

Casitas luminosas: diseño e implementación de una secuencia para la enseñanza del movimiento diario del Sol a estudiantes de tercer grado de educación primaria

Diego Galperin^{1,2} y Rayén Sáez^{2,3}

¹ Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales, Sede Andina, Universidad Nacional de Río Negro, Mitre 630, Bariloche, Río Negro.

² Proyecto “Miradas al cielo”, IFDC El Bolsón, Liniers y Alberti, El Bolsón, Río Negro.

¹ dgalperin@unrn.edu.ar ³ rayensaezlu@gmail.com

Resumen

Se presenta el proceso de diseño, implementación y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre el movimiento del Sol en el cielo dirigida a los primeros años de la escuela primaria. La misma plantea una situación problemática que orienta el proceso de aprendizaje de los estudiantes a partir de la necesidad de diseñar casas que sean luminosas para el lugar donde viven. A partir de la misma se pretende la construcción de un modelo del movimiento diario del Sol en el cielo local por parte de los estudiantes y su utilización durante la etapa de discusión y revisión de sus diseños iniciales. Este enfoque alternativo se diferencia del presente en la mayoría de los materiales curriculares, basado en el movimiento de nuestro planeta visto desde el espacio exterior, con el fin de disminuir las habilidades visoespaciales requeridas para su comprensión y de vincular a los estudiantes con su propio entorno celeste. Los resultados obtenidos evidencian que la propuesta propició el desarrollo de competencias relevantes en el alumnado y la posibilidad de describir y explicar fenómenos cotidianos, y significativos para nuestras vidas, poco desarrollados en las instituciones educativas.

Palabras clave: unidad didáctica; astronomía; movimiento diario solar; día y noche; enseñanza primaria.

Introducción

Las investigaciones acerca de las causas de los fenómenos astronómicos cotidianos ponen en evidencia su escasa comprensión por parte de estudiantes de todos los niveles (Vega Navarro, 2007), además de revelar una escasa presencia de propuestas que vinculen su enseñanza con la observación del movimiento de los astros en el cielo (Galperin y Raviolo, 2014). Entre estos fenómenos, el ciclo día/noche corresponde a aquél que parece más sencillo de ser explicado indicando que el mismo es una consecuencia de la rotación terrestre. Sin embargo, la verbalización de una frase en forma proposicional, como la que expresa que “se hace de noche porque gira la Tierra”, no necesariamente indica la construcción de una representación mental adecuada sobre el fenómeno. Del mismo modo, no evidencia si se comprende o no qué es lo que percibe una persona ubicada sobre la superficie terrestre como consecuencia de dicha rotación. En este sentido, se encuentra poco desarrollada la posibilidad de explicar el fenómeno del día y la noche a partir del movimiento diario del Sol en el cielo, un desplazamiento sencillo de observar y de registrar incluso por niños pequeños. En función de esta realidad, se diseñó una propuesta de enseñanza - aprendizaje (SEA) para estudiantes de los primeros años del nivel primario basada en la construcción de un modelo cinemático celeste explicativo de los fenómenos astronómicos cotidianos (Galperin, 2016) con el fin de ser implementada y evaluada en contexto de aula. La misma posee como eje la vinculación de los estudiantes con los aspectos observables del fenómeno y la utilización del sistema de referencia topocéntrico para explicar dichas observaciones.

Fundamentos para el diseño de la SEA

A continuación, se detallan los aspectos relevantes tenidos en cuenta para el proceso de diseño, implementación y evaluación de la SEA. Se inició con una revisión bibliográfica acerca de las concepciones más comunes de los estudiantes acerca del día y la noche. A partir ella, se concluyó la conveniencia de vincular la secuencia con la observación directa del cielo, por lo que se elaboró un modelo objetivo utilizando el sistema de referencia topocéntrico con el fin de que los estudiantes visualicen cómo se produce el movimiento diario del Sol en el cielo y que el mismo depende de la ubicación del observador. Posteriormente, se elaboró una secuencia didáctica

topocéntrica para estudiantes de tercer grado de nivel primario con una problemática específica a resolver, la cual fue implementada y evaluada con el fin de analizar modificaciones a futuro.

Concepciones de estudiantes sobre la causa del día y la noche

La Tabla 1 sintetiza algunos de los trabajos de investigación sobre las concepciones que poseen estudiantes de nivel primario (6 a 12 años) acerca de las causas del fenómeno del día y la noche. A su vez, se señalan algunas de las conclusiones obtenidas en ellos.

