Aportes para el análisis
Evaluación formativa en línea

Área ciencias naturales

Agosto 2021

ANEP | CONSEJO DIRECTIVO CENTRAL | DIRECCIÓN EJECUTIVA DE POLÍTICAS EDUCATIVAS | DIRECCIÓN SECTORIAL DE PLANIFICACIÓN EDUCATIVA

Aportes para el análisis
Evaluación formativa en línea

Área ciencias naturales

Agosto 2021

REDACTORES RESPONSABLES
Marcela Armúa, Fernanda Lumaca, Jesús Méndez y Andrea Ortega.

ANEP
CONSEJO DIRECTIVO CENTRAL
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE POLÍTICAS EDUCATIVAS
DIRECCIÓN SECTORIAL DE PLANIFICACIÓN EDUCATIVA
División de Investigación, Evaluación y Estadística
Departamento de Evaluación de Aprendizajes

Contenido

1. Introducción 7

2. La evaluación formativa en ciencias naturales 2021 9

3. La astronomía como foco de las evaluaciones formativas 11
3.1. Una ciencia en permanente transformación 11
3.2. Una ciencia en relación con múltiples disciplinas 12
3.3. Una ciencia presente en el currículum de Uruguay 12
3.3.1. Breve recorrido histórico 12
3.3.2. La astronomía en los documentos curriculares de educación primaria hoy 13

4. Las evaluaciones formativas de ciencias naturales para 2021. Una propuesta con múltiples recorridos 15
4.1. El macroconcepto *Sistemas de la Tierra y el Espacio* y su relación con las actividades diseñadas 15
4.1.1. El concepto organizador *Sistema Sol-Tierra-Luna* 15
4.1.2. El concepto organizador *Universo* 15
4.2. La importancia de las Ideas previas en astronomía y su relación con las actividades de la prueba 15
4.3. Posibles recorridos formativos de la prueba de ciencias naturales 2021 y análisis de actividades 17
4.3.1. Recorrido 1: Luz y materia 17
4.3.2. Recorrido 2: Orientación y movimiento del Sol 21
4.3.3. Recorrido 3: Interacción Sol-Tierra-Luna 23
4.3.4. Recorrido 4: Naturaleza de la ciencia. Modelos de representación 26

5. A modo de cierre 29

6. Referencias bibliográficas 30

1. Introducción

La propuesta formativa 2021 mantiene dos características importantes del ciclo anterior: la misma estructura y los documentos de aportes asociados a la prueba. En cuanto a la estructura, presenta cuatro módulos de pruebas: lectura, matemática, ciencias naturales y multiárea, con 10 actividades cada uno. Los documentos que acompañan las pruebas tienen como propósito aportar elementos para optimizar las instancias de retroalimentación.

Como novedad para este ciclo se incorporaron en la plataforma SEA dos nuevos formatos de ítem: de selección múltiple y de completar espacios. Los ítems de selección múltiple habilitan al estudiante a elegir más de una alternativa. Estas propuestas, al igual que los ítems de múltiple opción con una única respuesta correcta entre las alternativas, se corrigen automáticamente en la plataforma a partir de una rúbrica precargada que adjudica los créditos. El nuevo formato de completar espacios permite pautar la respuesta del niño cuando implica, por ejemplo, seleccionar una alternativa y justificarla o responder sí o no y argumentar su elección. Este formato, al igual que el de ítems abiertos de desarrollo, es acompañado de una rúbrica que permite a los docentes corregir las respuestas de sus estudiantes de una manera ágil y práctica. Por lo tanto, este ciclo 2021 contará con ítems de cuatro formatos diferentes.

Se entiende que cuatro módulos cortos, de 10 actividades cada uno, fortalecen el carácter formativo de la evaluación al favorecer instancias de retroalimentación inmediatas a la aplicación. Esto supone al menos tres ventajas: el esfuerzo por generar las condiciones de aplicación (dispositivos y conectividad para cada estudiante) se aprovecha para la devolución inmediata; el estudiante recibe una devolución sobre lo que acaba de hacer, esta inmediatez habilita procesos metacognitivos liderados por el docente; y el docente optimiza los tiempos dedicados a observar las respuestas de los estudiantes frente a cada actividad al mismo tiempo que puede proponer estrategias de debate grupal u otras situadas en su contexto. Por otra parte, las actividades seleccionadas para la prueba entre los equipos técnicos de evaluación, los supervisores y los formadores, dan cuenta de una focalización temática.

Finalmente, vale recordar que todas las actividades propuestas están alineadas al Programa de Educación Inicial y Primaria y al Documento Base de Análisis Curricular (DBAC). Asimismo, estas pruebas no están diseñadas para informar sobre cuánto saben los estudiantes de un grado en particular sobre un área determinada, sino que apuntan a generar reflexiones sobre las prácticas de enseñanza y habilitar el acontecimiento de intervenciones pedagógicas oportunas en los centros escolares. Es el docente o el colectivo docente quienes deciden qué estrategias didácticas ponen en juego a partir de las propuestas de las pruebas y de las especificaciones de los documentos asociados de cada módulo.

2. La evaluación formativa en ciencias naturales 2021

El diseño de la evaluación formativa 2021 de ciencias naturales con énfasis en astronomía propone actividades con una doble finalidad: formativa y diagnóstica. A su vez, significa un punto de partida para el abordaje en el aula de otras dimensiones relacionadas con las ciencias naturales en general y este año, con la astronomía en particular, desde una perspectiva interdisciplinar, en relación con la propuesta curricular de la educación primaria en el Uruguay.

La organización de la prueba presenta un ordenamiento y distribución de las actividades para cada grado, como se evidencia en la Tabla 1, con ítems exclusivos para determinados grados, otros comunes a más de uno de ellos y algunos transversales, es decir que están presentes de tercero a sexto. Sin perjuicio de esta organización, este documento de aportes promueve que los docentes adapten y recreen el uso de las actividades de la prueba de acuerdo a los criterios considerados más convenientes para su realidad y propósito, y en relación con este punto, incluimos al final del documento, posibles recorridos formativos para incorporar en el aula.

Tabla 1 Distribución de las actividades por grado

3.º	4.º	5.º	6.º
CIE 2058 **Parque de diversiones** **STE**	CIE 2065 **Rumbo a Colonia** **STE**	CIE 2065 **Rumbo a Colonia** **STE**	CIE 2065 **Rumbo a Colonia** **STE**
CIE 2094 **Movimiento aparente del Sol** **STE -** Abierta	CIE 2094 **Movimiento aparente del Sol** **STE -** Abierta	CIE 2070 **El Sol visto desde la Tierra** **STE -** Abierta	CIE 2070 **El Sol visto desde la Tierra** **STE -** Abierta
CIE 2091 **Tiempo y luz solar** **NdeC**	CIE 2091 **Tiempo y luz solar** **NdeC**	CIE 2091 **Tiempo y luz solar** **NdeC**	CIE 2091 **Tiempo y luz solar** **NdeC**
CIE 2056 **El planeta Tierra** **STE**	CIE 2064 **Modelos de representación** **STE**	CIE 2071 **Eclipse lunar** **STE**	CIE 2081 **Eje de rotación hipótesis** **STE**
CIE 2060 **Cuerpo y luces** **SFQ**	CIE 2068 **Whang Zhenyi y el experimento sobre eclipses** **SFQ**	CIE 2068 **Whang Zhenyi y el experimento sobre eclipses** **SFQ**	CIE 2077 **Telescopio y luz** **SFQ**
CIE 2059 **Sombra de un atardecer de invierno** **STE**	CIE 2066 **Satélites** **STE**	CIE 2072 **Fases de la Luna** **STE**	CIE 998 **Mirando estrellas y planetas** **STE**
CIE 2057 **La rotación de la Tierra** **STE**	CIE 2057 **La rotación de la Tierra** **STE**	CIE 2057 **La rotación de la Tierra** **STE**	CIE 2057 **La rotación de la Tierra** **STE**

CIE 2062 **Diferencias de temperatura gráfica de barras** **NdeC**	CIE 2062 **Diferencias de temperatura gráfica de barras** **NdeC**	CIE 2074 **Diferencias de temperatura_gráfica** **NdeC**	CIE 2074 **Diferencias de temperatura_gráfica** **NdeC**
CIE 2063 **Instrumentos de observación** **NdeC**	CIE 2069 **Distancia media al Sol** **NdeC**	CIE 2075 **Información en el calendario** **NdeC**	CIE 2078 **Representación de las distancias del Sistema solar** **NdeC**
	CIE 2067 **Peso y masa en la Tierra y en la Luna** **SFQ**	CIE 2067 **Peso y masa en la Tierra y en la Luna** **SFQ**	CIE 2067 **Peso y masa en la Tierra y en la Luna** **SFQ**

Nota. Sistemas de la Tierra y el Espacio (STE); Sistemas físico-químicos (SFQ); Naturaleza de las Ciencias (NdeC).

