

Revista de Estudios y Experiencias en Educación

REXE

journal homepage: <http://revistas.ucsc.cl/index.php/rexe>

Diálogo de saberes para el cambio conceptual de las fases de la luna: un caso en Iquique

Paulina Quispe-López, Rodrigo Rivera-Contreras y José Luis Díaz-Polanco
Universidad Arturo Prat, Iquique, Chile.

Recibido: 29 diciembre 2023 - Revisado: 22 de abril 2024 - Aceptado: 22 de mayo 2024

RESUMEN

Los esfuerzos por transversalizar la interculturalidad en la educación chilena están tensionados por la estandarización de los resultados de aprendizaje. Esto perjudica el diálogo entre la ciencia y los saberes desarrollados por los pueblos originarios. Particularmente, la astronomía presenta contrastes significativos con las distintas cosmovisiones, por ejemplo, las fases de la Luna, la posición del Sol, las estaciones y entre otros. Estos contrastes motivan este estudio, de modo que el objetivo de esta investigación es analizar los efectos del diálogo de saberes entre el pueblo aymara, la astronomía moderna y las concepciones alternativas de estudiantes de primero medio del establecimiento Eagles' College de Iquique, con respecto al tema de las fases de la Luna. Para ello se realizó un diagnóstico de concepciones alternativas a un grupo de 14 estudiantes. Posteriormente estos estudiantes participaron en una actividad de astronomía intercultural y se evaluaron los cambios conceptuales. Para lo cual se utilizó el índice de Hake, que permite medir la ganancia en el aprendizaje. En el diagnóstico, se demostró que la mayoría de los estudiantes presentan concepciones alternativas, por ejemplo, el 64,3% de los estudiantes creía que durante un eclipse solar la Luna se encuentra en fase llena. Y respecto a la evaluación de efectividad del diálogo de saberes, el grupo demuestra una ganancia en el nivel medio de aprendizaje, determinado por un $g = 0,468$. De modo que, se concluye que el diálogo de saberes favorece tanto al cambio conceptual como al aprendizaje de conceptos asociados a fases de la Luna.

Palabras claves: Astronomía; diálogo de saberes; concepciones alternativas; cambio conceptual.

Correspondencia: [Paulina Francisca Quispe-López](mailto:Paulina.Francisca.Quispe-Lopez@ucsc.cl) (P. Quispe-López).

 <https://orcid.org/0009-0000-7230-9718> (pauquislop@gmail.com).

 <https://orcid.org/0009-0001-4742-8501> (rmjcontreras@gmail.com).

 <https://orcid.org/0000-0002-9658-0956> (diazpepe@gmail.com).

Knowledge dialogue for conceptual change of the moon's phases: a case in Iquique

ABSTRACT

Efforts to mainstream interculturality in Chilean education are stressed by the standardization of learning results. This harms the dialogue between science and the knowledge developed by indigenous peoples. Particularly, astronomy presents significant contrasts with different worldviews, for example, the moon's phases, the position of the sun, the seasons, among others. These contrasts motivate this study, in such a way that the objective of this research is to analyze the effects of the knowledge dialogue between the Aymara people, modern astronomy, and the alternative conceptions of first-year students of the Eagles' College in Iquique with respect to the topic of the Moon's phases. For this purpose, a diagnosis of alternative conceptions was carried out on a group of 14 students. Subsequently, the same students participated in an intercultural astronomy activity, and the conceptual changes were evaluated. For this, the Hake index was used, which allows measuring the learning gain. In the diagnosis, it was shown that the majority of students present alternative conceptions about the Moon's phases, such as, for example, 64.3% of the students believed that during a solar eclipse the Moon is in the full Moon phase. And regarding the evaluation of the effectiveness of the knowledge dialogue, the group demonstrates a gain in the average level of learning, determined by $g = 0.468$. Thus, it is concluded that the dialogue of knowledge favors both conceptual change and the learning of concepts associated with Moon's phases.

Keywords: Astronomy; knowledge dialogue; alternative conceptions; conceptual change.

1. Introducción

En el contexto del currículum chileno, la enseñanza de la astronomía se reduce a cuatro niveles académicos, solo consecutivos de primero a segundo medio. Esto no permite una progresión adecuada para el aprendizaje de los estudiantes y, por ende, no previene la aparición de concepciones alternativas sobre los fenómenos astronómicos.

Se comprenden las concepciones alternativas como las nociones que presentan estudiantes antes del aprendizaje formal de un contenido específico (Tomayo, 2002), que difieren de lo establecido por la ciencia moderna occidental. Son conocidas más popularmente como ideas previas, las cuales poseen cuatro características notorias:

1. No presentan una estructura bien definida, pues son respuestas rápidas.
2. Se presentan en diversos contextos y responden a una variedad de situaciones específicas.
3. Se construyen a lo largo de la vida con influencia de los contextos en lo que se encuentra inmerso el individuo.
4. Su origen puede ser individual y/o social.

De acuerdo con Rabanales y Vanegas-Ortega (2021), estas ideas alternativas surgen en los primeros años de la enseñanza básica y pueden mantenerse en la educación superior en diversas carreras, incluso en docentes en formación. Por lo que, tal y como lo plantea Iglesias

et al. (2007), se deben tener en cuenta estas dificultades en el aprendizaje, de lo contrario no habrá posibilidad de que la astronomía sea bien impartida y aprendida, ni puede existir innovación pedagógica (Gangui, 2007).