Tabla 1. Síntesis de resultados obtenidos en investigaciones sobre concepciones del día y la noche presentes en estudiantes de primaria (ordenadas de mayor a menor presencia).

Artículo	Muestra	Concepciones detectadas y/o conclusiones
Klein (1982)	24 estudiantes 7 y 8 años Estados Unidos	<ul style="list-style-type: none"> • El Sol se va a otro lado debido a su movimiento vertical arriba/abajo o a su movimiento en torno a la Tierra. • De día está el Sol y no la Luna por la rotación terrestre. • De noche el Sol está en otro país debido a la rotación. • El Sol sube durante el día y se va hacia abajo en la noche.
Jones, Lynch y Reesinck (1987)	32 estudiantes 9 a 12 años Tasmania	<ul style="list-style-type: none"> • Acercamiento y alejamiento del Sol y de la Luna. • Rotación de la Tierra, con el Sol y la Luna opuestos. • Giro de la Luna y el Sol opuestos en torno a la Tierra. • Rotación de la Tierra, que a la vez gira alrededor del Sol (con la Luna girando alrededor de la Tierra).
Baxter (1989)	100 estudiantes 9 a 16 años Inglaterra	<ul style="list-style-type: none"> • El Sol se oculta detrás de las montañas. • Las nubes o la Luna tapan el Sol. • El Sol se mueve en torno a la Tierra cada día. • La Tierra se mueve en torno al Sol cada día. • La Tierra rota sobre su eje cada día.
Diakidoy, Vosniadou y Hawks (1997)	26 estudiantes aborígenes 6 a 11 años Estados Unidos	<p>Modelos mentales para explicar día/noche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rotación de la Tierra sin involucrar a la Luna. • Rotación de la Tierra, con el Sol y la Luna opuestos. • Luna y Sol opuestos giran alrededor de la Tierra. • El Sol y la Luna suben y bajan alternativamente. • Explicaciones mitológicas o animistas ("se pelearon").
Kikas (1997)	252 estudiantes 3ro., 5to., 7mo. y 9no. grado Estonia	<ul style="list-style-type: none"> • 3° grado: respuestas descriptivas sobre día/noche (76%) y respuesta escolar adecuada (13%). • 5to. grado: respuestas escolares (52%) y de sentido común (21%). La diferencia entre 3° y 5° es significativa. • 7mo. grado: se reducen las respuestas escolares (37%) y crecen las de "sentido común" (43%).

Vega Navarero (2002)	19 estudiantes 4 a 6 años España	Modelos mentales para explicar día/noche: <ul style="list-style-type: none"> • El Sol se apaga y se convierte en Luna. • Las nubes tapan el Sol o la Luna alternativamente. • Sol y Luna desaparecen alternativamente moviéndose. • Sol o Luna está inmóvil y el otro astro lo oculta (o lo ocultan las nubes o las montañas). • Sol y Luna se desplazan opuestos en el cielo apareciendo la Luna y desapareciendo el Sol.
Chiras y Valanides (2008)	80 estudiantes 9 y 11 años Chipre	<ul style="list-style-type: none"> • Gran persistencia de modelos "geocéntricos" pese a haber recibido instrucción escolar "heliocéntrica". • Los estudiantes deben poseer conocimientos anteriores o prerrequisitos para comprender día/noche a partir de la rotación terrestre.
Galperin y Raviolo (2015)	183 estudiantes 9 a 12 años Argentina	<ul style="list-style-type: none"> • Explicaciones topocéntricas inadecuadas (69,4%). • Explicaciones heliocéntricas inadecuadas (7,7%). • Explicaciones topocéntricas adecuadas (6,0%). • Explicaciones heliocéntricas adecuadas (2,7%).
Alvarez <i>et al.</i> (2018)	82 estudiantes 10 a 12 años Argentina	<ul style="list-style-type: none"> • La Tierra rota con la Luna opuesta al Sol (31,7%) • El Sol está en el cielo de día y la Luna de noche (29,3%) • Otras inadecuadas (24,4%). Por ej: traslación terrestre. • La Tierra rota sobre su eje (14,6%).

Al analizar las explicaciones inadecuadas dadas por los estudiantes, es posible notar que la mayoría de ellas tienen su origen en la idea que sostiene que la Luna se encuentra presente en el cielo todas las noches, incluso en quienes indican que la rotación terrestre es la causa del ciclo día/noche. A su vez, más allá de que muchos relacionan al fenómeno con la presencia del Sol, casi no aparece la mención al movimiento diario del Sol en el cielo como causa de dicha alternancia.