Estas páginas invitan a preguntarse por qué la astronomía es foco de las evaluaciones para educación primaria en un año tan particular, en circunstancias de educación virtual y presencial debido a la situación de emergencia sanitaria en el marco de la pandemia causada por la COVID-19. Es oportuno mencionar este aspecto, que durante 2020 y 2021 ha dado lugar a múltiples reconfiguraciones de la organización de los espacios educativos, las prácticas de enseñanza, y las formas de aprender de los estudiantes. Este contexto convoca a preguntarse cuál ha sido el lugar de las ciencias naturales en una escuela dinámica y en permanente adecuación. Y a partir de esta interrogante inicial, ¿por qué aún en este contexto es oportuno proponer actividades vinculadas al conocimiento de los *sistemas de la Tierra y el Espacio*?

Solo a modo de introducción, puede argumentarse que la astronomía es una disciplina democrática, pues la gran mayoría de las personas pueden contemplar y asombrarse con el cielo, las estrellas, la Luna, el Sol, los cometas, sin la necesidad de un laboratorio para ver estos astros o los acontecimientos astronómicos. El eclipse parcial de Sol del mes de diciembre de 2020[1] ha sido un ejemplo de ello. Desde esta perspectiva, implica el abordaje de una ciencia que tiene múltiples puntos de contacto con la vida cotidiana de los seres humanos, su relación con el ambiente y otros seres vivos, y las dimensiones sociales y culturales que atraviesan nuestras formas de ser y estar en el mundo.

1 Cobertura del eclipse solar en América del Sur

3. La astronomía como foco de las evaluaciones formativas

3.1. Una ciencia en permanente transformación

En relación con lo mencionado anteriormente, la astronomía es una ciencia que ubica a los seres humanos en el espacio en sentido amplio, ya sea en su entorno más próximo y cotidiano, en su planeta, en el *Sistema Solar*, así como también en el espacio más lejano, tanto en la inmensidad de la *Vía Láctea* o en lo inconmensurable del *Universo.*

Observar el cielo a simple vista es a menudo fuente de preguntas inabarcables que han acompañado a la humanidad desde siempre: ¿de dónde venimos?, ¿hacia dónde vamos?, ¿cuál es nuestro lugar en el espacio, en el universo?, ¿cómo fue el origen de todo?

A partir de la observación, el ser humano logró describir el movimiento de los planetas, conocer mecanismos que regulan ese movimiento, enunciar la Ley de la Gravitación Universal para comprender por qué se mantienen unidos todos los cuerpos en el espacio, explicar por qué suceden los eclipses, o describir diversos modelos que han explicado las interacciones del Sistema Solar a lo largo de la historia.

Al igual que otras ciencias la astronomía aplica metodologías científicas, es decir, los científicos observan, registran, se plantean problemas, elaboran conclusiones, brindan explicaciones, comunican hallazgos. Algunas de las investigaciones más relevantes han tenido lugar gracias a la observación del movimiento de los astros, el fenómeno de las estaciones, o la sucesión del día y la noche, y a su vez, muchos hallazgos tienen repercusión en la vida cotidiana.

En este sentido, la escuela es un lugar ideal para desarrollar la astronomía permitiendo observar, registrar y explicar fenómenos cotidianos y dando lugar al planteo de nuevos problemas e interrogantes.

Por otra parte, y en relación con el abordaje de las temáticas en el aula presencial o virtual, el cine, los medios de comunicación y las redes sociales acercan una gran diversidad de escenas del mundo de la astronomía. Con frecuencia esta información puede presentarse compactada, concreta y fragmentada sobre descubrimientos, lanzamientos de sondas espaciales, o descenso de instrumentos creados por el hombre sobre los planetas. En otras oportunidades, la tecnología permite seguir minuto a minuto los acontecimientos vinculados con los avances en el campo astronómico, como lo fue en febrero de 2021 con el *Perseverance.* La Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio (NASA por su sigla en inglés) cuenta con información actualizada en español disponible en su sitio web[2]. Este acceso a la diversidad de información puede significar el punto de partida para problematizar las dimensiones históricas, políticas, culturales y sociales del conocimiento científico.

2 https://www.lanasa.net/

3.2. Una ciencia en relación con múltiples disciplinas

A su vez, la astronomía es una ciencia que incluye diversas disciplinas, por ejemplo: la *astrofísica,* que estudia los aspectos referidos a las características de las estrellas, la *cosmología,* abordando aspectos referidos al Universo, la *astronomía de posición*, que refiere al cielo y los fenómenos que percibimos en él, la *planetología comparada*, en relación con el estudio de los planetas, su formación y desarrollo, entre otras.

En este sentido, tanto en su dimensión descriptiva como explicativa, existen vínculos permanentes entre la astronomía y otras ciencias como la física o la química y estas relaciones están presentes tanto en el Programa de Educación Inicial y Primaria (PEIP) de Uruguay, así como en el DBAC, y se recrean en las evaluaciones formativas de ciencias naturales para 2021.

Es pertinente destacar que la relación de la astronomía con la física incluye la interpretación de varios fenómenos astronómicos que dependen de conocimientos de esta disciplina. A su vez, la astronomía posibilita ampliar conocimientos sobre la física debido a que algunas regiones del universo presentan condiciones extremas que no pueden ser obtenidas en laboratorios en la Tierra, posibilitando su estudio.

Como es sabido, la astronomía es una ciencia principalmente observacional. El conocimiento de las características y propiedades físicas de los astros y del universo se realiza, principalmente, mediante el estudio de la luz emitida y que llega a la Tierra. La rama de la astronomía que se dedica a estudiar la luz es la astrofísica. Generalmente, en astronomía, cuando se vinculan las temáticas luz y materia se asocia al estudio de las estrellas, pero también es posible relacionarlo directamente con la física, lo cual abre puertas para trabajar estos aspectos desde dos puntos de vista. Por un lado, las estrellas emiten luz, radiación electromagnética, pero por otro lado también es materia, es gas y polvo. A la luz se la considera, desde el punto de vista físico, como una onda o una partícula.

3.3. Una ciencia presente en el currículum de Uruguay

3.3.1. Breve recorrido histórico

La astronomía como ciencia tiene una rica historia por estas latitudes, que resulta interesante a la hora de recuperar aspectos vinculados a la historia de la ciencia y su vínculo con el desarrollo de la investigación en Uruguay. En 1708, el naturalista francés Louis Feuillée realizó observaciones y midió por primera vez la latitud de Montevideo y la altura de su cerro. Posteriormente, en 1789 una expedición científica instaló el primer observatorio astronómico provisorio en nuestra capital, para observar el pasaje de Mercurio por delante del disco solar, en ese año. Más adelante, su desarrollo estuvo ligado a la necesidad de estudios y previsiones meteorológicas, en relación con la producción agropecuaria y bajo el supuesto de generar conocimiento práctico. Mientras tanto, otras corrientes de pensamiento reivindicaban la esencia no utilitaria y etérea de la astronomía. (Pintos y Fernández, 2008).

En Uruguay la astronomía tiene presencia en el currículum desde hace más de cien años, a partir de su inclusión en la Educación Media. La historia de su enseñanza ha tenido multiplicidad de avances, retrocesos, modificaciones en el currículum, producto de diferentes decisiones en el ámbito educativo uruguayo. Los primeros programas, cursos y textos de cosmografía hicieron énfasis en la astronomía de

posición y la medida del tiempo, enfocados a la formación de agrimensores, ingenieros y oficiales navales. Hacia 1957, Pochintesta propone cambiar el nombre de cosmografía por el de astronomía, y plantea la tensión entre la curiosidad que despierta favoreciendo la literatura de pseudociencia y la necesidad de una metodología rigurosa, así como los excesivos tecnicismos con los cuales se la enseña. (como se citó en Pintos y Fernández, 2008, p.13).

Otros hitos importantes ligados a la construcción del conocimiento astronómico fueron la instalación de observatorios, la adquisición de telescopios y la fundación del Planetario de Montevideo.

3.3.2. La astronomía en los documentos curriculares de educación primaria hoy

La propuesta de evaluación formativa de ciencias naturales para educación primaria durante 2021 presenta relación con los principales documentos curriculares vigentes para el sistema educativo uruguayo. En relación con el ámbito en el que se aplican estas pruebas, estos documentos son el Marco Curricular de Referencia Nacional (MCRN), el DBAC y el PEIP.

En referencia al MCRN, las actividades de prueba se relacionan con los siguientes perfiles de tramo para tercer año de educación primaria:

- Indaga y observa fenómenos de su entorno próximo.
- Integra conocimientos básicos, incluyendo los tecnológicos.
- Indaga y elabora ideas y soluciones a los problemas en forma creativa, en situaciones cotidianas y utilizando diferentes lenguajes.

