

ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA: UNA PERSPECTIVA DESDE LA TEORÍA DEL ACTOR - RED

ASTRONOMY LEARNING: A PERSPECTIVE FROM THE ACTOR-NETWORK THEORY

ENSINO DE ASTRONOMIA: UMA PERSPECTIVA DA TEORIA ATOR-REDE

Karla Reyes* 

Reyes K. (2023). Enseñanza de la Astronomía: una perspectiva desde la teoría del Actor-Red. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Número especial, v18, pp.1-11

Resumen

En este trabajo se presenta la propuesta de investigación de enseñanza y de aprendizaje de la Astronomía desde el marco de la implementación del Centro de Ciencias de la Universidad de Nariño, con el fin de contribuir a la comprensión de los estándares básicos de competencia en los estudiantes de básica primaria relacionados con la Astronomía. El objetivo es reconocer las transformaciones que se producen en el aprendizaje de la Astronomía en los niños y las niñas dentro de una red en la perspectiva de la denominada Teoría del Actor-Red. La propuesta surge del planteamiento de dos hipótesis: la primera es que los estudiantes no comprenden los enunciados básicos de la Astronomía porque la enseñanza de la misma se realiza de manera breve, de una forma teórica y por personal no formado en el área; la segunda, establece que es posible superar estas dificultades de los estudiantes mediante una propuesta de intervención donde se aproveche el Centro de Ciencias junto con su instrumentación científica y la teoría del Actor-Red para profundizar en el aprendizaje de la Astronomía. Esta teoría se aplica a los casos en los que los no humanos pueden desempeñar roles de actores en el aprendizaje y no son solamente proyecciones simbólicas. En este contexto de actores no humanos, se asume que los Centros de Ciencias pueden ser actores que participan, influyen, promueven e intervienen en la propuesta didáctica. La metodología consiste en identificar los problemas conceptuales de los estudiantes para luego implementar una secuencia didáctica a través de la red, conectando los actores humanos y no humanos, para de esta manera identificar las transformaciones conceptuales producidas.

Palabras-Clave: Educación científica. Enseñanza de la astronomía. Investigación educativa.

Abstract

In this work, the implementation project of the Science Center of the University of Nariño and the research proposal for the teaching of astronomy with the purpose of improving the understanding of the basic standards of competence in education students are presented from this scenario. basic primary, due to the fact that conceptual problems have been detected in children and in the reference to the topics of standard speeches. The objective is to recognize the transformations that occur in the learning of astronomy in

* Magister en Astronomía y Astrofísica, Universidad de Nariño, Colombia, kprfis@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7399-4542>.

children online in the perspective of the so-called Red-Actor Theory. The proposal arises from the approach of two hypotheses: the first is that students do not understand the basic statements of astronomy because the teaching of it is carried out in a brief, theoretical and personal way in the area; the second establishes that it is possible to overcome these difficulties of the students through an intervention proposal that takes advantage of the Science Center together with its scientific instrumentation and the Red-Actor theory with the purpose of deepening the learning of astronomy. This theory applies to cases where nonhumans can play actor roles in learning and not just symbolic projects. In this context of non-human actors, it is assumed that the Science Centers can be actors that participate, influence, promote and intervene in the didactic proposal. The methodology consists of identifying the conceptual problems of the students through the application of an instrument to implement the didactic strategy through the network, connecting human and non-human actors and thus identifying the conceptual transformations produced.

Keywords: Science education. Astronomy teaching. Educational research.

Resumo

Redigido Neste trabalho, o projeto de implementação do Centro de Ciências da Universidade de Nariño e a proposta de pesquisa para o ensino de astronomia com o objetivo de melhorar a compreensão dos padrões básicos de competência em educação dos alunos são apresentados a partir deste cenário. devido ao fato de terem sido detectados problemas conceituais nas crianças e na referência aos tópicos das falas padrão. O objetivo é reconhecer as transformações que ocorrem no aprendizado de astronomia em crianças online na perspectiva da chamada Teoria do Ator Vermelho. A proposta surge da abordagem de duas hipóteses: a primeira é que os alunos não compreendem as afirmações básicas da astronomia porque o ensino da mesma é realizado de forma breve, teórica e pessoal na área; a segunda estabelece que é possível superar essas dificuldades dos alunos por meio de uma proposta de intervenção que aproveita o Centro de Ciências juntamente com sua instrumentação científica e a teoria do Ator Vermelho com a finalidade de aprofundar o aprendizado da astronomia. Essa teoria se aplica a casos em que não-humanos podem desempenhar papéis de atores na aprendizagem e não apenas em projetos simbólicos. Neste contexto de atores não humanos, assume-se que os Centros de Ciência podem ser atores que participam, influenciam, promovem e intervêm na proposta didática. A metodologia consiste em identificar os problemas conceituais dos alunos por meio da aplicação de um instrumento para implementar a estratégia didática em rede, conectando atores humanos e não humanos e, assim, identificando as transformações conceituais produzidas.