En el ámbito de la didáctica de las ciencias naturales, surgen diversos modelos con el objetivo de producir un cambio conceptual. Como lo plantea Mahmud y Gutiérrez (2010), la enseñanza y aprendizaje bajo este modelo exige que los docentes en su planificación metodológica consideren las ideas previas de los estudiantes y promover situaciones que ponen en conflicto estas ideas iniciales con las nuevas ideas científicas.

Así mismo como se sostiene en las perspectivas constructivistas, es muy importante conocer los esquemas que presentan los estudiantes y se comparte la necesidad de conducir estas ideas hacia concepciones científicas (Bello, 2018). Esto requiere del uso estrategias que permitan construir el conocimiento científico a partir de estas ideas previas y lograr el cambio conceptual.

De acuerdo con Ausubel (2002), en su teoría del aprendizaje significativo, se describe la construcción del conocimiento mediante el descubrimiento de lo nuevo a partir de precedentes cognitivos previos o ideas previas. Para dar lugar al aprendizaje significativo, se debe tener en consideración tres aspectos indispensables (Viera, 2003): 1) Coherencia en la estructura interna del material y tener una secuencia lógica entre sus elementos, 2) comprender la estructura cognitiva del educando, los esquemas que ya posee, que le servirán de base y sustento para el nuevo conocimiento y 3) disposición positiva por parte de los y las estudiantes, en el que jueguen su papel los procesos motivacionales y afectivos.

Y en la esencia de la teoría de Vygotsky (1995) del aprendizaje con carácter desarrollador de la teoría del enfoque histórico cultural, se comprende el papel mediatizador de los otros y la relación sujeto-sujeto. De modo que el rol del educador consiste en crear zonas de desarrollo próximo, que corresponde a la distancia existente entre el nivel de desarrollo real y el nivel de desarrollo potencial. Esto, en su interpretación más profunda, se puede advertir como la creación de contenidos potencialmente significativos descritos por Ausubel (Rivera et al., 2020).

Volviendo a las concepciones alternativas, existen diversos estudios centrados en la astronomía, orientados fundamentalmente hacia eventos astronómicos que se podrían categorizar como familiares, es decir, que comúnmente se presentan en el currículum educativo, tales como la forma de la Tierra y la gravedad, los movimientos de la Tierra (asociado a la sucesión del día, de la noche y de las estaciones), las fases de la Luna y los eclipses con sus efectos de sombras. A partir de estos estudios, se extrae que uno de los temas con mayor presencia de concepciones alternativas se refiere a las fases de la Luna (ver Tabla 1).

Una característica singular de las concepciones alternativas de la astronomía es que se refuerzan durante la enseñanza de estos contenidos. Según Carmona (1994), se debe a la gran cantidad de modelos, maquetas o dibujos utilizados como recursos para la explicación de estos, ya que, por lo menos las representaciones más frecuentes, no presentan escalas reales, tal como se observa en el ejemplo de la Figura 1 extraída directamente de una página de internet asociada a la enseñanza para los primeros niveles. La reproducción de este tipo de modelos en aula de clase no combate las ideas previas erróneas, sino lo contrario, se incrementa significativamente la resistencia al cambio de concepciones alternativas.

Tabla 1

Concepciones alternativas recurrentes según estudios.

| Autor | Participantes | Concepción alternativa recurrente |
|-----------------------------------|---|--|
| Kanli (2015) | Estudiantes de enseñanza media (N = 176) | La Luna no rota en un eje (32,0%). |
| Varela-Lo-sada et al. (2015) | Docentes de educación primaria e infantil (N = 145) | Las fases de Luna se deben a su movimiento dentro y fuera de la sombra de la Tierra (36%). La Luna se encuentra en fase llena cuando ocurre un eclipse solar (78%). La no rota en un eje (51%). La Luna tarde un día en girar alrededor de la Tierra (43%). |
| Slater et al. (2018) | Estudiantes de enseñanza media (N = 546) | La Luna llena ocurre cuando la Luna está entre el Sol y la Tierra (eclipse solar) (33%). La Tierra no permite que la luz llegue a Luna (27%). Las fases de la Luna se producen porque las nubes cubren la Luna (11%). |
| Rabanales y Vanegas-Ortega (2021) | Estudiantes de octavo básico (N = 71) y cuarto medio (N = 41) | La Luna se encuentra en fase llena cuando ocurre un eclipse solar (75,4% y 65,0%). |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1

Ejemplo de modelo de las fases de la Luna sacado de internet.



Fuente: Etapa Infantil (<https://www.etapainfantil.com/fases-luna>)

Por otro lado, la predominancia de la cultura occidental en los contenidos de ciencias naturales no da oportunidad de un tratamiento de los conocimientos desarrollados por los pueblos originarios sobre los ciclos naturales que se estudian en la astronomía. Pese al nuevo enfoque de acción de la educación intercultural para todos y todas, que busca transversalizar la interculturalidad en el currículum nacional, todo avance en esta materia se encuentra

tensionado por los incesables esfuerzos de estandarizar la educación, limitando el capital cultural que se transmite a futuras generaciones (Rother, 2005). Por lo que, al menos en los programas de ciencias, la inclusión de saberes no occidentales se ven de forma aislada con tal de no afectar los conocimientos establecidos en el currículum, considerados como la cultura “común”.