Para sexto año, el vínculo con las pruebas formativas se establece a partir de los siguientes perfiles de tramo:

- Diseña, construye y resuelve problemas con los conocimientos integrados y las tecnologías disponibles.
- Construye argumentos y analiza la pertinencia de los resultados y relaciones que le permiten actuar y pensar creativamente.
- Investiga a través de la observación y la experimentación los fenómenos de la naturaleza y acontecimientos sociales y reflexiona sobre ellos.

De acuerdo con el DBAC, los perfiles de egreso de educación primaria contemplados en la evaluación formativa de ciencias naturales son los siguientes:

Tercer año

- Identificar algunas de las radiaciones solares y las vincula con sus efectos.
- Relacionar la ocurrencia del día y la noche con el movimiento de rotación de la Tierra.
- Comparar la duración de los períodos iluminados y las diferencias térmicas diarias en las diferentes estaciones.
- Relacionar las características de las sombras con la altura del Sol a lo largo del año.
- Reconocer los modelos sencillos que representan las interacciones en el sistema Sol-Tierra.
- Identificar y comparar los elementos del tiempo atmosférico y relacionarlo con las estaciones

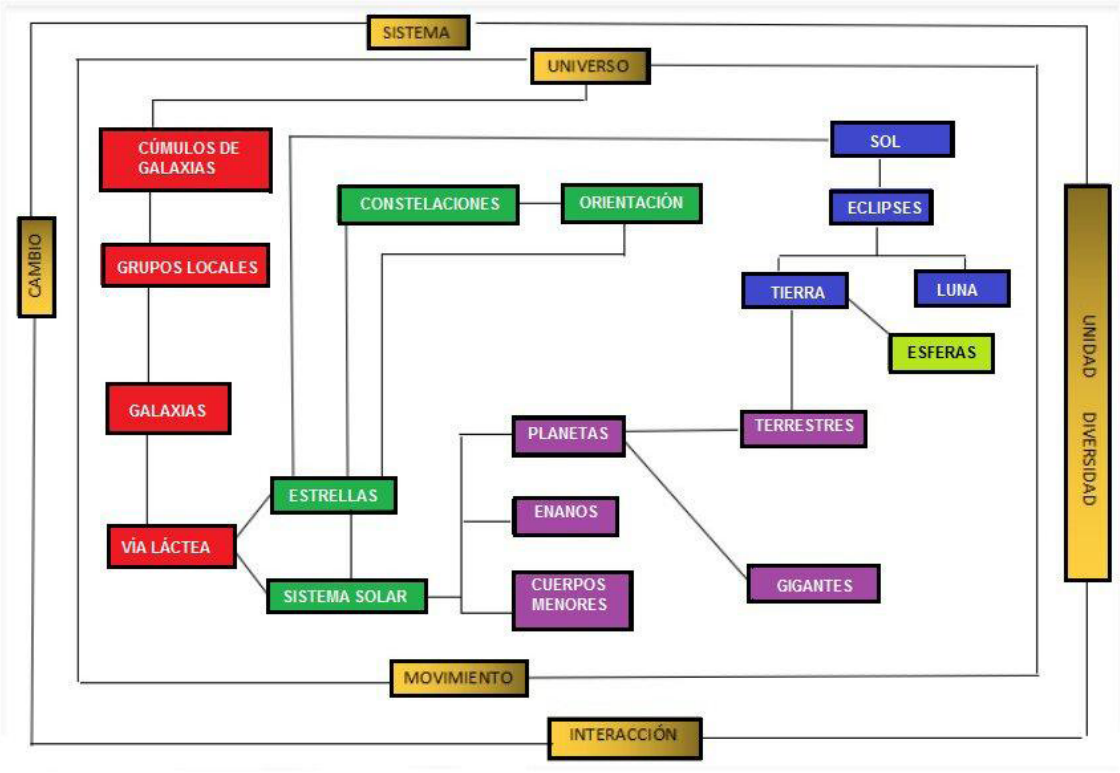
Sexto año

- Vincular las radiaciones provenientes del Sol con los usos que se hacen de ellas.
- Relacionar la inclinación del eje terrestre y la traslación con las estaciones.

- Explicar los fenómenos determinados por las interacciones en el sistema Sol-Tierra-Luna.
- Interpretar los diferentes modelos para representar el sistema Sol-Tierra-Luna y el solar
- Reflexionar sobre la actividad científica como producción humana, histórica e ideológica.
- Identificar las condiciones que caracterizan el tiempo atmosférico y relacionarlas con la diversidad climática.

Por último, el PEIP presenta una organización por grados y áreas del conocimiento, siendo la astronomía una de las disciplinas que integran el área *Conocimiento de la Naturaleza*. En la red conceptual del documento curricular (Figura 1) se presentan diferentes conceptos organizadores seleccionados para las pruebas formativas 2021.

Figura 1 Red conceptual de astronomía



Nota. Adaptado de PEIP, 2008, p.132.

4. Las evaluaciones formativas de ciencias naturales para 2021. Una propuesta con múltiples recorridos

4.1. El macroconcepto *Sistemas de la Tierra y el Espacio* y su relación con las actividades diseñadas

Teniendo en cuenta las dimensiones curriculares explicitadas en el apartado anterior, las evaluaciones de ciencias naturales disponibles en la plataforma del Sistema de Evaluación de Aprendizajes (SEA) para 2021 se focalizan en el macroconcepto *Sistemas de la Tierra y el Espacio*, que incluye dos conceptos organizadores: *Sistema Sol-Tierra-Luna y Universo.*

4.1.1. El concepto organizador *Sistema Sol-Tierra-Luna*

En relación con este concepto organizador se incluyen actividades de evaluación que hacen referencia a los temas astronómicos más cotidianos. Por ejemplo, aquellos referidos al movimiento aparente del Sol y sus consecuencias, los movimientos de la Tierra, de la Luna y sus interacciones con el planeta, los procesos vinculados a la radiación solar y sus variaciones. Todos estos temas tienen relación directa con la vida cotidiana, por ejemplo, los cambios de temperatura, el impacto en las rutinas de los seres humanos, así como también las adaptaciones de otros seres vivos al ambiente en el que viven. A propósito del satélite natural de la Tierra, son múltiples las dimensiones que desde tiempos remotos han interrogado a la humanidad. Algunas actividades proponen el abordaje de las fases lunares y los eclipses.

4.1.2. El concepto organizador *Universo*

Este concepto organizador comprende temas vinculados al origen del sistema solar, la evolución de la concepción del sistema solar y sus interacciones, sus integrantes, las características de los planetas, de los satélites y de los planetas enanos.

En esta dimensión se incluyen actividades que abarcan cuerpos y procesos distantes y de difícil observación, de mayor abstracción, que requieren un abordaje en el que se utilicen instrumentos de observación específicos: imágenes obtenidas por medios artificiales, ya sea telescópicas o de sondas espaciales. Es un concepto organizador que permite abordar también el componente histórico y tecnológico en relación con la permanente inquietud de los hombres por comprender los límites del Universo.

4.2. La importancia de las ideas previas en astronomía y su relación con las actividades de la prueba

Un aspecto relevante y complejo en el tratamiento escolar de la astronomía son las ideas previas que tienen los niños al llegar a la escuela. Parte de esta complejidad se hace explícita en la literatura sobre el tema, encontrando en la bibliografía distintos términos para denominarlas, como conocimientos previos, concepciones espontáneas, concepciones alternativas, preconceptos, concepciones erróneas. (Martín, 2000)

Existen dos dimensiones que resultan relevantes a la hora de comprender la naturaleza de las ideas previas y desarrollar prácticas de enseñanza que las incluyan: las características y el origen de esas ideas.

Las ideas previas son creencias o conceptos, construcciones personales que intentan explicar el mundo que los rodea y dentro de esa realidad los fenómenos naturales que ocurren. Esas ideas tienen un cierto orden, una organización específica, son efectivas para que quienes las sostienen puedan explicar los fenómenos. No nacen con los niños sino que se desarrollan durante su interacción con las personas que los rodean. Son representaciones que se construyen al observar y experimentar el mundo, pudiendo ser individuales (hay un sinfín de explicaciones para los fenómenos naturales) pero también colectivas (elaboradas por comunidades para explicar la realidad).

El análisis de las explicaciones propias de los alumnos, referidas al mundo que los rodea y sus ideas para interpretar los fenómenos de la naturaleza, ha sido objeto de debate para el campo de la didáctica de las ciencias. Fundamentalmente a partir de la década de los 80, la implicancia de la psicología del aprendizaje y la epistemología sobre la enseñanza de las ciencias, marcan tendencia al investigar sobre la construcción de los conceptos científicos de los alumnos, a partir del conocimiento que ya poseen.

Algunas ideas previas de los niños relacionadas con la astronomía son: '*el Sol tiene fuego*', '*el Sol tiene lava*', '*la Tierra está más cerca del Sol*', '*la Luna es más grande cuando sale*', '*la Tierra está quieta, el cielo se mueve*', '*la Luna sale*', '*el Sol se pone*'.