Palavras-Chave: Educação científica. Ensino em astronomia. Investigação em educação.

1. Introducción

Frecuentemente se considera que la enseñanza de la Astronomía juega un papel esencial en la educación científica de la sociedad. La Astronomía

es la ciencia que estudia los componentes del universo, es una experiencia ideal para el desarrollo integral de las personas, especialmente de los niños y las niñas; ayuda a comprender nuestra naturaleza y diversidad; es una ciencia que tiene fuertes

[2]

conexiones con la filosofía, las artes y el desarrollo humano. Desafortunadamente, no todos tienen acceso a las maravillas del cosmos y la comprensión del universo. A los niños y niñas no se les enseña explícitamente Astronomía dentro del sistema educativo, muchas veces por el equivocado supuesto de que no son capaces de entender ideas científicas, por otra parte, no es común contar con lugares apropiados para la enseñanza de la Astronomía ni para la divulgación de la misma.

El interés por el estudio de la Astronomía en el Departamento de Nariño surgió con la fundación del Observatorio Astronómico en el año 2002. La experiencia en este emprendimiento académico, ha generado respaldo, confianza y aprobación a nivel institucional y gubernamental para formular el proyecto denominado “Construcción del Centro de Ciencias de la Universidad de Nariño para la Apropiación del Conocimiento de las Ciencias Astronómicas y Espaciales en la Población del Departamento de Nariño y sus Alrededores”, el cual fue aprobado por el Sistema General de Regalías en marzo de 2022, para su financiación por un valor aproximado de 27 mil millones. El Centro de Ciencias, contará con un nuevo Observatorio Astronómico dotado con instrumentación de alta tecnología, pionera en Colombia; además, se construirá un planetario y, abrirá las puertas para realizar cursos, diplomados y otras actividades de formación continuada, dirigidos a toda la población del Departamento de Nariño y sus alrededores.

Para enfrentar el reto de la educación en Astronomía, es necesario contribuir a la producción de conocimientos y proponer el desarrollo de prácticas docentes innovadoras e interdisciplinarias. En ese contexto, los Centros de Ciencia proporcionan posibilidades singulares para los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Astronomía.

La futura investigación tiene como objetivo analizar cómo los niños y niñas de la básica primaria perciben e interactúan con el Centro de Ciencias y qué transformaciones ocurren en sus conceptos y discursos en esta interacción. Para ello, utilizaremos el referente teórico y metodológico de la Teoría del

Actor-Red - ANT (Latour, 2008), a partir del concepto de actante, que puede ser un agente humano o no humano, y asumir dos roles distintos: de mediador, cuando sus acciones o asociaciones en la red producen transformaciones; o el de intermediario, cuando el agente tenuemente transmite o reproduce las acciones o asociaciones existentes sin modificar a la red y a los otros actantes.

De este modo, nos interesa enfrentar dos hipótesis: primera: los estudiantes no comprenden los enunciados básicos de la astronomía, formulados en los estándares básicos de competencia porque la enseñanza de la misma se realiza de manera breve, de forma teórica y por personal no formado en el área; segunda: es posible superar estas dificultades mediante la implementación de una secuencia didáctica que aproveche el Centro de Ciencias junto con su instrumentación científica y la teoría del Actor-Red, con el fin de profundizar en el aprendizaje de la astronomía.

La metodología consistirá en la aplicación de cuestionarios y entrevistas a los niños y niñas de básica primaria, para analizar la transformación de los conceptos y discursos, antes y después de configurar la red y desarrollar la secuencia didáctica en el marco de la ANT.

En síntesis, esperamos contestar a la siguiente pregunta conductora, ligada con la segunda hipótesis: ¿en qué contextos los niños y niñas conciben el Centro de Ciencias como mediador en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la Astronomía o como intermediario de estos procesos?

2. Marco de Referencia

A continuación, se enuncian los principales referentes teóricos que planeamos abordar en la investigación, en los cuales se establece la conceptualización teórica y epistemológica del trabajo, a saber: la investigación en educación astronómica y la teoría del Actor-Red, esta última como referente teórico y metodológico para realizar el estudio.