La astronomía corresponde a uno de los campos de las ciencias naturales que estudia cuerpos celestes y los fenómenos asociados a éstos, cuyo origen se remonta a observaciones del cielo diurno y nocturno de las primeras civilizaciones. La incorporación de conocimientos desarrollados por, en este caso, el pueblo aymara sobre los ciclos naturales, además de contribuir a la comprensión de otras perspectivas culturales, es fundamental para mejorar la enseñanza de la astronomía (López, 2011), dado que, agrega la oportunidad de comprender los cambios culturales, filosóficos y científicos asociados a la necesidad de explicar y predecir el movimiento de los astros en el cielo (Galperin, 2011), tal y como sostienen los modelos de cambio conceptual en ciencias.

Por lo que es importante generar espacios para un diálogo e intercambio entre saberes contemporáneos con aquellos ancestrales, de modo que la adquisición de conocimientos de la astronomía favorezca una identidad cultural (Camino et al., 2016) y como estrategia pedagógica para favorecer el aprendizaje (Ruiz, 2018).

Este diálogo presupone el interés entre los sujetos en una interacción comunicativa, que implica una disposición a escuchar y actualizarse. No se trata de imponer la aceptación de una valoración y conocimiento ajeno, sino todo lo contrario (Pérez y Argueta, 2011). Cuando se habla de diálogo se busca un intercambio entre conocimientos, apreciaciones y valores, para ello se requiere que operen fuerzas racionales que permitan reconocer la existencia de la razón dentro de contextos culturales e históricos específicos.

El diálogo de saberes, desde una perspectiva indígena, se ha puesto en práctica en países como Nueva Zelanda, Canadá, Estados Unidos, México y Chile (Rapimán, 2019) como respuesta a favor de la interculturalidad y solución a un currículum monocultural. Sin embargo, en el caso de Chile estas propuestas surgen exclusivamente para contextos de alto índice de matrícula indígena y no se promueve de forma general en la educación. De acuerdo con Walsh (2010), este tipo de medidas en educación caen en la perspectiva funcional de la interculturalidad.

Idealmente, se espera que la interculturalidad se implemente desde una perspectiva crítica, que conduzca a una reflexión crítica sobre lo que se identifica como las formas culturales propias y permitiría entender su carácter relativo e histórico y, por lo tanto, cuestionar la imposición de algunas formas culturales como las únicas posibles. De este modo el diálogo de saberes permite eliminar prejuicios y valoraciones preconcebidas gracias a los aportes del resto de los participantes en la conversación (Mondaca y Bustos, 2020).

Al establecer relación entre las concepciones alternativas, el cambio conceptual, conocimiento occidental científico y el dialogo de saberes nace la pregunta: ¿Cómo el diálogo de saberes de la cultura occidental y aymara sobre las fases de la Luna favorece el cambio conceptual y el aprendizaje de los estudiantes?

Y, por ende, el presente trabajo tiene el propósito de analizar la efectividad de una intervención pedagógica que incluye el diálogo de saberes sobre las fases de la Luna en el cambio conceptual de estudiantes de primero medio del centro educativo Eagles' College de Iquique.

Para esto el siguiente artículo se divide en tres capítulos, definidos como: metodología, resultados y conclusiones, los cuales son explicitados a continuación.

2. Metodología

2.1. Enfoque metodológico

El diseño de la investigación realizada contempla un enfoque cuantitativo, a nivel descriptivo y correlacional. Los estudios descriptivos buscan especificar características y perfiles del objeto de estudio mientras que aquellos con alcance correlacional, tienen como finalidad conocer la relación entre las variables (Hernández et al., 2010).

En este caso, se busca determinar la presencia de concepciones alternativas en los estudiantes y luego determinar y cuantificar la relación entre la intervención y el posible cambio conceptual en los estudiantes.

El diseño consistió en realizar un diagnóstico (pre-test) a estudiantes del establecimiento Eagles' College para identificar las ideas previas, luego se realizó una experiencia didáctica basada en el modelo del cambio conceptual y finalmente se realizó una evaluación (post-test) para determinar el logro de los aprendizajes de los estudiantes.

2.2. Muestra

La selección de la muestra consistió en un método no probabilístico: por conveniencia. Para el diagnóstico de ideas previas y evaluación del cambio conceptual en estudiantes, la muestra se compone por 14 estudiantes de primero medio. La participación de los estudiantes fue de forma voluntaria por medio de un consentimiento del tutor y asentimiento por parte del participante.

2.3. Instrumento de medición

Para determinar la presencia de concepciones alternativas y el posterior cambio conceptual en los estudiantes, se utilizó el cuestionario diseñado por Valera-Losada et al. (2015) (Ver Anexo 1), el cual fue desarrollado a partir de una revisión bibliográfica de estudios abocados a las concepciones alternativas en astronomía. Está compuesto por un total de 10 preguntas de selección múltiple, donde cada alternativa corresponde a preconcepciones recurrentes en estudiantes escolares, universitarios, docentes e incluso en adultos.

De estas preguntas, 4 están asociadas a conocimientos de la Luna y sus fases; y son las que serán utilizadas en este trabajo de investigación. El cuestionario fue adaptado para ser rellenado por medio de la plataforma de Google Forms y se realizó un piloto con 9 estudiantes para verificar la comprensión, sentido de los planteamientos y manejo del software. A partir de esta observación, no se requirió ninguna modificación.

La importancia de basarse en este instrumento es que permitirá comparar respecto a otras aplicaciones en diversos contextos.

2.4. Diseño intervención

Por temas de disponibilidad, se contempló el diseño de una sesión de una hora, sobre las fases de la Luna y la dinámica Sol-Tierra-Luna, considerando períodos de rotación y traslación de la Luna alrededor de la Tierra.