Con respecto a la visión del sistema Sol-Tierra-Luna que tienen los alumnos y alumnos de primaria, Martín del Pozo (2013) en una investigación realizada en varias instituciones de la Comunidad de Madrid, recopila estas ideas y señala que se pueden agrupar en tres niveles de mayor a menor complejidad. En el primer nivel este sistema es explicado desde un punto de vista subjetivo, a partir de lo que perciben directamente con los sentidos. No tienen en cuenta los movimientos y las referencias espaciales son prácticamente inexistentes. En el segundo nivel se agrupan las explicaciones que hacen referencia a aspectos o causas dinámicas, pero sin considerar las consecuencias e implicancias de los movimientos involucrados en los fenómenos. Por último, se ubican las explicaciones que tienen en cuenta los fenómenos desde un punto de vista espacial, objetivo y dinámico, que muestran un grado mayor de comprensión, pero no suficiente, de las relaciones entre los cuerpos.

El diseño de las actividades de la evaluación formativa en ciencias parte de interpelar la concepción aceptada por años de que las ideas previas de los alumnos evidencian errores que necesitan ser suprimidos o sustituidos por los conocimientos científicos. A estos modelos del cambio conceptual Martín Ortega (2000) los denomina "modelos fríos". En cambio, se entiende el cambio conceptual desde los "modelos experienciales" como:

(...) un proceso en el que se va produciendo una progresiva reestructuración de los conceptos y de sus relaciones [ya que] las representaciones de los alumnos no se transforman en un proceso de todo o nada -desde el estado en que las identificamos al comienzo de un tema hasta el estado en el que nos las encontramos al evaluarlas al final de este- sino que irán modificándose poco a poco, hasta llegar a una nueva reorganización, que, por otra parte, será solo un nuevo paso en un proceso lento de construcción de conocimientos. (Martín, 2000, p. 33).

En virtud de ello, las ideas previas se convierten en una fuente privilegiada de información y adquieren relevancia desde su funcionalidad en determinados contextos. Se conciben como "el paso en el que se encuentra el alumno en la construcción de nuevos saberes" (Martín, 2000, p. 34).

Este enfoque de las ideas previas de los alumnos no solo considera relevante que el docente las conozca para realizar modificaciones en su planificación, sino que considera que lo importante es favorecer que los alumnos vayan tomando conciencia de las modificaciones que se van produciendo en su forma de comprender los conocimientos a lo largo del aprendizaje.

Lo que busca esta perspectiva del cambio conceptual es "ayudar a los estudiantes a realizar una diferenciación progresiva con respecto a las nuevas teorías científicas que les permita integrarlas en su estructura cognitiva subordinadas conceptualmente a los conocimientos disciplinares del correspondiente dominio de conocimiento" (Martín, 2000, p. 34).

En este sentido, Porta (2007) plantea que "no se trata de cambiar una idea por otra, sino que la idea tenga versiones, mucho más amplias, donde se hayan incorporado nuevos elementos sin necesidad de romper los anteriores" (p. 147). También supone entender la evaluación como un proceso continuo, parte de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, que favorezca en los estudiantes la metacognición y la autorregulación de su aprendizaje (Martín, 2000).

4.3. Posibles recorridos formativos de la prueba de ciencias naturales 2021 y análisis de actividades

El propósito de los recorridos formativos es promover un análisis de la evaluación formativa de ciencias naturales a través de diversos hilos conductores, agrupando temas similares presentes entre los ítems que conforman la prueba. En cada recorrido se incluyen un conjunto de ítems y se profundiza en dos de ellos para promover la posterior interpretación por parte de cada colectivo docente. Se invita de este modo a recrear el ordenamiento inicial de las actividades propuestas para cada grado, y tender puentes entre actividades que pertenecen a grados distintos, contemplando de esta forma diversas modalidades de hacer escuela y formatos pedagógicos implementados en las instituciones educativas.

Los recorridos formativos propuestos se conciben en torno a cuatro ejes temáticos: luz y materia, orientación y movimiento aparente del Sol, interacciones del Sistema Sol-Tierra-Luna y modelos de representación en el marco de la Naturaleza de la Ciencia. A continuación se presentan estos recorridos a modo de ejemplo, incluyendo aportes teóricos y conceptuales en relación con las actividades de la prueba.

4.3.1. Recorrido 1: Luz y materia

Las temáticas relacionadas con la luz se abordan en el PEIP a lo largo de toda la escolaridad. En este documento se afirma que "ya que desde Inicial se trabaja la relación de la luz y los cuerpos, para consolidar conceptos tan complejos como eclipses solares y lunares en relación con el ángulo de incidencia de la luz (ANEP-CEIP, 2008, p.398).

Asimismo, pueden vincularse con varios perfiles del DBAC. En tercer año se presenta el perfil: *Observar, comparar y diferenciar sombras producidas por distintos cuerpos*. Mientras que para sexto año se propone: *Identificar los fenómenos de reflexión, refracción y absorción de la luz visible* y *Observar y caracterizar imágenes producidas por espejos y lentes.*

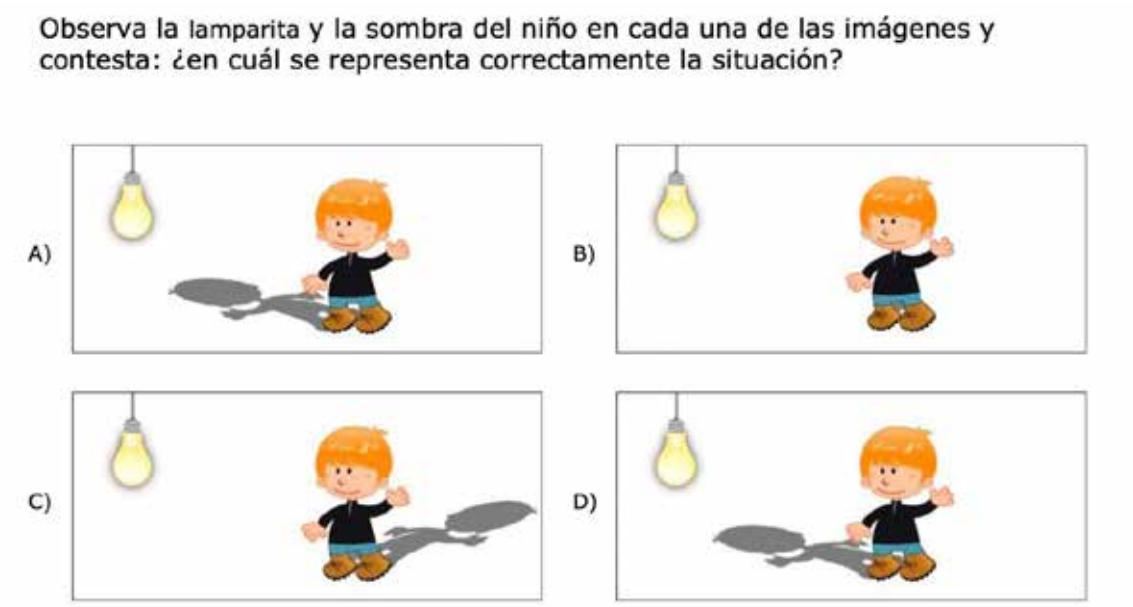
En esta evaluación se decide incluir para los diferentes grados, actividades relacionadas con la luz, de acuerdo con lo explicitado en el segundo apartado del presente documento de aportes en relación con el vínculo de la astronomía y otras disciplinas, en este caso, la física.

Tabla 2 Ítems que pueden vincularse en el análisis del recorrido Luz y materia

Ítem	Título	Grados
CIE 2060	Cuerpo y luz	3.º
CIE 2068	Wang Zhenyi y el experimento sobre los eclipses	4.º y 5.º
CIE 2077	Telescopio y luz	6.º

A modo de ejemplo, para tercer año se propone la actividad *Cuerpo y luz* que requiere que los alumnos apliquen conocimientos sobre la luz y la formación de sombras para interpretar la situación y seleccionar la imagen que representa correctamente la sombra que se forma cuando la fuente luminosa se ubica en un determinado lugar.