2.1. Educación en Astronomía

La investigación en educación ha considerado durante mucho tiempo el aprendizaje de los estudiantes sobre temas de astronomía y ciencias espaciales, pero la investigación en educación astronómica - IEA como un subcampo de la investigación educativa basada en disciplinas es relativamente nueva (Bailey 2011).

Es importante indagar sobre este campo de estudio, y abordarlo desde diversos enfoques que permean todo el campo de interés.

Un primer enfoque hace referencia al desarrollo histórico-epistemológico de la investigación en educación astronómica, la cual se refiere, por una parte, a los métodos que se utilizan actualmente para enseñar la ciencia de la astronomía y, por otro lado, se concibe como un área de investigación pedagógica que busca mejorar esos métodos. Específicamente, la IEA incluye técnicas sistemáticas perfeccionadas en la educación en ciencias para comprender qué y cómo aprenden los estudiantes sobre astronomía y determinar cómo los maestros pueden crear entornos de aprendizaje más efectivos (Bretones, 2019).

El segundo enfoque, se centra en la revisión de la documentación sobre los temas de Astronomía que se enseñan en el sistema educativo. Para ello, es necesario revisar los lineamientos curriculares de ciencias naturales y educación ambiental (MEN, 1998) y los estándares básicos de competencias para el área de ciencias naturales. Estas dos orientaciones, establecen criterios claros y públicos para conocer lo que deben aprender los niños y niñas, y marcan el punto de referencia de lo que están en capacidad de saber y saber hacer, en cada una de las áreas y niveles; por ello, son guía referencial para que todas las instituciones escolares de Colombia ofrezcan la misma calidad de educación.

En los estándares básicos de competencias se establece una organización por grados escolares, centrada en tres aspectos: aproximación al conocimiento como científicos naturales, apropiación de conocimientos específicos de las ciencias naturales, y desarrollo de compromisos

personales y sociales (Schmidt, 2006). El objetivo es reconocer entre los lineamientos curriculares y los estándares básicos de competencia, los temas relacionados con la enseñanza de la Astronomía y seleccionar aquellos que se evaluarán y se trabajarán posteriormente en la secuencia didáctica. En este segundo enfoque, también se analizarán los libros de texto que fundamentan los estándares básicos de competencias en Colombia.

Debido a que trabajar todos las temáticas de los estándares de competencia resulta muy extenso, se piensa trabajar con el estándar de competencia de los grados cuarto y quinto, dentro de la categoría entorno físico, denominado: “Describo los principales elementos del sistema solar y establezco relaciones de tamaño, movimiento y posición” (MEN, 1998).

En el tercer enfoque, se identificarán trabajos concernientes a los problemas conceptuales percibidos en la comprensión de las temáticas de Astronomía; estos trabajos pueden ser tesis de maestría o doctorado, y artículos científicos, dentro del marco de la investigación en educación astronómica; es muy importante comprender las creencias previas de los estudiantes sobre la naturaleza del Universo, ya que constituye un primer paso para mejorar la enseñanza de la Astronomía (Balfour, 2010). Este enfoque también cubrirá los trabajos realizados respecto a las dificultades encontradas en la enseñanza y el aprendizaje de esta ciencia.

Por último, el cuarto enfoque abarcará el estudio de trabajos relacionados con propuestas innovadoras, pedagogías emergentes, estudios de caso, entre otras experiencias extracurriculares de enseñanza de la Astronomía

2.2. Centro de Ciencias

El Centro de Ciencias de la Universidad de Nariño, es un proyecto financiado por el Sistema General de Regalías, aprobado en marzo de 2022; consiste principalmente en la construcción de infraestructura física para la implementación de un observatorio astronómico profesional, edificio con espacios académicos (aulas, salas de informática,

laboratorios), planetario e instrumentación científica para la investigación y divulgación de la Astronomía y otras ciencias, la Figura 1 muestra el diseño arquitectónico del edificio de investigación.



Figura 1. Diseño arquitectónico edificio de investigación - Proyecto Construcción del Centro de Ciencias - Udenar.

Se espera que el proyecto se implemente y entre en funcionamiento en el año 2024. Una vez puesto en marcha, será el escenario para formalizar esta investigación y otras encaminadas a la educación en Astronomía.

La instrumentación científica con la que contará el Centro de Ciencias es el soporte fundamental de esta propuesta de investigación, dado que, es la interacción entre los actores “no humanos” y los actores “humanos”, la que se pretende establecer a través de una secuencia didáctica para el aprendizaje de la Astronomía.

El principal referente instrumental con el que contará el Centro de Ciencias es el telescopio PW1000, de 1 m de diámetro <https://planewave.com/product/pw1000-1-meter-observatory-system/>; además, el observatorio dispondrá de telescopios solares, cámaras CCD, espectrómetros, filtros y una estación meteorológica.