Sistemas de referencia: movimiento diario del Sol y ciclo día/noche

La elección del sistema de referencia resulta trascendental para el análisis de cualquier fenómeno físico dado que de ello dependerá la descripción del movimiento de un cuerpo, buscando poder analizarlo del modo más simple (Landau, Ajeizer y Lifshitz, 1973). En el caso del estudio de los fenómenos astronómicos cotidianos, es conveniente utilizar el sistema de referencia topocéntrico, centrado en un punto de la superficie terrestre, ya que permite describir con precisión los cambios de posición de los astros en el cielo tal como son observados por un observador terrestre. A su vez, a partir de dichos cambios, es posible explicar los fenómenos del día y la noche, las estaciones del año y las fases lunares (Galperin, 2016). Para el caso del ciclo día/noche, su alternancia puede explicarse como una consecuencia del movimiento diario del Sol

desde un punto del horizonte oriental, que no suele coincidir con el punto cardinal Este, hasta que se pone, varias horas después, por un punto del horizonte occidental que no suele coincidir con el Oeste. Luego de su salida, el Sol aumenta su altura hasta llegar al mediodía solar, instante en que posee su altura máxima del día. Este ascenso no se produce en forma vertical dado que, debido a la esfericidad terrestre, su plano de movimiento se visualiza inclinado hacia el norte en el hemisferio sur. Por lo tanto, en latitudes mayores a los 23° Sur (los trópicos), el Sol se ubica siempre hacia el norte en el mediodía solar y, en consecuencia, será necesario ubicar ventanas en esa dirección para tener un ingreso mayor de la radiación solar a lo largo del día (Figura 1).

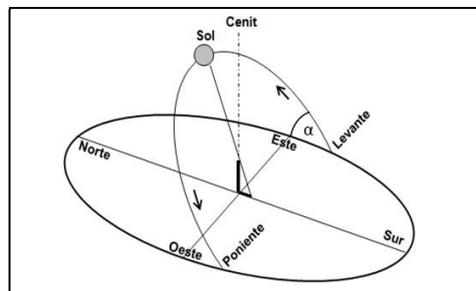


Figura 1. Descripción del movimiento diario del Sol en latitudes medias del hemisferio sur.

A partir del movimiento diario del Sol, el ciclo día/noche puede ser explicado en función de la ubicación del Sol por arriba o por debajo del horizonte local. Sin embargo, en los libros escolares es más común la explicación heliocéntrica basada en la rotación terrestre, la que requiere determinadas habilidades visoespaciales para su comprensión ya que se intenta explicar un fenómeno visible a partir de un movimiento que sólo sería observable desde un punto externo a nuestro planeta (Lanciano, 1989; Galperin, 2016).

Diseño e implementación de la secuencia de enseñanza - aprendizaje

En la Tabla 2 se sintetiza la SEA diseñada para estudiantes de los primeros años de la escuela primaria incluyendo las consignas generales de cada actividad y las preguntas guía de cada una de ellas. La secuencia completa puede consultarse [aquí](#).

Tabla 2. Síntesis de la secuencia desarrollada y de su contenido didáctico.

Nro.	Nombre	Consigna	Pregunta/s	Síntesis
Act. 1	Poniendo en juego nuestras ideas	Dibujar una casa para construir acá que posea buena iluminación natural	¿Cómo les parece que debe ser una casa acá para tener mucha luz natural?	Indagación de las ideas sobre el modo de iluminar en forma natural una casa
Act. 2	Analizando y cuestionando nuestras ideas	Presentación de las casas. Debate: de qué depende una buena iluminación	¿Cómo son las casas que diseñaron? ¿El Sol influye en la iluminación?	Análisis de las casas e identificación del Sol como causa de la iluminación natural
Act. 3	Movimiento diario del Sol: día y noche	Registrar en forma de dibujo el cambio de posición del Sol durante el día	¿Cómo se desplaza el Sol en el cielo a lo largo del día? ¿A qué se debe la noche?	Observación y registro del movimiento diario del Sol: el ciclo día/noche
Act. 4	Modelización del movimiento solar y rediseño de las casas	Representar el movimiento del Sol y armar nuevas casas rediseñadas	¿Cómo es el movimiento solar diario? ¿Cómo sería una casa luminosa?	Armado de maqueta del movimiento solar y ubicación en ella de las casas luminosas
Act. 5	Actividades para la revisión de los nuevos conocimientos	Explicar cómo debe ser una casa luminosa y por qué. Relacionar con el ciclo día/noche	¿Qué aprendimos sobre el movimiento del Sol e iluminación natural? ¿Y sobre el día y la noche?	Explicitación del modelo mental sobre el movimiento diario solar y explicación del día y la noche