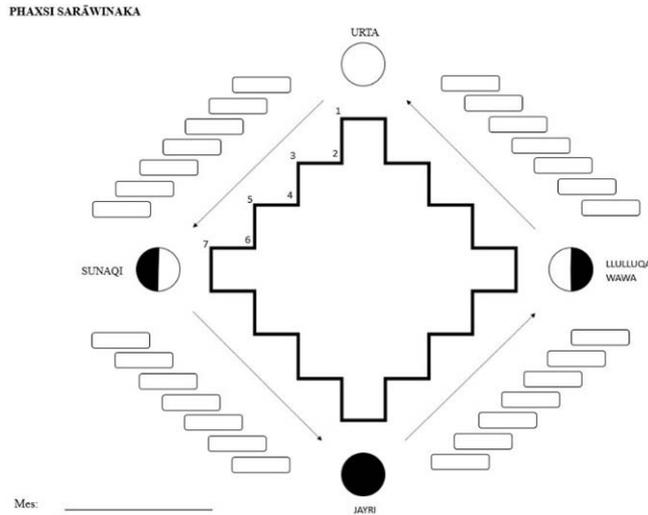
El tratamiento o intervención que se aplicó a los estudiantes sigue el modelo descrito por Driver (1988, como se cita en Carrascosa, 2005), este contempla cuatro actividades para el logro del cambio conceptual:

1. Orientación: Momento inicial orientado a motivar y captar la atención de los estudiantes hacia el tema, por medio de preguntas como: ¿dónde se originó la astronomía?

2. **Explicitación:** Consiste en formular un diálogo, donde los estudiantes pueden exponer sus ideas respecto al tema. En este momento, los estudiantes comparten sus conocimientos sobre la Luna y sus fases, y como adicional se presentan las concepciones de la cultura aymara sobre la Luna.
3. **Reestructuración:** En esta parte se busca modificar las ideas de los estudiantes por medio de diferentes estrategias. Dentro de esta fase se entrega el espacio para que los estudiantes aprueben y apliquen sus concepciones revisadas. Aquí se utiliza la Chakana lunar (Ver Figura 2) para predecir las fechas de las fases de la Luna y se comprueban por medio del uso de Stellarium, que simula la observación sistemática del ciclo de la Luna. Luego utilizan modelos sacados de internet para provocar inconformidad de las ideas propias, modelos y diseño de experiencias para ayudar a contrastar y aclarar ideas.
4. **Revisión del cambio conceptual:** Consiste en comparar las nuevas ideas con las iniciales, es decir, una evaluación.

Figura 2

Actividad de predicción de las fases de la Luna, utilizando la Chakana Lunar.



Fuente: Elaboración propia.

2.5. Índice de Hake

Por último, para comparar los aciertos en el test de concepciones alternativas, se utilizó el índice de Hake (1998) para hallar la ganancia del aprendizaje total. Este índice se obtiene utilizando el porcentaje de acierto de cada test, por medio de la siguiente fórmula:

$$g = \frac{PostTest (\%) - PreTest (\%)}{100 - PreTest (\%)}$$

La ganancia obtenida se clasifica como: Baja ($g \leq 0,3$), Media ($0,3 < g \leq 0,7$) o Alta ($g > 0,7$). Y de ese modo, determinar en función de los resultados obtenidos, el nivel de impacto obtenido por la intervención.

3. Resultados y discusión

3.1. Diagnóstico de concepciones alternativas

Tras la recopilación de los datos obtenidos en el diagnóstico, se puede establecer la tendencia de las respuestas, que se registran en la Tabla 2.

Tabla 2

Porcentaje de tipo de respuestas por preguntas sobre las fases de la Luna.

| Tipo de respuesta | P1 | P2 | P3 | P4 |
|-------------------|------|------|------|------|
| Correcta | 7,1 | 28,6 | 21,4 | 42,9 |
| Alternativa | 92,9 | 71,4 | 78,6 | 57,1 |

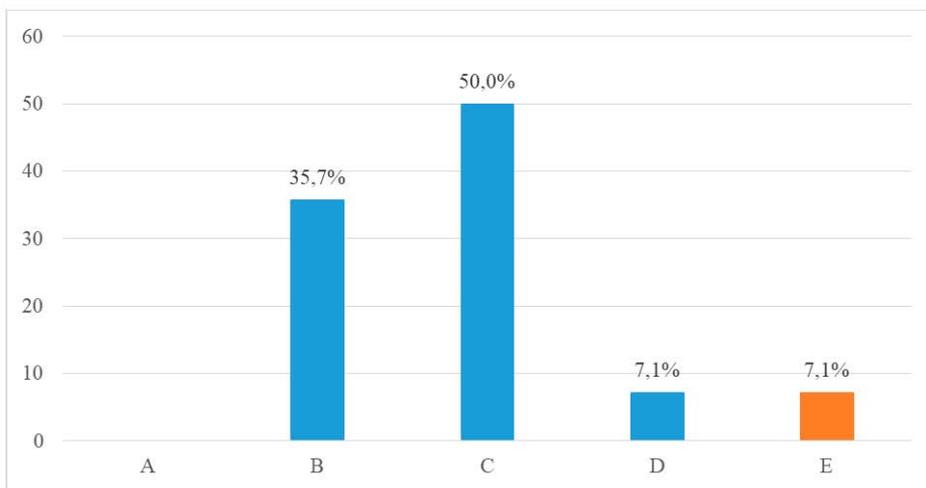
Fuente: Elaboración propia.

De esta tabla se extrae que la mayoría de los estudiantes responde con una concepción alternativa en todas las preguntas del cuestionario, lo que concuerda con lo previsto en la revisión teórica.