2.3. Teoría del Actor-Red

Los investigadores del Centro de Ciencias, interesados en los procesos educativos, reconocerán en esta propuesta de investigación el poder de la Teoría del Actor-Red (TAR) para analizar los cambios que se generan cuando se integra la agencia de las entidades no-humanas en el desarrollo de estos procesos (Candela, 2020).

La Teoría del Actor-Red (ANT) surge con los estudios de ciencia y tecnología llevados a cabo por Bruno

Latour, Michel Callon y John Law (Latour, 2007), en el contexto de la sociología del conocimiento científico.

La ANT, representa una separación de las diferenciaciones tradicionales como naturaleza/sociedad, sujeto/objeto, macro/micro, las cuales son excluidas de las explicaciones para entender procesos de constitución de realidades (Domènech y Tirado, 1998). Este referente teórico y metodológico resalta la importancia de lo tecnológico en la comprensión del mundo, considerándolo de forma similar a la manera en que se trata lo social, para ello observa las redes que se conforman en la producción de conocimiento, analizando y observando el entorno de los científicos cuando llevan a cabo sus proyectos e investigaciones, enfatizando en que nadie actúa solo y que hay un gran número de actantes que influyen (Latour, 2008).

Los planteamientos de Latour explican lo que sucede con las tecnologías en la actualidad desde una perspectiva híbrida y sin distinciones, una nueva perspectiva ontológica que le otorga a los objetos una agencia (capacidad que posee una persona u otra identidad para actuar en un mundo) similar a la de los sujetos en la que priman los vínculos, las relaciones y las interacciones. La teoría hace posible la reflexión sobre cómo las tecnologías conforman, concuerdan o convienen seres humanos, experiencias, actitudes, pensamientos y acciones, y cómo estos, a su vez, los transforman en una red en donde la narrativa adquiere especial importancia. La Teoría del Actor-Red ha sido aplicada en diversos contextos escolares en los cuales se estudia la interacción entre docentes y alumnos en aulas de clases de ciencias de diferentes niveles educativos. El propósito de estos estudios ha sido mostrar cómo enriquece la ANT el análisis de las prácticas cotidianas en estos espacios.

La incorporación de recursos teóricos provenientes de la ANT permite explorar la agencia de los elementos no humanos, que hace posible estudiar la complejidad de las prácticas educativas en las aulas y los cambios que se pueden alcanzar al analizar la

interacción entre entidades humanas y no-humanas (Candela, 2020).

Para una mejor comprensión de la ANT, es necesario explicar los principales conceptos que la fundamentan, algunos de los cuales ya se han mencionado, estos son la idea de actor/actante, mediadores, intermediarios, redes y traducción. La teoría se caracteriza por ser un enfoque que hace posible seguir o rastrear cosas, lo que Latour llama actantes que pueden ser representados por personas, máquinas, animales, plantas, laboratorios, textos, artefactos tecnológicos, etc.

Los actantes son los mediadores que según Latour (2012) constituirán redes entre ellos y se asociarán con otras entidades, moviendo y transformando estas redes. Las redes pueden realizarse a partir de la agencia/acción de sus actantes. Pueden estar en constante movimiento y configurarse para formar otras redes (Melo, 2011).

De acuerdo con Latour (1994), los mediadores son los actores que tienen la capacidad de transformar continuamente las relaciones entre entidades, haciéndolas realizar cosas, asociaciones o interacciones; por su parte, las entidades que participan en la red, sin transformarla ni redefinirla, se denominan intermediarias.

Otro concepto importante es el de redes; en la concepción de la ANT, las redes no deben entenderse en sentido cibernético, sino como flujos, circulaciones, alianzas y movimientos en los que los actantes involucrados sufren constantes interferencias (Freire, 2006).

En la concepción de Bruno Latour, para comprender la producción de un hecho, de un concepto científico, se debe observar las redes de actantes que están en actuación a través de alianzas. Este fenómeno, según Latour hacer referencia a combinar intereses diferentes en un solo objetivo compuesto.

Desde la perspectiva de Latour (1996), la ANT tiene en cuenta diversos elementos de la teoría de redes; además ha sido ampliamente utilizada para el estudio de las relaciones que permiten la productividad científica y tecnológica, así como la

identificación de los roles de los distintos actores que intervienen en dicha productividad.

En este sentido, Ortega y Arellano (2010) señalan que, en el estudio de comunidades científicas, las fronteras entre sociedad y naturaleza se disuelven dado que características que antes podían ser atribuidas únicamente a seres humanos, en el ámbito científico aparecen relacionadas con elementos que no son humanos, por ello explicar la realidad a partir de la dualidad entre las concepciones de lo social y lo natural ya no son necesarias.

