cierre de la unidad trabajada.

Tabla 2. Frecuencia (y porcentaje) de presencia de los indicadores STEM por curso y total

Fases/ Indicador	T1	T2	Total	T3	T4	Total
1. Invitación a la indagación						
1.1. Las unidades del libro de texto presentan actividades para el planteamiento de problemas de ingeniería	4(100)	5(100)	9(100)	2(17)	9(100)	11(52)
2. Indagación guiada						
2.1. Las unidades del libro de texto presentan actividades STEM utilizando para su desarrollo el uso de dispositivos tecnológicos (tecnología)	4(100)	5(100)	9(100)	12(100)	9(100)	21(100)
2.2. Las unidades del libro de texto presentan actividades STEM utilizando para su desarrollo el diseño un experimento (ciencia)	4(100)	5(100)	9(100)	12(100)	9(100)	21(100)
2.3. Las unidades del libro de texto presentan actividades STEM utilizando para su desarrollo la realización de un experimento (ciencia)	4(100)	5(100)	9(100)	12(100)	9(100)	21(100)
2.4. Las unidades o temas del libro de texto presentan actividades STEM utilizando para su desarrollo el registro de datos (matemática)	4(100)	5(100)	9(100)	8(67)	9(100)	17 (81)
2.5. Las unidades o temas del libro de texto presentan actividades STEM utilizando para su desarrollo el análisis e interpretación de resultados (matemática)	3 (75)	5(100)	9(88,9)	7(58)	9(100)	16(76)
3. Indagación abierta						
3.1. Las unidades del libro de texto presentan actividades STEM donde existe la discusión de los resultados	4(100)	5(100)	9(100)	12(100)	9(100)	21(100)
3.2. Las unidades del libro de texto presentan actividades STEM en las cuales los alumnos exponen al grupo sus resultados	4(100)	4 (80)	9(88,9)	12(100)	9(100)	21(100)
3.3. Las unidades del libro de texto presentan actividades STEM en las cuales existe el momento para proponer nuevas preguntas sobre la resolución del problema	3 (75)	2 (40)	9(55,6)	4(33)	9(100)	13(62)

Fases/ Indicador	T1	T2	Total	T3	T4	Total
4. Resolución del problema inicial						
4.1. Las unidades del libro de texto presentan actividades STEM en las cuales existe una conexión con los aprendizajes previos y los nuevos aprendizajes	3 (75)	1(20)	9(44,4)	12(100)	9(100)	21(100)
4.2. Las unidades del libro de texto presentan actividades STEM en las cuales el alumno crea su material	0(0)	1(20)	9(11,1)	11(92)	9(100)	20(95)
4.3. Las unidades del libro de texto presentan actividades STEM donde existe la instancia para generar la solución al problema	0(0)	3(60)	9(33,3)	1(8)	9(100)	10(48)
5. Evaluación						
5.1. Las unidades del libro de texto presentan actividades STEM en las cuales existe aplicación tecnológica del descubrimiento al problema	0(0)	1(20)	9(11,1)	0(0)	0(0)	0(0)

5. Conclusiones

Una de las necesidades del sistema escolar actual es la integración de contenidos y áreas del saber, con el propósito de generar aprendizajes de calidad y transversales en diferentes asignaturas que intervienen en el proceso de instrucción. En el contexto de educación chilena, las Bases Curriculares de Educación General Básica (MINEDUC, 2012) señalan la importancia de iniciar de manera temprana la educación científica, desarrollar en los estudiantes un conjunto de habilidades y destrezas definidas en directrices curriculares de matemática, ciencia y tecnología que ayudarán a potenciar el trabajo científico y el desarrollo de competencias en áreas STEM. De igual forma, el currículo español (MECD, 2015) profundiza el trabajo de habilidades matemáticas y competencias básicas en ciencia y tecnología como una sola, promoviendo la interacción con el mundo físico y el entorno.