Al analizar por pregunta, se logra identificar las concepciones más recurrentes en los estudiantes.

Figura 3

Frecuencia porcentual de cada alternativa en P1: “¿Cómo se producen las fases de la Luna?”

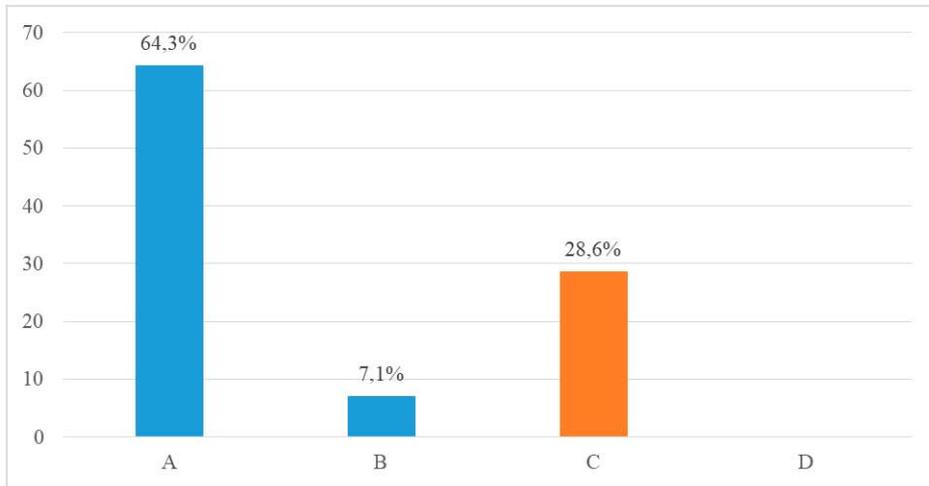


Fuente: Elaboración propia.

En la primera pregunta, como ya se presentó en la tabla anterior, solo un 7,1% responde la alternativa correcta que no se debe a ninguna de las explicaciones descritas en las otras opciones (E). La respuesta más frecuente corresponde a la Luna se mueve dentro y fuera de la sombra del Sol (C), siendo seleccionada por el 50,0%, seguida por la idea de que la Luna se mueve dentro y fuera de la sombra de la Tierra (B) con un 35,7%. En menor recurrencia se encuentran la concepción de que el otro lado de la Luna es el que produce las fases (D) solo con un 7,1% y no hay estudiantes que creen que se debe a que algo pasa por delante de la Luna (A).

Figura 4

Frecuencia porcentual de cada alternativa P2: “Para que ocurra un eclipse total de Sol, ¿en qué fase debe estar la Luna?”

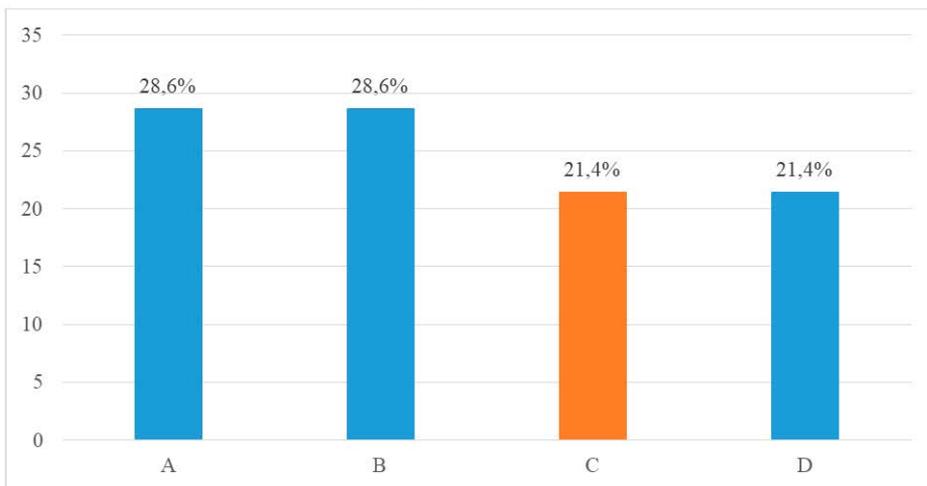


Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la segunda pregunta, no hay estudiantes que respondan Luna creciente (D). Solo se obtienen respuestas entre las tres alternativas restantes. De estas, un 28,6% de los estudiantes responden de forma correcta que los eclipses solares se producen cuando hay luna nueva (C), mientras que un 64,3% responde Luna llena (A) y únicamente un 7,1% responde Luna menguante (B).

Figura 5

Frecuencia porcentual de cada alternativa P3: “Al observar la Luna desde la Tierra, siempre vemos la misma cara. Esta observación significa que la Luna...”