Figura 2 Actividad Cuerpo y luz correspondiente a la prueba de tercer grado



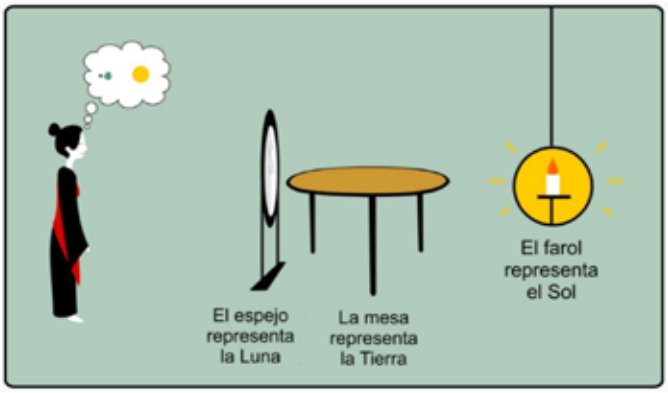
Resolver correctamente esta actividad implica que los alumnos recurran a conocimientos construidos en grados anteriores, tales como que la luz es una entidad en el espacio, que viaja en línea recta y que interactúa con los objetos de diferente manera y que esto depende de la naturaleza del objeto con el que interactúa. Esto determina que haya objetos transparentes, translúcidos y opacos, según la cantidad de luz que dejen pasar. También implica que comprendan que la sombra es una zona donde no llegan los rayos de luz debido a que un cuerpo opaco no lo permite, que la formación de sombras depende de la ubicación del cuerpo opaco en relación con la fuente luminosa y que su forma es similar a la del cuerpo.

Con respecto a las opciones incorrectas (distractores) se pueden apreciar diferentes niveles de conceptualización, unos más cercanos y otros más alejados de la respuesta correcta. En primer lugar, los alumnos que seleccionan la *opción D* reconocen que el cuerpo del niño es opaco y, además, que los cuerpos opacos proyectan sombras con formas similares a las de ese cuerpo. Sin embargo, no consideran cómo la ubicación de la fuente de luz determina la orientación de la sombra. Por otro lado, los estudiantes que seleccionan la *opción A*, seguramente también reconocen que el cuerpo del niño es opaco y que, por lo tanto, al interponerse a la luz proyectará una sombra. Sin embargo, no tiene en cuenta que

para que se produzcan dos sombras, como en esa imagen, deberían haber dos fuentes de luz ubicadas en diferentes lugares. Es posible que la elección de esta opción se vea influida por sus experiencias cotidianas relacionadas con la formación de sombras múltiples, por ejemplo, en canchas de fútbol en las que hay diferentes focos que operan a modo de fuentes de luz. Por último, en el caso de la *opción B* se puede apreciar que esta respuesta es la que se podría considerar más alejada de la opción correcta, ya que no reconoce que los cuerpos opacos proyectan sombras. Es posible que los niños que elijan esta opción remitan a ideas previas acerca de la formación de las sombras en contextos de oscuridad, sin presencia de una fuente de luz. Cázares, Camacho y Canales (2008) señalan que una de las principales dificultades que presentan los niños pequeños para construir una representación de la formación de las sombras se relaciona con no poder reconocer que la luz juega un papel activo en su formación.

Figura 3 Actividad *Wang Zhenyi y el experimento sobre los eclipses* aplicada en cuarto y en quinto grado

Wang Zhenyi fue una científica china que estudió astronomía, medicina, geografía y matemática en el siglo XVIII.
Investigó los eclipses lunares haciendo experimentos sencillos con una mesa redonda para representar la Tierra, un farol colgado del techo que representaba el Sol y un espejo circular que representaba la Luna. Movía estos tres elementos según los principios astronómicos para simular el movimiento de los tres astros.



¿Por qué utilizó un espejo y no otro farol para representar la Luna?

A) Porque el espejo tiene forma circular, igual que la Luna.
B) Porque la Luna refleja la luz del Sol, al igual que el espejo.
C) Porque el espejo es plano como la Luna en el cielo.
D) Porque la Luna es plateada, igual que el espejo.

Para responder correctamente los alumnos tienen que reconocer que tanto el espejo como la Luna son objetos opacos que reflejan la luz y diferenciarlos de objetos que constituyen fuentes luminosas. Para eso deben interpretar la situación presentada y comprender la analogía que se establece entre los objetos utilizados por la científica y los astros cuya interacción quiere modelizar. Raviolo, Ramírez y López, (2010) señalan que las analogías incluyen una cuestión desconocida, que constituye el "objetivo", una cuestión conocida que es familiar para la persona que aprende, que corresponde el "análogo" y un conjunto de relaciones que se establecen entre ambos. En este caso los objetos utilizados por Wang Zhenyi para experimentar y comprender los eclipses podrían ser considerados como "análogos concretos" como los que se pueden utilizar en el aula para facilitar el aprendizaje de conceptos abstractos. En este último caso estos análogos concretos "utilizan conceptos y situaciones que tienen un claro referente en la estructura cognitiva de los alumnos; este referente se relaciona analógicamente con los conceptos científicos cuyo aprendizaje se quiere facilitar" (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001, p.236).

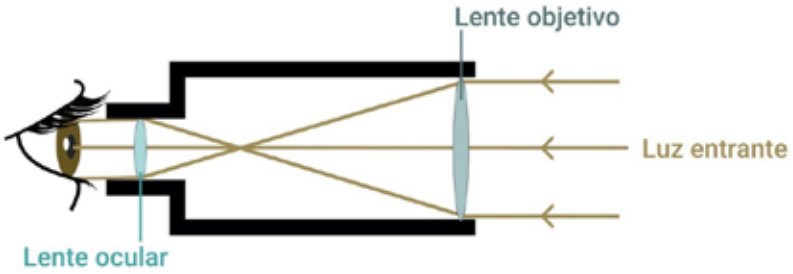
Galagovsky y Adúriz-Bravo (2001) proponen un modelo didáctico para trabajar con las analogías que supone no solo utilizar los análogos concretos como ejemplos que brinda el docente para facilitar la comprensión de un concepto científico, sino como una forma de acercarse al concepto de modelo científico "en el sentido en que se usa este concepto en la ciencia erudita para justificar, interpretar y predecir fenómenos" (p.237). Estos autores plantean que al trabajar con analogías es relevante el momento de la metacognición, en el que los estudiantes realicen un análisis de la analogía que les permita tomar conciencia de las transposiciones que operan en el proceso de analogación, que identifiquen las similitudes y diferencias entre el análogo y el concepto estudiado, los recortes, simplificaciones y aproximaciones que se produjeron. Por ejemplo, en este caso, es importante que los niños puedan ser conscientes de las similitudes entre el espejo y la Luna (los dos son objetos opacos que reflejan la luz), razón por la cual Wang Zhenyi eligió el espejo como análogo concreto de la Luna. Es importante también que se considere cuáles son las diferencias entre ambos objetos, como el tipo de reflexión que se da en ambos (reflexión especular y difusa). Como plantean Porta y Zuffo (2017), a partir de diferentes actividades en el aula se puede construir la idea de que la luz se refleja tanto en superficies pulidas como en superficies irregulares y se pueden observar las diferencias entre ambos tipos de reflexión.

Otro aspecto para destacar con respecto al análisis de esta actividad es que el contexto que presentan corresponde a episodios de la historia de la ciencia. Se concuerda con Gellon (2016) cuando afirma: "La historia de la ciencia es una ventana por la cual mirar la ciencia misma" (p. 33). A partir de la selección de episodios históricos relevantes es posible trabajar la naturaleza de la ciencia con los alumnos. "Biografías, libros de historia e incluso obras de teatro y películas también pueden contribuir a ilustrar los vaivenes del trabajo científico y constituyen valiosos recursos para recorrer con los estudiantes historias de investigadores y sentirse más cerca de la realidad del trabajo científico" (Gellon, Feher, Furman y Golombek, 2005, p.74).

Por otra parte, el ítem *Telescopio y luz* (Figura 4) que está incluido en la prueba para sexto año, también requiere que los estudiantes apliquen conocimientos sobre la luz en una situación relacionada con la astronomía.

Figura 4 Actividad *Telescopio y luz* aplicada en sexto grado

Los científicos usan telescopios para ver los objetos distantes con más claridad.
El siguiente esquema muestra las partes de un telescopio y su funcionamiento.



Teniendo en cuenta la información del esquema, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

A) La luz se refracta en la lente objetivo, enfocándose en la lente ocular.
B) La luz se produce en la lente objetivo para que llegue a la lente ocular.
C) La luz pasa por la lente ocular, luego por la lente objetivo, para después salir.
D) La luz se refleja en la lente objetivo para que llegue a la lente ocular.

En este caso, se trata de un instrumento mediante el cual se pueden observar objetos lejanos y que ha permitido estudiar en detalle los astros. En el enunciado de esta actividad se presenta un dibujo esquemático que muestra un tipo de telescopio que utiliza lentes para desviar y concentrar la luz, es decir, un telescopio refractor. Para resolver correctamente esta actividad, los estudiantes tienen que interpretar la representación gráfica en la que se presenta esquemáticamente su funcionamiento, reconocer la dirección de los rayos de luz representados y aplicar conocimientos sobre refracción de la luz para inferir que la luz cambia de dirección (se refracta) cuando atraviesa el objetivo y llega al ocular para ser refractada nuevamente.

