Fotografía: Edgar Orlay Valbuena Ussa

MODELOS MENTALES Y FUENTES DE INFORMACIÓN ACERCA DEL SISTEMA SOLAR EN ESTUDIANTES DE GRADO QUINTO

Mental Models and Sources of Information about the Solar System in Students of Fifth Grade

Modelos mentais e fontes de informação sobre o sistema solar em alunos de quinto ano

María Fernanda Barón-Montero*
Diana Carolina Mejía-Mondragón**
Laura Alejandra de La Hoz-Ojeda***

Fecha de recepción: 12 de marzo de 2020
Fecha de aceptación: 20 de junio de 2020

Cómo citar este artículo:
Barón-Montero, M. F., Mejía-Mondragon, D. C. y De La Hoz-Ojeda, L. A. (2020). Modelos mentales y fuentes de información acerca del sistema solar en estudiantes de grado quinto. *Bio-grafía, 13*(25), 97-109. https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.13.num25-12085

Resumen

El presente artículo de investigación tiene como objetivo identificar los diferentes modelos mentales que tienen los estudiantes de grado quinto del colegio Monterrey acerca del concepto de sistema solar y las principales fuentes de información a las que recurren para configurar su conocimiento sobre dicho concepto. Se pretende examinar, mediante el diseño y la implementación de una unidad didáctica, las relaciones entre las fuentes de información que los estudiantes consultan con frecuencia y la construcción de modelos mentales, debido a la gran influencia que tienen estos en la construcción de conocimiento. Siguiendo una ruta metodológica cualitativa, bajo un paradigma interpretativo, se realizan entrevistas no estructuradas y estructuradas a los estudiantes, y registros de las clases (videos, audios, diario de campo). Los resultados son muy significativos: los modelos mentales que tienen los estudiantes al inicio de la implementación de la unidad didáctica se contrastan notablemente, en la mayoría de los casos, con los modelos finales. Se encontró que los modelos mentales más elaborados por los estudiantes fueron el modelo lineal y el modelo con aproximación a Kepler (presencia de órbitas). Se identificó que la fuente de información más utilizada por los estudiantes para la construcción de su conocimiento es internet (wikipedia, página web frecuentada por toda la muestra); sin embargo, no se encontró una relación directa entre la fuente de información y la construcción de sus modelos mentales. No obstante, fuentes de información como la propia experiencia de los estudiantes y la labor de los procesos escolares resultan ser de gran importancia en la reconfiguración de sus modelos mentales.

Palabras clave: modelos mentales; sistema solar; fuentes de información; representaciones

* Estudiante de Licenciatura en Biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: mfbaronm@gmail.com. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-7271-8474
** Estudiante de Licenciatura en Biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: dcmejiam@correo.udistrital.edu.co
*** Estudiante de licenciatura en Biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: ldelahozojeda@gmail.com

Abstract

The purpose of this article is to identify the different mental models of fifth-grade students at the Monterrey School about the concept of the solar system, and the main sources of information they use to configure their knowledge about such concept. Through the design and implementation of a didactic unit, the authors intend to examine the relationships between the sources of information that students use the most, and the construction of mental models, due to their great influence on the construction of knowledge. Following a qualitative methodological approach, under an interpretative paradigm, unstructured and structured interviews are carried out with students and class records (videos, audios, field diary). The results are quite significant: the students' mental models at the beginning of the implementation of the didactic unit, in most cases, contrast notoriously with the final models. The authors found that the most elaborated mental models are the linear one, and the model with an approach to Kepler (presence of orbits). The results show that the source of information most used by students for the construction of their knowledge is the Internet (Wikipedia, web page visited by the entire sample). The authors did not find any direct relation between to the source of information and the construction of mental models. However, information sources such as the students' own experience and the work of school processes play an important role in the reconfiguration of their mental models.

Keywords: mental models; solar system; sources of information; representations

Resumo

O presente artigo de pesquisa tem como objetivo, identificar os diferentes modelos mentais que os alunos de quinto ano da escola de Monterrey possuem sobre o conceito de sistema solar, e as principais fontes de informação que recorrem para configurar seu conhecimento desse conceito. Pretende-se examinar, através da criação e implantação de uma unidade didática, as relações entre as fontes de informação que os alunos consultam frequentemente e a construção de modelos mentais, devido à grande influência que estes têm na construção do conhecimento. Seguindo um percurso metodológico qualitativo, sob um paradigma interpretativo, são realizadas entrevistas não estruturadas e estruturadas aos alunos, e registros das aulas (vídeos, áudios, diário de campo). Os resultados são muito significativos: os modelos mentais que os alunos possuem no início da implementação da unidade didática são notavelmente contrastados, na maioria dos casos, com os modelos finais. Encontrou-se que os modelos mentais mais elaborados pelos alunos foram o modelo linear e o modelo com aproximação de Kepler (presença de órbitas). Identificou-se que a fonte de informação mais utilizada pelos alunos para a construção do seu conhecimento é a internet (wikipedia, página web frequentada por toda a mostra); não obstante, nenhuma relação direta foi encontrada entre a fonte de informação e a construção de seus modelos mentais. No entanto, fontes de informação como a própria experiência dos alunos e o trabalho dos processos escolares são de grande importância na reconfiguração de seus modelos mentais.