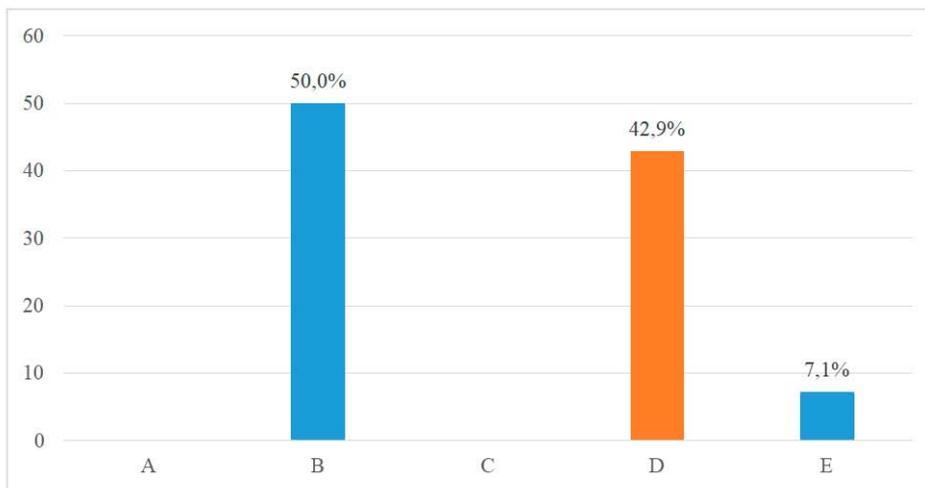


Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo con la tercera pregunta, un 21,4% responde de manera correcta, estableciendo una duración de un mes de la rotación de la Luna en su eje (C). Y en relación con las respuestas de concepciones alternativas de más a menos frecuente, se identifica que un 28,6% cree que la Luna gira en su eje una vez al día (B), otro 28,6% que la Luna no gira en sí misma (A) y un 21,4% que su rotación posee una duración de un año (D).

Figura 6

Frecuencia porcentual de cada alternativa P4: "La luna gira alrededor de la Tierra en..."



Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la pregunta 4 solo tres concepciones se presentan entre los participantes. Aquellas no elegidas corresponden a una hora (A) y una semana (C) de duración de la traslación alrededor de la Tierra. Y de las elegidas, la más reiterada con un 50,0% es la idea de que este movimiento dura un día (B), seguido de un 35,7% que responde de manera correcta que tiene una duración de un mes (D) y solo un 7,1% cree que la duración es de un año (E).

Los resultados obtenidos en el primer momento no difieren de aquellas observadas en otros estudios a fines. La concepción alternativa más frecuente entre los participantes por pregunta, ordenadas de acuerdo con el porcentaje de selección:

1. La Luna debe estar en fase llena al momento de ocurrir un eclipse solar (64,3%).
2. Las fases de la Luna son ocasionadas por el movimiento de esta dentro y afuera de la sombra del Sol (50,0%).
3. La Luna gira en su eje una vez al día (50,0%).
4. La Luna gira alrededor de la Tierra en un día o simplemente no gira alrededor de la Tierra (ambas con un 28,6%).

Comparando con los resultados expuestos en [Varela-Losada et al. \(2015\)](#), se comparten que la concepción más frecuente para explicar el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra y la causa de las fases de la Luna. Así mismo para explicar la ocurrencia de un eclipse solar, la idea de que la luna debe estar en fase llena que presentan alto porcentaje de frecuencia en ambos estudios. Y es precisamente esta última concepción la más recurrente en otros estudios ([Rabanales y Vanegas-Ortega, 2021](#); [Slater et al., 2018](#)).

Por otro lado, en relación con la concepción de que la Luna no gira en su eje, esta se presenta en de manera similar a lo presentado por Kanli (2015). Por lo que los resultados permiten reafirmar que estas concepciones aún se encuentran presentes en el contexto escolar y se deben encontrar estrategias para abordarlas.

3.2. Efectividad de intervención

Posterior a la implementación de la actividad, se evaluó nuevamente a los participantes para identificar cambios en las concepciones alternativas respecto al diagnóstico. Con ello se obtiene un cuadro comparativo entre las respuestas obtenidas el pre-test y post-test (ver Tabla 3).

Tabla 3

Porcentaje de respuestas correctas en Pre y Post Test por pregunta.

| Pregunta | Pre-Test | | Post-Test | |
|----------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| | Correctas | Incorrectas | Correctas | Incorrectas |
| P1 | 7,1 | 92,9 | 14,3 | 85,7 |
| P2 | 28,6 | 71,4 | 64,3 | 35,7 |
| P3 | 21,4 | 78,6 | 78,6 | 21,4 |
| P4 | 42,9 | 57,1 | 85,7 | 14,3 |

Fuente: Elaboración propia.

En una primera revisión, se obtiene un aumento de respuestas correctas en cada una de las preguntas. La mayor diferencia de porcentaje se observa en la pregunta 3 (57,2%), seguido por la pregunta 4 (42,8%), la cual obtiene el mayor porcentaje de respuestas correctas y se puede asociar de manera inmediata con la inclusión del conocimiento aymara para predecir las fases de la Luna. Mientras que, con menor aumento, se encuentra la pregunta 1 (7,2%), es decir, que aún se presentan dificultades para explicar cómo se producen las fases de la Luna.

Dado el tamaño de la muestra ($n < 50$), se aplica la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk al 95% de confianza, se obtiene un valor $p < 0,001$ que permite rechazar la hipótesis de que los datos tienen una distribución normal. Por lo que se utilizará la prueba no paramétrica de Wilcoxon para establecer la efectividad de la intervención. De esta prueba se obtiene un valor $p = 0,004$ a un 5% de significancia, es decir, que existe diferencia entre las medias del pre-test y post-test. Entonces, se obtienen efectos favorables de la intervención sobre el aprendizaje de las fases de la Luna.

Tabla 4

Porcentaje de respuestas correctas en Pre y Post Test general.

| Pre-Test | | Post-Test | |
|-----------|-------------|-----------|-------------|
| Correctas | Incorrectas | Correctas | Incorrectas |
| 25,0 | 75,0 | 60,7 | 39,3 |

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar cuán eficaz es la actividad en el cambio conceptual de los participantes, se utilizó el índice de ganancia de Hake. De este modo, se obtuvo un índice de $g = 0,468$. Es decir, la intervención generó una ganancia de nivel medio en el aprendizaje de las fases de la Luna en estudiantes de primero medio.