Otro aspecto interesante, relacionado con la luz, es utilizar su velocidad como unidad para determinar distancias entre los astros o el tiempo que demora la luz en llegar de uno a otro. Teniendo en cuenta que la luz se mueve a aproximadamente 300.000km/seg (en 1 segundo la luz recorre casi 300.000km) se puede calcular fácilmente cuando tarda la luz en ir de un astro a otro, por ejemplo, cuánto tarda en llegar la luz del Sol a la Tierra.

4.3.2. Recorrido 2: Orientación y movimiento del Sol

Los temas vinculados a la orientación y movimiento del Sol constituyen un hilo conductor especialmente vinculado con nuestra vida cotidiana. Constantemente se hace mención a la capacidad o no de "orientarse" cuando alguien desea dirigirse a un determinado lugar. El origen de la palabra orientar u orientación proviene de "oriente", es decir, encontrar el punto donde nace el Sol. Pero el significado comúnmente utilizado es el de encontrar los puntos cardinales. Al observar (o reconocer) el momento y lugar donde se oculta el Sol, se deduce que hacia allí está el oeste.

Las actividades incluidas en la prueba formativa que permiten realizar abordajes referidos a cómo se mueve el Sol a lo largo del año y su relación directa con la traslación de la Tierra, pueden ser punto de partida para planificar actividades que se realicen en cualquier momento del año y lugar físico de la escuela o fuera de ella. Observaciones que incluyen seguir el movimiento de la sombra a lo largo del día de un árbol, mástil, columna o incluso una rama clavada en el patio son propicias para relacionarlas con el movimiento de rotación terrestre y el movimiento aparente de los astros.

Tabla 3 Ítems que forman el hilo conductor Orientación y movimiento del Sol

Ítem	Título	Grados
CIE 2094	Movimiento aparente del Sol	3.º y 4.º
CIE 2058	Parque de diversiones	3.º
CIE 2059	Sombra en un atardecer de invierno	3.º
CIE 2065	Rumbo a Colonia	4.º, 5.º y 6.º

Los ítems *Parque de diversiones* y *Rumbo a Colonia* hacen referencia a la orientación en relación con los mapas y otros dispositivos cartográficos, en diversos formatos, incluyendo los digitales. En el diseño de las imágenes de cada una de las actividades, se incluye una rosa de los vientos como parte del lenguaje cartográfico que los alumnos deben interpretar, para resolver un problema de localización y orientación vinculado con los puntos cardinales y un recorrido establecido. En este sentido, una actividad diseñada desde el macroconcepto Sistemas de la Tierra y el Espacio, se vuelve nexo interesante y

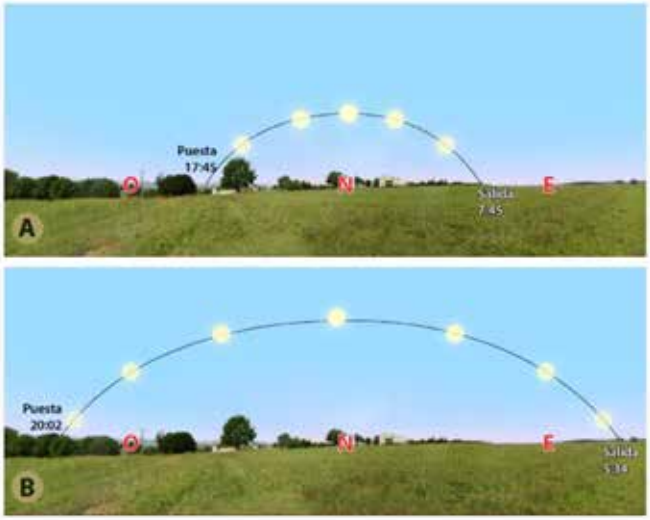
oportuno para otras áreas del conocimiento que pueden contemplarse, por ejemplo, desde la enseñanza de las ciencias sociales y la lectura de los mapas como textos cartográficos.

Por otra parte, la actividad *Movimiento aparente del Sol*, implica un análisis detallado en lo que tiene que ver con el movimiento del Sol y sus consecuencias en nuestras vidas cotidianas: las estaciones. Requiere una respuesta de construcción abierta por parte de los estudiantes completando espacios en blanco, tanto para seleccionar la imagen que pertenece a la estación correcta, como para desarrollar a través de la escritura aquellos elementos que se observan y explican el por qué de esa selección. En este sentido, resulta vital la corrección de estas respuestas por parte de los docentes para que la actividad adquiera sentido en el marco de una evaluación formativa. En su rúbrica de corrección aparecen posibles hipótesis de respuestas a contemplar, pero la heterogeneidad de representaciones y conceptos que los alumnos traen a la hora de resolver el problema, representa el verdadero valor de esta actividad para su posterior abordaje en el aula.

Se introduce además la posibilidad de múltiples actividades similares que incluyen las tecnologías, páginas web[3] y aplicaciones disponibles en los dispositivos de nuestros estudiantes. En este caso, el *Stellarium*[4] es un simulador que posibilita observaciones y modificaciones de coordenadas y sistemas de referencia que amplían sustantivamente las posibilidades de investigar desde el aula, y desde nuestra ubicación en el planeta Tierra.

Figura 5 Actividad *Movimiento aparente del Sol* aplicada en tercer y cuarto grado

Estas imágenes (A y B) muestran el movimiento aparente del Sol en el mismo lugar del país, pero una en verano y la otra en invierno.



Escribe tu respuesta en los espacios (no es necesario que los utilices todos).

¿En cuál de las dos imágenes (A o B) es verano?
La imagen que está en verano es _____ .

A partir de lo que ves en la imagen, explica por qué la imagen que elegiste es la que está en verano.
Me di cuenta que está en verano porque _____
_____
_____ .

3 https://www.astrotics.com/
4 https://stellarium-web.org

Seleccionar la imagen correcta y enunciar posibles explicaciones, implica reconocer que el observador, desde su sistema de referencia y situado en el planeta Tierra, no dimensiona completamente los movimientos de los astros pero puede inferirlos a partir de la observación de lo que se denomina el movimiento aparente de estos en el cielo.

Los movimientos de la Tierra más fácilmente perceptibles son dos: la traslación y la rotación, y se vinculan con múltiples procesos, pero en particular adquieren relevancia en relación con la medición del tiempo.

Esta actividad puede significar un punto de partida para explorar otros movimientos.

Uno de ellos es movimiento del Sol con respecto a las demás estrellas de la galaxia, y las conclusiones que pueden derivarse a partir de la observación de las constelaciones en el cielo nocturno de nuestro hemisferio, o del hemisferio Norte a través de simuladores con los que cuentan nuestros estudiantes en sus dispositivos CEIBAL.

Estas actividades incluidas en una secuencia permiten desmitificar algunas concepciones reduccionistas, como aquellas que afirman que el Sol sale todos los días por el este y se oculta por el oeste sin mayores cuestionamientos respecto a su variación. Analizar el movimiento aparente del Sol a lo largo del año se puede obtener un registro de esta variación, tomando como referencia objetos presentes en el paisaje, o acudiendo a registros digitales de la imagen y su comparación posterior.

En referencia a estas temáticas, la medición del tiempo, permite pensar en unidades de medida significativas desde nuestra vida en la Tierra, y desde nuestra cultura occidental. La duración del día y del año en nuestra cultura, posibilita la apertura a otras interrogantes que nuevamente conectan a la astronomía con múltiples disciplinas: ¿Otras culturas han medido el tiempo de la misma manera? ¿Qué es el día? ¿Cuántas definiciones de día hay?

4.3.3. Recorrido 3: Interacción Sol-Tierra-Luna

La interacción de estos tres cuerpos del sistema solar es causante de uno de los fenómenos de mayor fascinación para los seres humanos: los eclipses. ¿Quién no se ha asombrado al ver un eclipse de Sol en vivo y directo? En general, los eclipses de Sol se ven en una zona muy restringida, pero la tecnología y los medios de comunicación, las transmisiones en vivo desde diversas plataformas y observaciones de aficionados a la astronomía permiten interactuar con un fenómeno que invita a ser observado y percibido con más de un sentido.

Otro aspecto importante relacionado con esta interacción, y muy relacionado con la vida cotidiana, es la sucesión de las estaciones. Este es otro de los ejes conceptuales que permiten el abordaje interdisciplinar a lo largo de toda la escolaridad.