Palavras-chave: modelos mentais; sistema solar; fontes de informação; representações

CC BY NC

A través del tiempo el ser humano se ha relacionado con los fenómenos celestes. El sol, la luna, las estrellas, el movimiento estelar, las estrellas fugaces y la infinidad cósmica son algunos de los temas que han llamado su atención. Los niños no se han quedado atrás, al ser investigadores y observadores innatos, llenos de preguntas e inquietudes acerca de todo lo que les rodea, de los fenómenos que ocurren y que pueden suceder, construyen representaciones del firmamento y de los elementos que lo conforman, de los fenómenos celestes y de conceptos que, sin lugar a dudas, fundamentan la construcción de conocimientos astronómicos más especializados que les permiten afianzar su percepción de la naturaleza y el universo (Piaget, 2001). Por lo tanto, el principal objetivo de esta investigación es comprender los modelos mentales que construyen los estudiantes de grado quinto acerca del sistema solar, así como las fuentes de información a las que recurren y las representaciones que poseen.

Cabe destacar que, en la actualidad, se ha dejado de lado la concepción de que el estudiante llega con la mente en blanco, y se ha reformulado la enseñanza y el aprendizaje en torno a la idea de que

> Los alumnos tienen ya un saber conceptual y referencial que no podemos dejar de lado. Sobre la mayoría de los temas poseen un cierto número de representaciones de acuerdo con sus necesidades. Cuando no las poseen intentaran comprender a partir de su adquisición conceptual anterior —sus representaciones—. Este marco de referencia es el mediador del conocimiento. (Giordan, 1993, p. 149)

Por lo tanto, las representaciones que construyen los niños a partir de su experiencia se convierten en el punto de partida para la comprensión de los fenómenos celestes, ya que "la representación que posee el alumno indica tanto su imagen de la realidad como el instrumento de mayor alcance que ha podido elaborar para el análisis de esa realidad: dos componentes a partir de los cuales va a comprender" (Giordan, 1993, p. 154).

Interpretar los modelos mentales de los estudiantes permite conocer la forma en que construyen su conocimiento en torno al sistema solar y las representaciones que tienen acerca de temas específicos. Esto da paso a la creación de estrategias que faciliten el aprendizaje tanto de este concepto como de otros. Asimismo, conocer sus representaciones del sistema solar permite explicar los ideales del mundo astronómico que poseen para desarrollar estrategias que aumenten su interés por la astronomía. Las relaciones cognitivas que se producen a partir de la construcción de significados de los fenómenos cotidianos se convierten en una herramienta fundamental a la hora de favorecer el aprendizaje en temas como el sistema solar, los elementos que lo componen, la conformación de los cuerpos celestes, entre otros, ya que se tiene en cuenta que son conceptos que se han construido desde la experiencia que los estudiantes han adquirido gracias a las relaciones que forman con dicho conocimiento, ya sea por el acceso a información teórica, construcción social (familia, amigos) o influencia de los medios de comunicación.

El término *modelo* se emplea en múltiples contextos, como el escolar, el social o el académico, lo que le otorga un atributo polisémico, puesto que, como plantea Chamizo: "se ha empleado y se emplea aun con diversos sentidos" (2009, p. 27), Así, Alurralde y Salinas (2007) contribuyen a la comprensión teórica del concepto *modelo*, que definen como una construcción personal del sujeto. Para ello destacan el aporte de autores como Moreira (1997), quien basándose en la teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird (1983), sostiene que en su razonamiento los sujetos usan "bloques cognitivos" (modelos mentales, análogos estructurales del mundo, que se construyen, reconstruyen y combinan). Pozo (1994), apoyándose en Holland *et al.* (1986), sugiere que el sistema de representación se basa en unidades significativas de carácter molar (los modelos mentales), compuestas por sistemas de producción (conjunto de reglas relacionadas) que se activan simultáneamente ante la presencia de un "mensaje" (estímulo) para formar categorías organizadas.