Latour (1983) resalta que la noción de traducción aplicada al análisis de la ciencia como producción social, hace posible entre otras cosas:

- ✓ Traducir los resultados de la ciencia a lenguajes no científicos, lo que favorece el diálogo entre los científicos y distintos actores sociales o actantes, así como también la reunión y fusión de intereses distintos en torno a un hecho científico.
- ✓ Considerar elementos de fuera del laboratorio (lugar de producción de la ciencia) para observarlos y comprenderlos y de esta manera traducirlos a aspectos de interés para otras poblaciones no científicas quienes atribuyen a los hallazgos científicos diferentes significados.
- ✓ La ocurrencia de movilizaciones de objetos, personas, términos, significados, así como entre lo micro y lo macro, lo interno y lo externo (al laboratorio), la pequeña escala (en el laboratorio) y la gran escala (en la sociedad). Estas movilizaciones hacen que la ciencia se fortalezca cuando puede resolver un problema que afecta a un sector particular de la sociedad.
- ✓ Identificar las redes de relaciones y los distintos actores con los que los científicos interactúan, así como las transformaciones que se generan a partir de los desplazamientos que se dan gracias al trabajo en los laboratorios, donde fuera de sus límites físicos las personas pueden ver los resultados de la ciencia.

- ✓ Comprender el laboratorio en el contexto social en el que opera y en el que ocurren los hechos científicos, lo mismo que el poder que tiene la ciencia por medio del conocimiento que producen los científicos. En este sentido, el laboratorio además de ser el escenario particular de los científicos es el elemento que les otorga fuerza y poder ante la sociedad, siempre y cuando logren traducir sus resultados a un lenguaje interpretable para la mayoría de la población.

Ortega (2013), describe cuatro momentos para la aplicación de la ANT que se describen a continuación:

- ✓ La problematización. Aquí se define el objeto o la cuestión de la investigación, de manera que los actores se interesen en ese objeto o en esa cuestión y circunscriban su definición.
- ✓ La participación. Aquí los investigadores establecen alianzas con los actores implicados con la problemática, construyen su sistema de asociaciones formando estructuras sociales específicas.
- ✓ El enrolamiento. Aquí se definen y atribuyen los roles a los actores. Los roles no están necesariamente predefinidos, sino que se construyen progresivamente y se estabilizan durante esta etapa.
- ✓ La movilización. Aquí los actores se asocian a través de sus delegados o representantes lo que permite reducir el número de interlocutores y homogeneizar los puntos de vista, los intereses y los lenguajes.

Reconocer estos momentos permite identificar cómo se construye una red, el problema clave que posibilita el involucramiento de los diversos actantes, los actantes participan en ella y sus diferentes conexiones e interacciones, las negociaciones que llevan a cabo, las intervenciones que los distintos participantes en la red hacen sobre los objetos técnicos y naturales y la sociedad y los acuerdos a los que llegan apoyados en el soporte material de los actantes no humanos implicados.

La idea central que atraviesa la futura investigación es intentar descifrar qué tipo de agente es el Centro de Ciencias y abrir la discusión al respecto desde una perspectiva sociológica.

2.4 Secuencia didáctica

Las secuencias didácticas se definen como un conjunto de actividades ordenadas, estructuradas y articuladas que, con la mediación de un docente, buscan el logro de determinadas metas educativas, considerando una serie de recursos, tienen un principio y un fin conocido por estudiantes y profesores. (Tobon, 2010).

La secuencia didáctica que se formulará en esta investigación debe constituirse en un objeto sociotécnico, que permita indagar cómo se pueden lograr conocimientos, comprensiones, percepciones sobre la Astronomía a través de actividades en las que se destaca la interacción con el Centro de Ciencias.

Dichos sistemas objetos o sistemas sociotécnicos pueden estar compuestos por elementos tecnológicos que hace referencia a la instrumentación científica, infraestructura física, equipos de cómputo; puede incluir también, organizaciones públicas y privadas o incorporar componentes científicos como libros, artículos, profesores universitarios y software. Hughes (2011) propone que los asuntos políticos y legislativos tales como las leyes y los reglamentos también forman parte del sistema.

La Figura 2 presenta un esquema de los aspectos que involucra un sistema sociotécnico y sus relaciones.