En particular, las ciencias, en los cursos considerados en este estudio, presentan una oportunidad de motivar la interacción con diferentes disciplinas en una misma situación. Una opción para enfrentar interdisciplinariedad es incentivar e implementar el trabajo en competencias y habilidades STEM, el que relaciona de manera directa ciencia, tecnología, ingeniería y matemática. Por ejemplo, si este modelo se considerara en el inicio y cierre de cada tema del currículo escolar se rompería el bloqueo hacia la actividad de aprender de las áreas en cuestión y, haría posible, desde el punto de vista curricular,

introducir una visión de ciencia integrada.

Con este trabajo se ha querido detectar la presencia de actividades con una estructura STEM en libros de texto según el modelo de Toma y Greca (2017). Resultados de este trabajo evidencian la presencia de este tipo de actividades en los libros analizados, aunque aún son escasas. En particular, se observa una baja presencia de las fases 4 (resolución del problema inicial) y 5 (evaluación), que coinciden con ser éstas las que requieren un mayor grado de trabajo, conocimiento y desarrollo por parte de los estudiantes, y que con el paso de los cursos deberían ser más frecuentes.

De igual manera los resultados permiten observar coincidencias en los indicadores de: presencia de actividades STEM utilizando para su desarrollo el uso de dispositivos, el diseño un experimento y realización del mismo; los que pertenecen a la fase de indagación guiada. Además, se presentan actividades donde existe la discusión de los resultados. Por otro lado, los indicadores menos frecuentes son las relacionadas con la existencia de un momento para proponer nuevas preguntas sobre la resolución del problema (55,6% y 61,9% en textos chilenos y españoles), la generación de solución al problema (33,3% y 47,6%) y la aplicación tecnológica del descubrimiento al problema (11% y 0%).

Pérez (2018) establece la perspectiva STEM como novedosa y, sin lugar a dudas, destaca las bondades didácticas que debemos considerar. Los resultados señalan que existe una proximidad entre las actividades sugeridas y el desarrollo de habilidades STEM. Sin embargo, al no evidenciar las últimas fases del modelo propuesto, nos muestran la carencia que existe en las actividades de fin de unidad para maximizar el potencial de la tecnología en experimentos o trabajos prácticos.

Lo innovador de este enfoque es la concepción formativa e integrada de los contenidos, habilidades y destrezas de las diversas áreas científicas en las cuales se desarrollan los aprendizajes STEM.

De esta forma, este modelo está llamado a fortalecer áreas científicas disminuidas y, de esta manera, hacer frente a nuevos desafíos que depara una sociedad tecnológicamente avanzada.

AGRADECIMIENTOS

Beca CONICYT PFCHA 72190253, Beca CONICYT PFCHA 72150306 y Beca CONICYT BCH-Magister 73171153.