Metodología

El estudio realizado se incluye dentro de un marco de investigación cualitativa debido a que se pone el énfasis en la búsqueda de interpretaciones y significados dentro de un contexto particular sin pretender extender generalizaciones (Bryman, 2004). Se decidió llevar a cabo un estudio de caso (Stake, 2007) a partir de la implementación de la SEA a modo de prueba en un curso de tercer grado de nivel primario (Edad: 8,7 años) de una escuela pública de la localidad de El Bolsón, Argentina (N=16). El análisis posterior se llevó a cabo a partir de los registros obtenidos mediante la grabación del audio de las clases, la fotografía de los trabajos y la realización de entrevistas a algunos estudiantes.

Resultados e implicaciones didácticas

Todos los estudiantes comenzaron diseñando casas con muchas ventanas sin tener en cuenta la trayectoria diaria del Sol (Figura 2). Los estudiantes manifestaron que debía ser una casa “con muchas ventanas”, “que tenga ventanas en el techo”, “con un techo

que se abra”, “*con ventanas grandes*” o “*con ventanas de un costado y del otro*”. Como queda en evidencia, no se asocia la posición de las ventanas con la trayectoria solar.

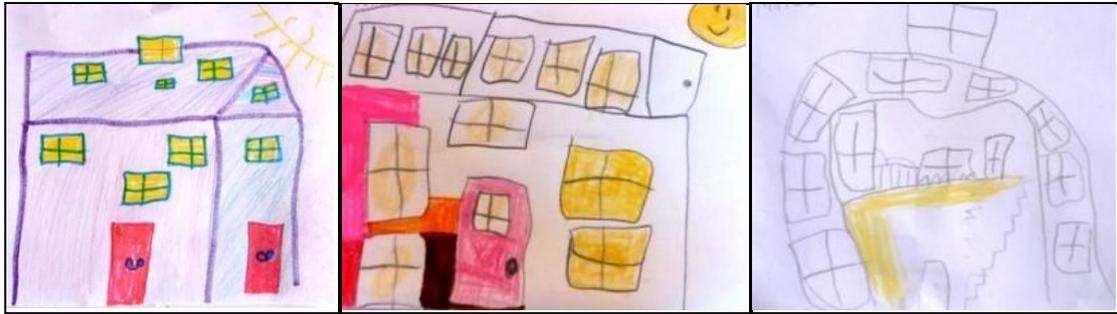


Figura 2. Primeras ideas de casas con ventanas en el techo y en todas sus paredes.

En la siguiente actividad se debatió si era lo mismo colocar ventanas en cualquier lugar de las casas. Al comienzo, la mayoría de los estudiantes sostuvo que sí dado que cuantas más ventanas pusiesen, más luz iban a tener. Sin embargo, al preguntarles sobre si el Sol influía en esa iluminación, algunos comenzaron a dudar diciendo que “*no es lo mismo, hay que poner ventanas del lado del Sol*” o “*le ponemos el techo de vidrio, entonces el Sol pasa y entra la luz*”. A su vez, empezaron a tomar conciencia del movimiento diario del Sol indicando cambios durante el día: “*quiero dormitorios que les de el Sol por la mañana y una cocina y un comedor que les de el Sol al mediodía*”. Se concluyó que el Sol provee luz natural, por lo que será necesario observar cómo se mueve en el cielo. Se propuso realizar la observación del movimiento diario del Sol desde el patio escolar a partir del registro de la sombra de un gnomon, complementándolo con el uso del programa Stellarium para los horarios en que los estudiantes no estaban en la escuela. El recorrido del Sol fue registrado mediante dibujos (Figura 3) y descripto mediante frases como “*el Sol se mueve de allá para acá*” [de oriente a occidente], “*sale por el Piltri [cerro hacia el este] y se enconde por la loma [elevación hacia el oeste]*” o “*a la mañana sale al este, al mediodía está al norte y a la tarde se pone al oeste*”.