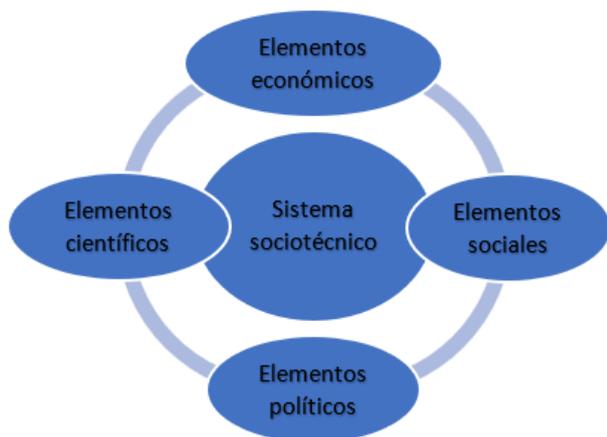


Figura 2. Sistema sociotécnico. Elaboración propia.

Utilizando la ANT como herramienta de análisis, se buscará identificar y describir la agencia de los actantes que participan en los momentos de aprendizaje que la secuencia didáctica hará posible.

3. Metodología de la propuesta de investigación

Para llevar a cabo la futura investigación se propone un estudio multimodal, que reúne la investigación con enfoque cualitativo y cuantitativo. Se realizará un estudio con estudiantes de básica primaria de Instituciones Educativas Oficiales de la Ciudad de Pasto. Para el cumplimiento de los objetivos es necesario llevar a cabo los siguientes pasos:

A) Se intentará evaluar y describir cuáles son los discursos, ideas previas, saberes, que tienen los niños y niñas de básica primaria de colegios públicos y privados, rurales y urbanos de la ciudad de Pasto, sobre el concepto de sistema solar, relaciones de tamaño, movimiento y posición a través de cuestionarios y entrevistas, en la preparación de dicho instrumento se debe tener en cuenta las técnicas tradicionales de investigación educativa, en particular, las aportaciones de la investigación en educación científica.

Los ítems que se evaluarán se seleccionarán de la revisión de antecedentes del enfoque tres; en lo posible, se escogerán ítems ya utilizados, que contribuya a su validación (Fons, 2014). Las preguntas se evaluarán respecto a unas categorías específicas, resultando finalmente en un estudio estadístico cuantitativo.

B) Se trabajará en la conformación de la red, identificando los diferentes actantes y sus respectivos roles. Aquí se diseñará y aplicará la secuencia didáctica de una manera colaborativa y dinámica.

El enfoque de un análisis basado en la ANT consiste en establecer cómo se realizan los procesos, quién actúa y cómo actúa, y cómo esta actuación puede transformar, influir, limitar o definir la realidad.

Este enfoque posibilita investigar el proceso de enseñanza y de aprendizaje movilizado por la secuencia didáctica como práctica sociotécnica, incorporando también entidades no humanas como fundamentales para la comprensión de la red sociotécnica (Sayes, 2014). La secuencia didáctica que se formulará debe constituirse en un objeto que permita indagar cómo se pueden lograr conocimientos, comprensiones, percepciones sobre la Astronomía a través de actividades en las que se destaca la interacción con el Centro de Ciencias.

Para Latour (2012), después de haber identificado los actantes y sus acciones, se puede entender las movilizaciones, movimientos y transformaciones. En ese punto, el investigador pone a prueba su trabajo a través de su escritura, que se configura como su descripción del rastreo de asociaciones.

C) Se determinará si los estudiantes evidencian una transformación o traslaciones en el concepto de sistema solar, relaciones de tamaño, movimiento y posición respecto a lo percibido en el primer estudio, una vez hayan participado de la secuencia didáctica.

4. Resultados

A continuación, en este apartado se expondrán algunos resultados iniciales de nuestra investigación, correspondiente a la elaboración previa del cuestionario inicial, la secuencia didáctica y la conformación de la red.

4.1 Cuestionario reconocimiento previo de saberes

En la Tabla 1 se muestra un ejemplo de ítems que conformarán el cuestionario inicial presentado a los niños y niñas.

Las respuestas a cada una de las cuestiones planteadas para el análisis han sido categorizadas en correctas (2), parcialmente correctas (1) e incorrectas (0).