Así, en esta investigación nos basamos en que, según enuncia Moreira: "los modelos mentales son, por lo tanto, una forma de representación analógica del conocimiento: existe una correspondencia directa entre entidades y relaciones presentes en la estructura de esa representación y las entidades y relaciones que se quieren representar" (1999). Entonces, desde esta perspectiva, los modelos mentales son la información que las personas interiorizan, asimilan y comprenden del mundo externo y lo que orienta su accionar frente a las cosas presentes en su realidad. En efecto, los modelos mentales obedecen a la forma de relacionarnos con el mundo, es decir, a la percepción de nuestros sentidos, a la experiencia y las ideas que se tengan de la realidad y a los fenómenos del mundo. Los modelos mentales, entonces, son propios y diferentes en cada persona, y dependen de su propia perspectiva, su forma de relacionarse con el mundo, sus intereses, su motivación y el contexto en el que se desenvuelve (Giraldo, 2014).

En cuanto a las *fuentes de información*, estos son todos los recursos que contienen datos formales, informales, escritos, orales o multimedia. Se dividen en tres tipos: primarias, secundarias y terciarias. Las *fuentes primarias* contienen información original, que ha sido publicada por

primera vez y que no ha sido filtrada, interpretada o evaluada por nadie más; son producto de una investigación o de una actividad eminentemente creativa. Las *fuentes secundarias* contienen información primaria, sintetizada y reorganizada. Están diseñadas especialmente para facilitar y maximizar el acceso a las fuentes primarias o a sus contenidos. Componen la colección de referencia de la biblioteca y facilitan el control y el acceso a las fuentes primarias. Las *fuentes terciarias* son guías físicas o virtuales que contienen información sobre las fuentes secundarias. Forman parte de la colección de referencia de la biblioteca. Facilitan el control y el acceso a toda gama de repertorios de referencia, como las guías de obras de referencia, o a un solo tipo, como las bibliografías (Lamanna y Misiak, 2008).

Todo lo anterior fundamenta el desarrollo de esta investigación, orientada a detallar cuáles son los modelos explicativos que han construido los estudiantes de grado quinto acerca del sistema solar y qué fuentes de información utilizan para configurar dichos modelos. Para responder a estas preguntas, se diseñó e implementó una unidad didáctica ("Cosmonautas: El sistema solar, toda una aventura") dirigida a un grupo de 21 estudiantes de quinto grado, que se encuentran en un rango de edad entre los 9 y los 12 años; pertenecientes a un estrato socioeconómico de nivel 3, de la institución educativa Colegio Monterrey, ubicado en el barrio la Serena, en la localidad de Engativá, en Bogotá.

El sistema solar es el tema fundamental de esta unidad, y se desarrolla teniendo en cuenta el enfoque de aprendizaje significativo (Ausubel, 1963), que señala la importancia que tienen los conocimientos previos en la fundamentación de la significatividad en el aprendizaje. A partir de allí se proponen varias actividades, contando para su implementación ocho sesiones, distribuidas en dos horas académicas semanales.

Metodología

El enfoque de esta investigación es cualitativo, ya que está orientado a comprender e interpretar la complejidad de los fenómenos sociales que suceden en la vida cotidiana. Su objetivo es llegar a producir, de una manera lógica y coherente, teorías que expliquen y den sentido a dichos fenómenos. Esta metodología de investigación constituye un modo de dar explicaciones lógicas y descifrar una determinada situación o concepto, analizando a las personas a las cuales se está estudiando. Por ende, la observación (participante o no), la entrevista, las descripciones, los puntos de vista de los investigadores y las reconstrucciones de los hechos son infalibles para este tipo de investigación (Cortés y León, 2004). Además, se centra en

> La comprensión de una realidad en la cual se van a considerar aspectos puntuales como el producto de un proceso de construcción que conlleva una historia, se da a partir del punto de vista de la lógica y la forma en que lo conciben los protagonistas del estudio determinado. (Quintana *et al.*, 2006, p. 48)

El análisis se basa en el paradigma interpretativo, que tiene como objetivo permitir profundizar en el conocimiento, desarrollar una visión perceptiva, emergente, holística y hermenéutica. La investigación se llevó a cabo en cuatro fases.

Fase de caracterización

En esta primera fase se seleccionó la población de estudio, que comprendió a 21 estudiantes de grado quinto del Colegio Monterrey, ubicado en el barrio la Serena, de la localidad de Engativá en Bogotá. Los participantes se encuentran entre los 9 y los 12 años; la muestra usada fue de 18 estudiantes, ya que 3 de ellos no intervinieron en más de tres actividades. Luego se hizo un reconocimiento del grupo de estudio a través de dos sesiones de observación y se realizó una encuesta semiestructurada para conocer características socioculturales como nombre, edad y estrato socioeconómico. Además, se formularon dos preguntas (véase la tabla 3) con el fin de conocer el acompañamiento de los estudiantes a la hora de realizar tareas. Por último, se implementó un instrumento de ideas previas sobre el sistema solar.