REFERENCIAS

- ACUÑA, C. M. (2012). STEM, STEAM, proyectos educativos integrales y olimpiadas de química: métodos que buscan convencer a los jóvenes de que la ciencia es útil para todos. En G. Pinto y M. Martin (Eds.), *Enseñanza y divulgación de la Química y la Física* (pp. 221-226). Madrid: Irbergarceta.
- ACOSTA, L. B. (2017). La nanotecnología un mundo a través del método científico. *Revista Teinova, 1*, 85-92.
- ÁVILA-BARAY, H. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación*. México D.F.: Eumed.
- CALDERÓN, P., MONDACA, F., MORALES, K. y VALDEBENITO, S. (2017). *Texto del estudiante Ciencias Naturales 8º Básico*. Santiago: SM.
- CAMPBELL, E., IRIBERRI, S., MORALES, K., SALAMANCA, R. y SANGUEZA, I. (2017). *Texto del estudiante Ciencias Naturales 7º Básico*. Santiago: SM.
- CÓRDOVA, D. (2012). El texto escolar desde una perspectiva didáctico/pedagógica, aproximación a un análisis. *Investigación y Postgrado, 27*(1), 195-222.
- CORNEJO, J. (2006). La enseñanza de la ciencia y la tecnología en la escuela argentina (1880-2000): un análisis desde los textos. *Enseñanza de las Ciencias, 24*(3), 357-370.
- CORNEJO, J. y LÓPEZ-ARRIAZU, F. (2005). El libro de texto de ciencias naturales como documento histórico. En S. Gvirtz (Ed.), *Anuario de la Sociedad Argentina de Historia de la Educación* (Vol. 6, pp. 171-185. Buenos Aires: Prometeo.
- DEWITT, J., OSBORNE, J., ARCHER, L., DILLON, J., WILLIS, B. y WONG, B. (2013). Young children's aspirations in science: the unequivocal, the uncertain and the unthinkable. *International Journal of Science Education, 35*(6), 1037-1063.
- DÍAZ-LEVICÓY, D. y ROA, R. (2014). Análisis de actividades sobre probabilidad en libros de texto para un curso de básica chilena. *Revista Chilena de Educación Científica, 13*(1), 9-19.
- DÍAZ-LEVICÓY, D., ARTEAGA, P. y CONTRERAS, J. M. (2017). Conflictos semióticos potenciales sobre gráficos estadísticos en libros de texto de Ciencias Naturales de Educación Primaria chilena. *Enseñanza de las Ciencias, Núm. Extra*, 905-912.
- DÍAZ-LEVICÓY, D., GIACOMONE, B. y ARTEAGA, P. (2017). Caracterización de los gráficos estadísticos en libros de texto argentinos del segundo ciclo de Educación Primaria. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado, 21*(2), 299-326.
- DÍAZ-LEVICÓY, D., PINO, C., SEPÚLVEDA, A. y CRUZ, A. (2016). Gráficos estadísticos en libros de texto chilenos de Ciencias Naturales. *Revista Didasc@lia: Didáctica y Educación, 7*(4), 75-96.
- DUQUE, M., TIBERIO, J., GÓMEZ, M. y VÁSQUEZ, C. (2011). Pequeños científicos program: Stem k5-k12 education in Colombia. En IEEE (Ed.), *Proceedings*

- Integrated STEM Education Conference (ISEC)* (pp. 46-49). Ewing, NJ: IEEE.
- FADZIL, H. M. y SAAT, R. M. (2014). Enhancing STEM Education during School Transition: Bridging the Gap in Science Manipulative Skills. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(3), 209-218.
- FERRANDO, I., HURTADO, A. y BELTRÁN, M. J. (2018). Formación STEM en el grado de maestro: una experiencia docente. *@tic. Revista d'Innovació Educativa*, 20, 35-42.
- GÜEMES, R. (1994). *Libros de texto y desarrollo del currículo en el aula. Un estudio de casos* (Tesis Doctoral). Universidad de La Laguna, Tenerife, España.
- HERBEL, B. A. (2007). From intended curriculum to written curriculum: Examining the “voice” of a mathematics textbook. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(4), 344-369.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGraw Hill.
- HODSON, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.
- KILPATRICK, J., SWAFFORD, J. y FINDELL, B. (2001). *Adding it up: helping children learn mathematics*. Washington, DC: NAP.
- LÓPEZ-VALENTÍN, D. M. y GUERRA-RAMOS, M. T. (2013). Análisis de las actividades de aprendizaje incluidas en libros de texto de ciencias naturales para Educación Primaria utilizados en México. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 173-191.
- MINEDUC (2012). *Bases Curriculares. Educación Básica*. Santiago: MINEDUC.
- MECD (2015). Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 25, 6986-7003.
- NARANJO, G. y CANDELA, A. (2010). Del libro de texto a las clases de Ciencias Naturales: la construcción de la ciencia en el aula. *Papeles de Trabajo sobre Cultura, Educación y Desarrollo Humano*, 6(1), 1-34.
- PERALES, F. J. y JIMÉNEZ, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 369-386.
- PÉREZ, J. (2018). Un viaje en el tiempo por la alfabetización científica en España. *Didácticas Específicas*, 18, 144-166.
- POMILIO, C. J., MIÑO, M., BRIGNONE, N. F., García, G., Telesnicki, M., Fass, M., Filloy, J., Cueto, G., Fernández, M. S. y Pérez, A. (2016). Análisis de actividades sobre estadística descriptiva en libros de Educación Media: ¿Qué se pretende que los estudiantes aprendan? *Educação Matemática Pesquisa*, 18(3), 1345-1364.
- RODRÍGUEZ-PIÑERO, M., SÁNCHEZ, D. y VIDAL, M. (2017). *Texto del estudiante. Física y Química 2º ESO*. Madrid: Santillana.
- TOMA, R. B (2018). Integrando la programación computacional en el enfoque STEM:

- Un ejemplo sobre la calidad del agua. En I. M. Greca y J. Á. Meneses Villagrà (Eds.), *Proyectos STEAM para la Educación Primaria. Fundamentos y aplicaciones prácticas* (pp. 115-136). Madrid: Dextra.
- TOMA, R. B. y GRECA, I. M. (2017). Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de Educación Primaria. En P. Membiela, N. Casado, M. I. Cebreiros y M. Vidal (Eds.), *La enseñanza de las ciencias en el actual contexto educativo* (pp. 391-395). Ourense: Educación Editorial.
- TOMA, R. B. y GRECA, I. M. (2018). The Effect of Integrative STEM Instruction on Elementary Students' Attitudes toward Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383-1395.
- TSUPROS, N., KOHLER, R. y HALLINEN, J. (2009). *STEM education: a project to identify the missing components*. Pittsburgh, PA: Center for STEM Education and Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach.
- VÁSQUEZ-GIRALDO, A. L. (2014). *Hacia un perfil docente para el desarrollo del pensamiento Computacional basado en educación STEM para la media técnica en Desarrollo de Software* (Tesis de Maestría). Universidad EAFIT, Medellín, Colombia.
- VIVES, F., MELÉNDEZ, I., GARRIDO, J., MADRID, M. y RODRÍGUEZ-PIÑERO, M. (2015). *Texto del estudiante. Biología y Geología 1º ESO*. Madrid: Santillana.

AUTORES DEL ARTÍCULO

CRISTIAN FERRADA, es profesor de Educación General Básica (UCM). Postítulo en Educación Matemática (UCM). Máster en Didáctica de la Matemática (UGR). Doctorando en Ciencias de la Educación (UGR). Línea de Investigación: Ciencias Experimentales y Educación para la Sostenibilidad.

Orcid: orcid.org/0000-0003-2678-7334

ResearchGate: https://www.researchgate.net/profile/Cristian_Ferrada

Universidad de Granada, España

Correo electrónico: adarref@correo.ugr.es

DANILO DÍAZ-LEVICÓY, es profesor de Matemática y Computación (ULAGOS). Magister en Ciencias de la Educación, Mención Currículum y Evaluación (ULEONES) y Máster en Didáctica de la Matemática (UGR). Doctor en Ciencias de la Educación (UGR). Línea de Investigación: Didáctica de la Matemática y la Estadística.

Orcid: orcid.org/0000-0001-8371-7899

ResearchGate: https://www.researchgate.net/profile/Danilo_Diaz-Levicoy

Correo electrónico: ddiaz01@hotmail.com

NORMA SALGADO-ORELLANA, es profesora de Educación Especial y Diferenciada (UCM). Máster en Intervención Psicopedagógica (UGR). Doctoranda en Ciencia de la Educación (UGR). Línea de Investigación: Diagnóstico, Evaluación e Intervención Psicoeducativa.

Orcid: orcid.org/0000-0003-1775-5402

ResearchGate: https://www.researchgate.net/profile/Norma_Salgado2

Universidad de Granada

Correo electrónico: nsalgado@correo.ugr.es