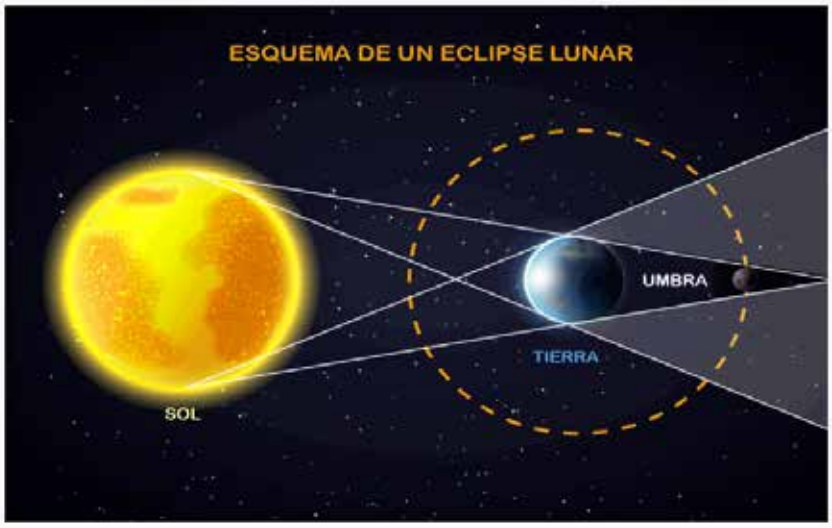
Tabla 3 Ítems del recorrido formativo Interacción Sol-Tierra-Luna

Ítem	Título	Grados
CIE 2070	El Sol visto desde la Tierra	4.º y 5.º
CIE 2071	Eclipse lunar	5.º
CIE 2072	Fases de la luna	4.º
CIE 2064	Modelos de representación	4.º

El hilo conductor es el movimiento de la Luna en torno a la Tierra y todo lo que produce ese movimiento en la vida de los seres humanos. Se puede relacionar las fases lunares con qué tipo de eclipse se puede dar; puede estudiarse la sucesión de las fases lunares con el momento de salida/puesta del Sol o la sucesión continua de las fases con su iluminación.

En *Eclipse lunar* se puede ver la interacción en el espacio de los tres cuerpos. En la interpretación de las opciones se pueden relacionar tres aspectos: quien emite la luz, quien refleja esa luz y el orden y ángulo de los cuerpos en el espacio.

Figura 6 Actividad *Eclipse lunar* aplicada en quinto grado



Como ves en la simulación, en un eclipse lunar la Tierra se interpone entre el Sol y la Luna.

¿Cuál es la consecuencia?

A) La luz que se genera en el Sol no se puede reflejar en la superficie de la Tierra.
B) La luz que se genera en la Tierra no se puede reflejar en la superficie de la Luna.
C) La luz que se genera en el Sol no se puede reflejar en la superficie de la Luna.
D) La luz que se genera en la Luna no se puede reflejar en la superficie de la Tierra.

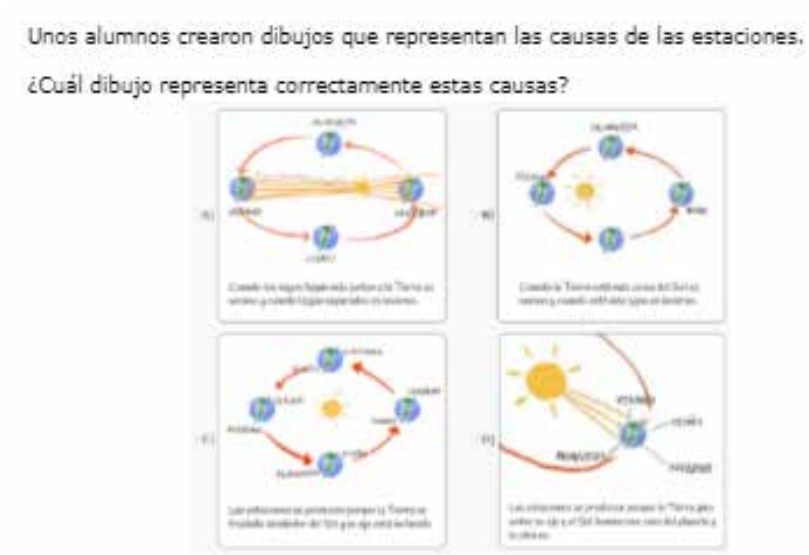
En la ***opción C***, que es la correcta, están en el orden y ángulos correcto los tres cuerpos, la posición correcta de la Tierra interponiéndose a la luz solar y además la fuente emisora de luz. Las demás opciones relacionan en forma incorrecta los aspectos descritos anteriormente; las *opciones B y D* son incorrec-

tas ya que el origen del cuerpo emisor de la luz es incorrecto. Si se eligen algunas de estas opciones se parte del desconocimiento de que el emisor de la luz que nos llega es el Sol.

El ítem *Modelos representación* (Figura 7) tiene como propósito relevar ideas previas y evaluar conceptos acerca de las causas de las estaciones. Si bien está diseñado para cuarto año, puede seleccionarse como actividad para cualquiera de los grados escolares, ya que en las opciones de respuesta están presentes algunas de las ideas previas que los estudiantes (y muchas veces los adultos) tienen acerca de las estaciones.

Es un ítem que si bien encuentra su énfasis en contenidos vinculados al Sistema Sol-Tierra-Luna, sus fronteras con el abordaje de modelos de representación en el ámbito de la Naturaleza de la Ciencia, y el relevamiento de ideas previas que subyace a cada una de sus opciones de respuesta, amplía sus propósitos formativos en el marco de esta prueba.

Figura 7 Actividad *Modelos representación* aplicada en cuarto grado



En el caso de los estudiantes que optan por la respuesta correcta, se evidencia la capacidad de comprender que la sucesión de las estaciones no tienen que ver con la variación de la distancia entre la Tierra y el Sol a lo largo del año, idea previa frecuentemente instalada en las explicaciones acerca del fenómeno. El dibujo que corresponde con esta respuesta, la ***opción C***, permite apreciar los dos elementos que explican correctamente las causas de las estaciones: la poca excentricidad de la órbita terrestre, y la inclinación del eje terrestre que junto con la forma aproximadamente esférica de la Tierra hace que la incidencia de los rayos solares cambie a lo largo del año.

Para comprender y profundizar sobre la excentricidad de las órbitas de los planetas se puede investigar acerca las *Leyes de Kepler* que explican el movimiento de todos los cuerpos en el espacio y comprender la forma elíptica de la órbita planetaria. Otro aspecto interesante en este análisis consiste en analizar la velocidad de traslación de los planetas en torno al Sol y cómo ésta varía a lo largo del movimiento.

La selección de otras opciones por parte de los estudiantes, aunque erróneas, evidencian concepciones muy interesantes y diversas en las cuales siempre es posible indagar y ampliar en sus detalles en

instancias de retroalimentación guiadas por el docente. Para quienes eligen la ***opción D*** probablemente está presente un modelo denominado de "encaramiento solar", es decir, las estaciones suceden simultáneamente en ambos hemisferios terrestres. En la representación gráfica la Tierra aparece siempre iluminada, rodeada de luz y recibe una mayor o menor intensidad de luz proveniente del Sol de acuerdo con su posición.

La ***opción B*** representa un modelo habitualmente interiorizado como explicativo de lo que ocurre con las estaciones en nuestro planeta. Implica concebir que cuando la Tierra está más cerca del Sol es verano y cuando está más lejos es invierno. Estas concepciones son apoyadas en gran parte por la interacción con modelos de representación que circulan en diversos ámbitos de divulgación en los que se describe la órbita de la Tierra como una elipse muy estirada, quedando efectivamente más cerca y lejos del Sol. A esta explicación debe sumarse que el punto de mayor acercamiento de la Tierra al Sol, llamado *Perihelio*, ocurre en el mes de enero y el de mayor alejamiento, llamado *Afelio*, ocurre en julio coincidiendo con verano e invierno del hemisferio sur respectivamente. En este caso se desestima que las estaciones ocurren de forma inversa para cada hemisferio, y en general los estudiantes aún pueden pensar que las estaciones se dan en simultáneo y en la totalidad de la esfera terrestre.

Los estudiantes que optan por la ***opción A*** refieren a las causas de las estaciones de acuerdo con sus ideas de cercanía y lejanía al Sol, concibiendo que la radiación solar, llega a nuestro planeta de forma dispar. Es decir, suponen que cuando la Tierra está más lejos del Sol recibe más radiación ya que no se pierde tanto en el espacio y cuando está más cerca, por el contrario, llega menos, ya que ésta puede dispersarse en gran medida por interposición del propio planeta. Este tipo de concepción se considera modelo de "manguera" de acuerdo con las investigaciones realizadas por Navarrete, Azcárate y Oliva (2004) ya que recuerda al momento de regar y la colocación de los dedos para que el agua llegue más lejos o no.

4.3.4. Recorrido 4: Naturaleza de la ciencia. Modelos de representación

Si bien el énfasis de las evaluaciones formativas 2021 para ciencias naturales es en relación con la astronomía, es fundamental la inclusión de contenidos transversales vinculados a la naturaleza de la ciencia en el contexto de estas actividades.

Más allá de la enseñanza de las disciplinas científicas, la naturaleza de la ciencia permite profundizar en aspectos vinculados a la historia de la ciencia, así como en los procedimientos propios del quehacer científico, sus registros y lenguajes. Es por ello que en este recorrido que proponemos en última instancia, se incluyen objetivos vinculados a la lectura de gráficas y tablas o la utilización de instrumentos, así como a la utilización de modelos de representación.