En relación con estos últimos resultados, no hay estudios que vinculen las variables analizadas en este trabajo de investigación con una intervención de astronomía intercultural que se puedan utilizar para comprar resultados.

Sin embargo, los resultados obtenidos responden a lo descrito en la teoría, puesto que, al incluir saberes no categorizados como científicos, analizar a partir de estos la evolución del conocimiento y como estos conocimientos también pueden ser incorporados para la comprensión de fenómenos, como el de las fases de la Luna en este caso, se permite la construcción del saber científico (Galperin, 2011) y el cambio conceptual (Mahmud y Gutiérrez, 2010).

4. Conclusión

Al obtener una ganancia media en el índice de Hake, se puede concluir que la propuesta basada en el modelo de cambio conceptual, ayuda al aprendizaje de las fases de la Luna en los estudiantes. De modo que se comprueba que los conocimientos desarrollados por pueblos originarios pueden ser incorporados dentro de las clases de ciencias, sin “entorpecer” el aprendizaje de conocimientos científicos que se establecen en el currículum nacional. Y se establece la importancia de incluir explicaciones y concepciones de otras culturas sobre objetos y fenómenos astronómicos como una solución a un currículum nacional centrado en la cultura occidental.

Además, se logró determinar que la mayoría de los estudiantes presentaban estas ideas previas, antes de un tratamiento del contenido, las cuales no difieren de aquellas observadas en otros estudios a fines. Aunque estas ideas previas pueden ser consideradas como dificultades para el aprendizaje, se prueba que no lo imposibilita en este caso. Tener conocimiento de las concepciones alternativas permite tomar medidas antes y durante la implementación de la actividad.

El diseño de una intervención que incluye el diálogo de saberes contempló principios del aprendizaje significativo desde el constructivismo, la estructura del modelo de cambio conceptual aplicada en este estudio y el reconocimiento de los saberes del pueblo aymara y su vinculación con los ciclos naturales como los de la Luna. Se obtiene como producto una actividad sobre las fases de la Luna, que permite conocer concepciones sobre la Luna y sus fases, además de utilizar un instrumento para predecir las fases de la Luna.

Considerando que la intervención es limitada en cuanto a tiempo, los resultados nos permiten afirmar que existe mucho potencial en la inclusión de los conocimientos de los pueblos originarios en relación con la astronomía, especialmente cuando se tiene en consideración los principios del aprendizaje significativo y el modelo de cambio conceptual en ciencias.

Este modelo para analizar las fases de la Luna y las concepciones que se presenta en la cultura aymara con respecto a los conocimientos científicos se encuentra validado por su propia implementación y los resultados obtenidos tanto en el índice de Hake y las pruebas estadísticas. Por lo que se vuelve en una alternativa para la inclusión de saberes ancestrales en otras áreas de conocimiento.

Referencias

- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Paidós.
- Bello, S. (2018) Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 13(3), 210-217. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2004.3.66178>.
- Camino, N., Nardi, R., Pedreros, R., García, E., y Castiblanco, O. (2016) Retos de la enseñanza de la Astronomía en Latinoamérica. *Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 7(1), 1-2. <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/article/view/10617/11610>.
- Carmona, A. (1994). Reflexiones sobre la enseñanza de la Astronomía en la ESO. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2(2), 404-409. <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/88172/141237>.
- Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte II). El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 388-402. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3904>.
- Galperin, D. (2011). *Propuestas Didácticas para la enseñanza de la astronomía. Ciencias Naturales. Líneas de acción didáctica y perspectivas epistemológicas*. Noveduc.
- Gangui, A. (2007). Los científicos y la alfabetización en astronomía. *Anales de la Asociación Física Argentina*, 18(1), 24-27. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/20810>.
- Hake, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74. <http://dx.doi.org/10.1119/1.18809>.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación (5ª edición)*. McGraw Hill.
- Iglesias, M., Quinteros, C., y Gangui, A. (2007). Astronomía en la escuela: situación actual y perspectivas futuras. *Actas de la XV Reunión Nacional de Educación en la Física*, 68-80.
- Kanlı, U. (2015). Using a Two-Tier Test to Analyze Students' and Teachers' Alternative Concepts in Astronomy. *Science Education International*, 26(2), 148-165.
- López, A. (2011). La etnoastronomía como campo académico: esbozo de un programa sudamericano. Instituto de Ciencias Antropológicas, Universidad de Buenos Aires y CONICET, Argentina.
- Mahmud, M., y Gutiérrez, O. (2010). Estrategia de Enseñanza Basada en el Cambio Conceptual para la Transformación de Ideas Previas en el Aprendizaje de las Ciencias. *Formación universitaria*, 3(1), 11-20. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062010000100003>.
- Mondaca, C., y Bustos, R. (2020). La importancia de la construcción de la memoria histórica aymara en estudiantes de educación primaria desde un enfoque curricular intercultural bilingüe crítico en el norte de Chile. *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 28(157). <https://doi.org/10.14507/epaa.28.4731>.
- Peréz, M., y Argueta, A. (2011). Saberes indígenas y diálogo intercultural. *Cultura y representaciones sociales*, 5(10), 31-56. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-81102011000100002.
- Rabanales, F., y Vanegas-Ortega, C. (2021). Concepciones alternativas sobre astronomía en estudiantes de educación básica y media de la Región Metropolitana de Chile. *Estudios Pedagógicos*, 47(2), 247-268. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07052021000200247&lng=es&nrm=iso.