Tabla 1. Cuestionario inicial para evaluar el desempeño en el estándar de competencia: “Describo los principales elementos del sistema solar y establezco relaciones de tamaño, movimiento y posición”.

| Ítem | Criterio de valoración | | |
|--|------------------------|--|--|
| | 0 | 1 | 2 |
| Si representáramos al Sol por un cuerpo del tamaño de una pelota de fútbol, ¿qué tamaño, aproximadamente, podría representar a la Tierra?, ¿qué tamaño tendría Júpiter?, ¿y Neptuno? | Respuesta incorrecta. | La respuesta guarda las proporciones, aunque no da con la escala. | Acierta con las proporciones y con el orden de magnitud. |
| ¿Por qué los planetas cuando están más cerca del Sol se mueven más rápido, mientras que cuando están más lejos lo hacen más lentamente? | Respuesta incorrecta. | Hace un esquema sobre las áreas, pero no logra explicarlo correctamente. | Explica correctamente e la ley de las áreas mediante un esquema. |
| Construya un esquema del Sistema Solar con sus componentes en el orden respectivo. | Respuesta incorrecta. | Dibuja el Sistema Solar pero solamente con el Sol y los planetas. | Dibuja el Sistema Solar con todos sus componentes. |
| ... | ... | ... | ... |

Ítems cuestionario inicial de entrada. **Fuente:** Elaboración propia.

4.2 Construcción de la secuencia didáctica

La secuencia didáctica que se planea elaborar constituye un objeto sociotécnico, que permitirá investigar cómo mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la Astronomía a través de diversas actividades en las que se destacan la presencia de

elementos científicos, económicos, políticos y sociales.

Utilizando la Teoría del Actor-Red como herramienta metodológica de análisis, se buscará identificar y describir la agencia de los actantes que participen en los momentos de aprendizaje posibilitados por la secuencia didáctica. A continuación, se presenta en forma de esquema, en la Figura 3, la descripción de uno de los momentos que contendrá la secuencia didáctica, los aprendizajes esperados, las actividades que se pretenden desarrollar y los recursos disponibles.



Figura 3. Momento secuencia didáctica. **Fuente:** Elaboración propia.

Los datos serán recolectados a partir de la aplicación de la secuencia didáctica. Se espera que en la aplicación se presenten adaptaciones, muchas de ellas derivadas de eventualidades inherentes a las situaciones presentadas en los encuentros y reuniones. Durante la aplicación, los fenómenos observados serán registrados en un diario de campo y los registros documentales de los estudiantes serán archivados a medida que se realicen las actividades.

El diario de campo es una técnica, que recoge todas las observaciones e impresiones del investigador en el campo, por ello, se empleará esta técnica como un método de recolección de datos, de descripción de los procesos y estrategias de la propia investigación y análisis de las implicaciones subjetivas, (El-Hammout, 2002).

4.3 Análisis de los datos y observaciones

Partiendo desde la perspectiva de la ANT, se construirán diagramas que muestren las

asociaciones y las desviaciones o nuevas asociaciones resultantes de las traducciones ocurridas durante los momentos de aplicación de la secuencia didáctica (Costa, 2017). Para ello, se considerará un seguimiento durante la aplicación de la secuencia didáctica que permita observar dichas asociaciones y nuevas asociaciones entre los actantes involucrados, este seguimiento se representará mediante la curva roja de la Figura 4 (Costa, 2017).

La línea roja se desvía hacia la izquierda y hacia la derecha, lo cual permitirá entender la construcción de asociaciones y nuevas asociaciones, respectivamente. Si bien las desviaciones implicarán un alejamiento de la propuesta inicial de las actividades de la secuencia didáctica, serán importantes para el proceso de aprendizaje, pues constituyen una nueva asociación no planeada entre los actantes, los cuales serán mapeados a partir del análisis de la aplicación de la secuencia, a partir de las impresiones reportadas en el diario de campo. Cada vez que un determinado tema/elemento entre en las discusiones, se lo definirá como un actante mediador, ya que contribuirá al desempeño de la red.

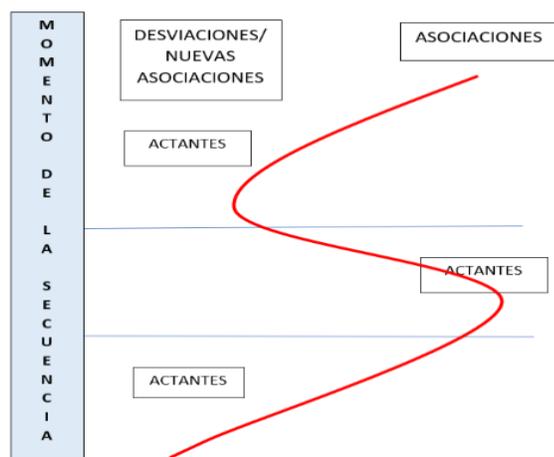


Figura 4. Diagrama de traslaciones. **Fuente:** ReBECM, Cascavel, (PR), v.4, n. 2, p. 165-188, ago. 2020 Edição Especial - Educação Ambiental e Ensino de Ciências: pesquisas e práticas pedagógicas.