Los modelos de representación son útiles en cualquier ámbito de la enseñanza, los dibujos y representaciones gráficas que tanto alumnos como docentes diseñan para explicar un fenómeno son también modelos, realizados con el objetivo de comprender determinados fenómenos, objetos y procesos que en el caso de la astronomía, pueden ser muy distantes o no observables a simple vista ni accesibles para su manipulación cercana.

El conjunto de ítems que pueden seguir este recorrido son los siguientes:

Tabla 4 Ítems del recorrido formativo *Naturaleza de la ciencia. Modelos de representación*

Ítem	Título	Grados
CIE 2069	Distancia media al Sol	4º
CIE 2078	Representación de distancias del Sistema Solar	6º

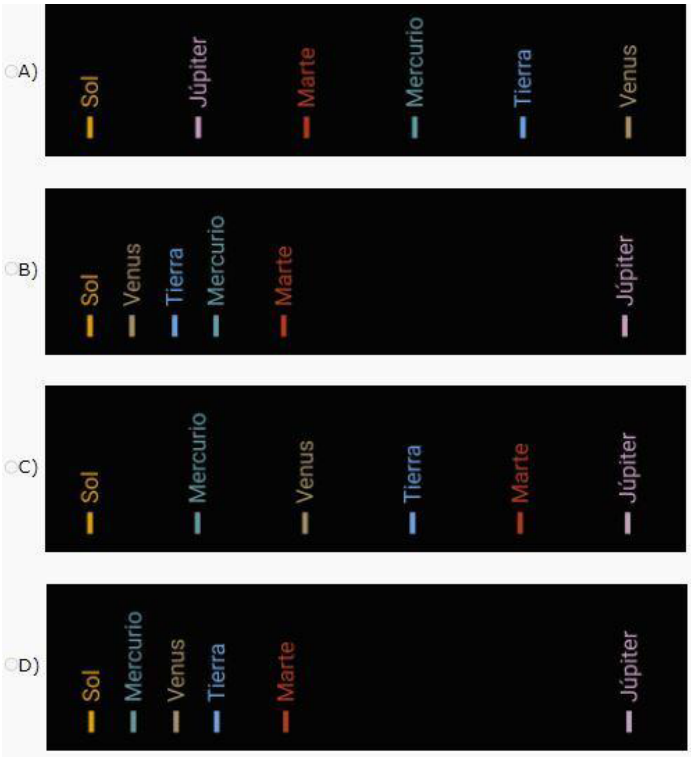
Las actividades *Representación de distancias del Sistema Solar* (Figura 8) *y Distancia media al Sol,* tienen como común denominador la distancia entre los planetas y el Sol. En el caso de la representación de distancias entre los planetas, los estudiantes tienen que establecer la comparación en relación con dos aspectos: por un lado el tamaño (los cuatro primeros planetas son pequeños y los cuatro últimos son gigantes) y por otro lado su superficie; los primeros tienen superficie sólida y los cuatro últimos son gaseosos.

Figura 8 Actividad *Representación de distancias del Sistema Solar* aplicada en cuarto grado

La tabla muestra la distancia que hay entre el Sol y algunos planetas del Sistema Solar, ordenados alfabéticamente.

Planeta	Distancia aproximada entre el planeta y el Sol en millones de kilómetros
Júpiter	779
Marte	228
Mercurio	58
Tierra	147
Venus	108

Según la información de la tabla, ¿en qué opción se representa correctamente la distancia entre esos planetas y el Sol?



La actividad *Representación de distancias del Sistema Solar* presenta una posibilidad de problematización relevante a la hora de su puesta en práctica en el aula: si se deseara profundizar en la comparación de los planetas teniendo en cuenta ambas variables (el tamaño y distancia) no podrían realizarse al mismo tiempo en un aula común, o en espacios limitados, excepto por ejemplo en una pared o muro de grandes dimensiones, ya que las distancias de separación entre los planetas van aumentando a medida que nos alejamos del Sol. Sin dudas aquí también es posible apelar a los recursos virtuales disponibles y de libre acceso para interactuar con estas temáticas.[5]

5 https://neal.fun/size-of-space/

5. A modo de cierre

En síntesis, a partir de las evaluaciones formativas de ciencias naturales para 2021 con foco en astronomía y los aportes presentados en este documento para docentes, se propone un punto de partida para el abordaje de temáticas que resignifican el valor de la astronomía y su enseñanza en el aula. Por otra parte, se invita a recrear diversos recorridos formativos posteriores a su aplicación y en relación con el análisis de las respuestas de los estudiantes, desde una perspectiva interdisciplinar y coherente con los documentos curriculares vigentes para la educación primaria.

Las instancias de retroalimentación formativa guiadas por los docentes a partir de la aplicación de la prueba permiten avanzar en los aprendizajes de los estudiantes en relación con la temática. En este sentido, el presente documento promueve la utilización de recursos digitales que acompañan estos procesos, permitiendo la introducción de estas temáticas tanto en momentos de educación presencial como virtual o en la combinación de ambas modalidades.

Por último, el énfasis temático de las pruebas representa una fuente inagotable de preguntas tanto para docentes como para estudiantes, y de este modo, es también una invitación a recrear espacios de curiosidad, asombro, y nuevas interrogantes sobre el mundo.

6. Referencias bibliográficas

Cázares, L. G., Camacho, F. F. y Canales, E. C. (2008). Aprendizaje de las ciencias en preescolar: la construcción de representaciones y explicaciones sobre la luz y las sombras. *Revista Iberoamericana de educación*, (47), 97-121. Recuperado de https://rieoei.org/historico/documentos/rie47a05.pdf

Galagovsky, L. R. y Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, *19*(2), 231-242. Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v19n2/02124521v19n2p231.pdf

Gellon, G. (2016). Historia de la Ciencia: un recurso para enseñar. *El monitor*, (*16*), 32-34. Recuperado de https://expedicionciencia.org.ar/wp-content/uploads/2015/06/Gellon-El-Monitor-Historia-de-la-ciencia.pdf

Gellon, G., Feher, E. R., Furman, M. y Golombek, D. (2005). *La ciencia en el aula: lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Siglo XXI Editores. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Melina-Furman/publication/262935330_La_ciencia_en_el_aula_Lo_que_nos_dice_la_ciencia_sobre_como_ensenarla/links/00b7d539606c9bd909000000/La-ciencia-en-el-aula-Lo-que-nos-dice-la-ciencia-sobre-como-ensenarla.pdf

González, J. F., González, B. M. G. y Jiménez, T. M. (2004). Consideraciones acerca de la investigación en analogías. *Estudios Fronterizos*, *5*(9), 79-105. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/pdf/estfro/v5n9/v5n9a4.pdf

Martín, E. (2000). ¿Puede ayudar la teoría del cambio conceptual a los docentes?. *Tarbiya, Revista de Investigación e Innovación Educativa, 31-50 (26)*. Recuperado de https://revistas.uam.es/tarbiya/issue/view/407/249

Martín del Pozo, R. (2013). *Las ideas "científicas" de los alumnos y alumnas de primaria: tareas, dibujos y textos.* Madrid.: Universidad Complutense de Madrid.

Navarrete, A, Azcárate, P. y Oliva, J.M. (2004). Algunas interpretaciones sobre el fenómeno de las estaciones en niños, estudiantes y adultos: revisión de la literatura. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias. , 1* (3), 146-166. Recuperado de https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/download/3945/3514

Pintos, R. y Fernández, J. A. (2008). La enseñanza de la astronomía en Uruguay. *Revista Latino-Americana de Educação em astronomía*, (5), 9-23.

Porta, S, (2007). Las ideas previas y las situaciones de enseñanza. *Quehacer educativo,* (86), 146-149. Recuperado de https://www.fumtep.edu.uy/didactica/item/256-las-ideas-previas-y-las-situaciones-de-ense%C3%B1anza

Porta, S. y Zuffo, M. L. (abril, 2017). No brillan, reflejan. La reflexión de la luz: especular y difusa. *Quehacer educativo,* Año XXVII (142), 42-46. Recuperado de https://www.fumtep.edu.uy/practicas-docentes/item/1628-no-brillan-reflejan-la-reflexion-de-la-luz-especular-y-difusa

Raviolo, A., Ramírez, P. y López, A. E. (2010). Enseñanza y aprendizaje del concepto de modelo científico a través de analogías. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 7(3), 581-612. Universidad de Cádiz Recuperado de https://core.ac.uk/download/pdf/230897876.pdf

ANEP
CONSEJO DIRECTIVO CENTRAL
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE POLÍTICAS EDUCATIVAS
DIRECCIÓN SECTORIAL DE PLANIFICACIÓN EDUCATIVA