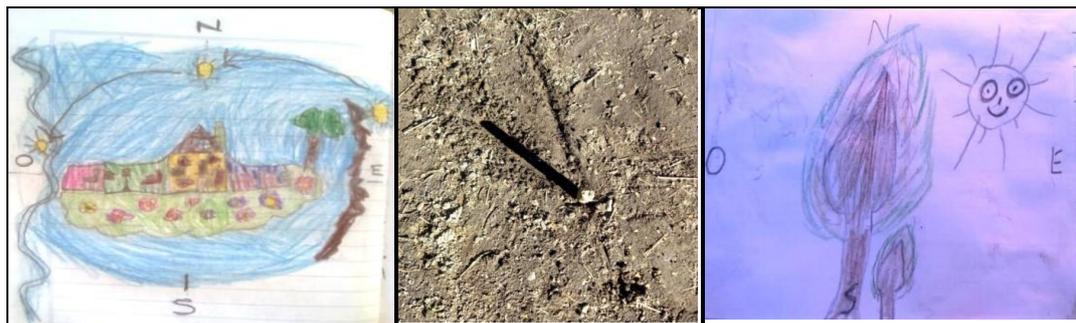


Figura 3. Registros del cambio diario de posición del Sol en el cielo.

Posteriormente, se modelizó el horizonte local junto con el plano de movimiento diario del Sol, ubicando las nuevas casas que armaron los estudiantes con sus ventanas hacia el norte (Figura 4). Para finalizar, se realizaron instancias de diálogo grupal e individual en las que la mayoría de los estudiantes lograron describir la trayectoria del Sol, justificar la posición de las ventanas y explicar el día y la noche por presencia o ausencia del Sol.



Figura 4. Modelización del movimiento diario del Sol y colocación de las casas rediseñadas.

Los resultados obtenidos evidencian que la SEA implementada permitió vincular a los estudiantes con su realidad cotidiana, hizo posible relacionar sus aprendizajes con el propio entorno celeste y favoreció su motivación y comprensión del fenómeno al no requerir un cambio de punto de vista del observador.

Referencias bibliográficas

Alvarez, M., Galperin, D. y Quinteros, C. (2018). Indagación de las concepciones de estudiantes primarios y secundarios sobre los fenómenos astronómicos cotidianos. En Papini, M. (comp.), *Las ciencias de la naturaleza y la matemática en el aula: nuevos desafíos y paradigmas*, 129-142. Tandil: UNCPBA.

- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11(5), 502-513.
- Bryman, A. (2004). *Social research methods*. New York: Oxford University Press.
- Chiras, A. y Valanides, N. (2008). Day/night cycle: mental models of primary school children. *Science Education International*, 19(1), 65-83.
- Diakidoy, I-A., Vosniadou, S. y Hawks, J. (1997). Conceptual change in astronomy: models of the Earth and the day/night cycle in american-Indian children. *European Journal of Psychology of Education*, 12(2), 159-184.
- Galperin, D. (2016). *Sistemas de referencia y enseñanza de las ciencias: el caso de los fenómenos astronómicos cotidianos* (Tesis doctoral). Tandil: UNCPBA.
- Galperin, D. y Raviolo, A. (2014). Sistemas de referencia en la enseñanza de la Astronomía. Un análisis a partir de una revisión bibliográfica. *Latin American Journal of Physics Education*, 8(1), 136-148.
- Galperin, D. y Raviolo, A. (2015). Argentinean students' and teachers' conceptions of day and night: an analysis in relation to astronomical reference systems. *Science Education International*, 26(2), 126-147.
- Jones, B., Lynch, P. y Reesink, C. (1987). Children's conceptions of the Earth, Sun and Moon. *International Journal of Science Education*, 9(1), 43-53.
- Kikas, E. (1997). The impact of teaching on students's explanations of astronomical phenomena. *Psychology of Language and Communication*, 1(2), 45-52.
- Klein, C. (1982). Children's concepts of the Earth and Sun. *Science Education*, 65(1), 95- 101.
- Lanciano, N. (1989). Ver y hablar como Tolomeo y pensar como Copérnico. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(2), 173-182.
- Landau, L., Ajeizer, A. y Lifshitz, E. (1973). *Curso de Física General. Mecánica y Física molecular*. Moscú: Mir.
- Stake, R. (2007). *The Art of Case Study Research* (4ta. ed.). Sage.
- Vega Navarro, A. (2002). *Sol y Luna, una pareja precopernicana. Estudio del día y la noche en Educación Infantil* (Tesis doctoral). Tenerife: Universidad de La Laguna.
- Vega Navarro, A. (2007). Ideas, conocimientos y teorías de niños y adultos sobre las relaciones Sol-Tierra-Luna. *Revista de Educación*, 342, 475-500.
- Vosniadou, S. y Brewer, W. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18, 123-183.