5. Consideraciones finales

La revisión teórica que respalda la propuesta de investigación planeada en este documento permite comprender que cada persona tiene su aprendizaje vinculado a una red que se sostiene y produce por una asociación entre humanos y no humanos. Por lo tanto, se espera que, en el transcurso de las actividades propuestas en la secuencia didáctica, el aprendizaje se dé a través de la asociación de los niños y niñas con diferentes actantes, que sus discursos, conceptos y conocimientos se traduzcan/transformen y que puedan imprimir su impronta, logrando así el aprendizaje de la Astronomía, se espera que en los futuros datos se evidencien movimientos de traducción, es decir, situaciones que muestren la asociación entre humanos y no humanos, entre sujetos y objetos.

La expectativa es permitir que los niños y niñas movilicen conocimiento utilizando su propio contexto social y cultural. De esta forma, se apuesta a que el Centro de Ciencias se transforme en un espacio de enseñanza y de aprendizaje que pueda expandir la mente y transformarla para que los sujetos se perciban como parte del problema y también encuentren en sí mismos la solución.

6. Referencias

- Bailey, J. M. (2011). Astronomy education research: Developmental history of the field and summary of the literature. Commissioned paper for the National Research Council Board on Science Education's Committee on the Status, Contributions, and Future Directions of Discipline Based Education Research.
- Balfour, J., & Kohnle, A. (2010). Testing conceptual understanding in introductory astronomy. *New Directions in the Teaching of Physical Sciences*, (6), 26-29.
- Bretones, P. S. (2019). Astronomy education research: impact and future directions. In *EPJ Web of Conferences* (Vol. 200, p. 01022). EDP Sciences.
- Candela, A., Naranjo, G., Riva, M. D. L., Moreno, J., & Rey, J. (2020). Teoría del actor-red y contextos escolares. *Revista mexicana de investigación educativa*, 25(86), 689-717.
- Domènech, M., & Serrano, F. J. T. (Eds.). (1998). *Sociología simétrica: ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad* (pp. 18-29). Barcelona: Gedisa.

- El Hammouti, N. (2002). Diários etnográficos profanos na formação e pesquisa educacional. *Revista europea di etnografia dell'educazione*, 1(2), 9-20.
- Fons, R. P. (2014). Enseñanza y aprendizaje de la Astronomía en el bachillerato. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 699-700.
- Freire, P. (2006). *Pedagogía de la indignación*. Ediciones Morata.
- Jorge Sierra, E. (2011). Thomas Hughes y los sistemas tecnológicos. *Sociología de la Tecnología*.
- Latour, B. (1983). Dadme un laboratorio y levantaré el mundo. publicación original: Give me a Laboratory and I Will Raise the World en Knorr-Cetina, Karim y Michael Mulkay (eds.), *Science Observed: Perspectives on the Social Study of Science*, Londres, Sage, 141-170
- Latour, B. (1994). On technical mediation. *Common knowledge*, 3(2).
- Latour (1996). On actor-network theory. A few clarifications plus more than a few complications. *Soziale Welt*, (47), 369-381.
- Latour, B. (2007). *Reassembling the social: An introduction to actor-network-theory*. Oup Oxford.
- Latour, B. (2008). *Re-ensamblar lo social. Una introducción a la teoría del actor-red*. Buenos Aires: Manantial.
- Melo, M. D. F. A. D. (2011). Discussing learning under actor-network theory perspective. *Educar em Revista*, 177-190.
- Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos curriculares: Ciencias naturales y educación ambiental*.
- Ortega, C. & Arellano, A. (2010). *Relaciones sociales y de genes. El primer vegetal transgénico mexicano*. México: Editorial Miguel Ángel Porrúa.
- Ortega, C. (2013). Del laboratorio al campo: la historia inconclusa de la papa transgénica en México. En A. Arellano, M. Chauvet y R. Viales (Coord.), *Redes y estilos de investigación: Ciencia, Tecnología, Innovación y Sociedad en México y Costa Rica* (pp. 87-113). México: Editorial Miguel Ángel Porrúa.
- SANTOS, F. C. D. (2017). *Sequência didática para o ensino fundamental: trilhas para investigar a aprendizagem em ambientes naturais e urbanos*. 2017.106 f (Doctoral dissertation, Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências), Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto).
- Sayes, E. (2014). Actor–Network Theory and methodology: Just what does it mean to say that nonhumans have agency? *Social studies of science*, 44(1), 134-149.
- Schmidt, Q. (2006). Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas: guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden [1].
- Tobón, S. T., Prieto, J. H. P., & Fraile, J. A. G. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias* (Vol. 1, p. 216). México: Pearson educación.