- Rapimán, D. (2019). Intervención educativa intercultural para un diálogo de saberes indígena y escolar. *Educación Em Revista*, 35(76), 219–237. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.63000>.
- Rivera, A., Galdós, S., y Espinoza, E. (2020). Educación intercultural y aprendizaje significativo: un reto para la educación básica en el Ecuador. *Conrado*, 16(75), 390-396. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442020000400390.
- Rother, T. (2005). Conflicto Intercultural y Educación en Chile: Desafíos y Problemas de la Educación Intercultural Bilingüe (EIB) para el Pueblo Mapuche. *Revista Austral de Ciencias Sociales*, 9, 71-84. <http://revistas.uach.cl/pdf/racs/n9/art07.pdf>.
- Ruiz, P. (2018). Los espacios y la frecuencia de contacto con la diversidad cultural como factores de desarrollo de la sensibilidad intercultural. *Aposta. Revista de Ciencias Sociales*, (76), 187-213. <https://www.redalyc.org/journal/4959/495956745008/html/>.
- Slater, E., Morris, J., y McKinnon, D. (2018). Astronomy alternative conceptions in preadolescent students in Western Australia. *International Journal of Science Education*, 40(17), 2158-2180. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09500693.2018.1522014>.
- Tomayo, O. (2002). De las concepciones alternativas al cambio conceptual en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Plumilla Educativa*, 2(1), 57-65. <https://doi.org/10.30554/plumillaedu.2.661.2002>.
- Viera, T. (2003). El aprendizaje verbal significativo de Ausubel. Algunas consideraciones desde el enfoque histórico cultural. *Universidades*, (26), 37-43. <https://www.redalyc.org/pdf/373/37302605.pdf>.
- Varela-Losada, M., Pérez-Rodríguez, U., Álvarez-Lires, M., y Arias-Correa, A. (2015). Concepciones alternativas sobre Astronomía de profesorado español en formación. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21, 799-816. <https://doi.org/10.1590/1516-731320150040002>.
- Vygotsky, L. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Paidós.
- Walsh, C. (2010). Interculturalidad crítica y educación intercultural. *Construyendo interculturalidad crítica*, 75-96.



Este trabajo está sujeto a una licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional Creative Commons (CC BY 4.0).

Anexo 1

Cuestionario de concepciones alternativas

1. ¿Qué causa las fases de la Luna?

- a. Algo pasa por delante de la Luna
- b. La Luna se mueve dentro y fuera de la sombra de la Tierra
- c. La Luna se mueve dentro y fuera de la sombra del Sol
- d. El otro lado de la Luna siempre está oscuro y es el que vemos.
- e. Ninguna de las anteriores.

2. ¿Cuántas veces está el Sol al medio día directamente sobre tu cabeza en Pontevedra?

- a. Todos los días
- b. Sólo en el verano
- c. Sólo la semana del solsticio de verano
- d. Sólo un día al año
- e. Nunca

3. Para que ocurra un eclipse total de Sol, ¿en qué fase debe estar la Luna?

- a. luna llena
- b. luna menguante
- c. luna nueva
- d. luna creciente

4. La Tierra ejerce una fuerza gravitatoria sobre la Luna. Pero y la Luna ¿ejerce una fuerza gravitacional sobre la Tierra?

- a. Sí, pero menor
- b. Sí, igual
- c. Sí, pero mayor
- d. No, la Luna no tiene gravedad

5. Al observar la Luna desde la Tierra, siempre vemos la misma cara. Esta observación significa que la Luna...

- a. no gira sobre su eje
- b. gira sobre su eje una vez al día
- c. gira sobre su eje una vez al mes
- d. gira sobre su eje una vez al año

6. ¿Qué causa el día y la noche?

- a. La Tierra gira sobre su eje
- b. La Tierra se mueve alrededor del Sol
- c. Las nubes bloquean la luz del Sol
- d. El Sol gira alrededor de la Tierra
- e. La Tierra se mueve dentro y fuera de la sombra del Sol

7. La Luna gira alrededor de la Tierra en...

- a. una hora
- b. un día
- c. una semana
- d. un mes
- e. un año

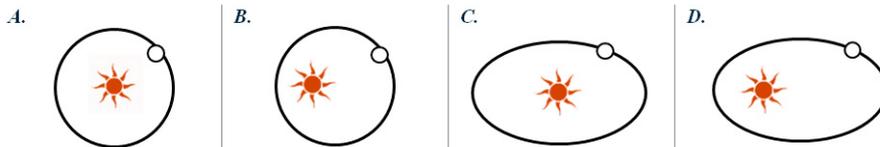
8. De acuerdo con las ideas y observaciones actuales, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

- a. La Tierra es el centro del universo
- b. El Sol es el centro del universo
- c. La Vía Láctea es el centro del universo
- d. El universo no tiene centro

9. Las diferentes estaciones que experimentamos todos los años se deben a...

- a. La distancia que varía entre el Sol y la Tierra
- b. Las distancias que varían entre el Sol, la Tierra y la Luna
- c. La inclinación del eje de la Tierra que gira alrededor del Sol
- d. Diversos grados de contaminación atmosférica que diluyen los rayos del Sol
- e. La variedad de climas que existen en la Tierra.

10. ¿Cuál de los siguientes cuatro diagramas describe con mayor precisión la forma de la órbita de la Tierra alrededor del Sol?



Cuestionario de concepciones alternativas (Valera-Losada et al, 2015)