Fase de diseño

Se creó una unidad didáctica de ocho sesiones bajo el enfoque de aprendizaje significativo y se tituló "Cosmonautas: El sistema solar, toda una aventura". Tuvo como eje central el concepto de sistema solar, ya que según lo establecido por las competencias en ciencias naturales de los *Estándares Básicos de Competencias 2006*, el tema correspondiente para grado quinto durante ese periodo correspondía a esta temática. Es importante que en ese grado se identifiquen los primeros elementos del sistema solar y se desarrollen relaciones de tamaño, movimiento y posición.

Fase de implementación

Se implementó la unidad didáctica en un total de ocho sesiones de clase, en las cuales se buscó que los estudiantes comprendieran el origen y la organización del sistema solar y cada uno de sus componentes. Asimismo, se desarrollaron actividades como escritos, dibujos y carteleras donde se evidenciaron los modelos mentales de los estudiantes; además, durante la última sesión se realizó una encuesta semiestructurada (véase la figura 1), para conocer las fuentes

de información que consultan. Esta fase se llevó a cabo durante septiembre, octubre y noviembre del 2015 (dos sesiones en septiembre y noviembre, y cuatro en octubre).

Fase de sistematización de resultados

Los resultados se obtuvieron mediante material recopilado en cada una de las sesiones (dibujos, carteleras, mapas conceptuales), entrevistas estructuradas y no estructuradas, diario de campo y grabaciones de las clases. Finalmente, se analizaron instrumentos y se sistematizaron mediante el *software* Atlas-ti.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la implementación de la unidad didáctica, se establecieron unas categorías para identificar los modelos mentales y las fuentes de información de los estudiantes.

Figura 1. Encuesta semiestructurada sobre las posibles fuentes de información de los estudiantes.

1. A la hora de hacer tareas o consultar información recurres a:
   a) Libros
   b) b)Internet
   c) Tu Mamá o algún familiar
   d) d) Lo que dicen en televisión
   Otro ¿Cuál?_____
2. Lo que sabes acerca del concepto **Sistema solar** es:
   a) Lo que has visto en clase
   b) Lo que te muestra los noticieros
   c) Lo que has visto en programas educativos
   d) d) Lo que escuchaste en radio
   Otro ¿Cuál?_____
3. Nombre por lo menos 4 paginas de internet que mas consultas a la hora de hacer tareas.
   _____
   _____
   _____
   _____
4. Tu interés acerca del sistema solar surgió por:
   a) Lo visto en clase
   b) Las noticias
   c) Programas de televisión
   d) Libros

Fuente: elaboración propia.

Categorización de modelos mentales

Tabla 1. Categorización de modelos mentales sobre el sistema solar

Acercamiento al modelo astro-planeta[a]	Acercamiento al modelo heliocéntrico	Acercamiento al modelo lineal	Acercamiento al modelo de Kepler	Modelo indefinido
Ubica un solo planeta acompañado de un astro.	Modelo actual. Toma el sol como eje del sistema solar.	Ubica el sol en un extremo, seguido de los planetas totalmente alineados.	Partidario de la teoría heliocéntrica, propone la presencia de órbitas.	No se acerca a ninguno de los modelos.

[a] Las categorías fueron establecidas por las autoras, después de realizar la intervención didáctica. Sin embargo, las categorías Acercamiento al modelo heliocéntrico y Acercamiento al modelo de Kepler se basan en las teorías del sistema solar propuestas por Aristarco de Samos y Johannes Kepler.

Categorización de fuentes de información

Se realizó una categorización de las fuentes de información manejadas por los estudiantes, con el fin de identificar cuáles son las que consultan con mayor frecuencia.

Tabla 2. Categorización de fuentes de información[a]

Fuentes de información de documentos	Fuentes de información tecnológicas	Fuentes de información personales	Fuentes de información escolares
Comprende las fuentes de información que son suministradas por libros, textos, atlas y enciclopedias.	Hacen referencia a las páginas de internet, programas de televisión y medios de comunicación.	Comprende las fuentes de información suministradas por familiares y amigos.	Comprende las fuentes de información suministradas por los docentes durante y después de clase.

[a] Las categorías fueron establecidas por las autoras.

Resultados

Fase 1: Caracterización

Durante la caracterización se realizaron algunas preguntas con la finalidad de identificar las fuentes y herramientas que tenían los estudiantes para realizar las tareas y reconocer la importancia de las fuentes de información en la población de estudio.

Tabla 3. Resultados de las preguntas de encuesta socioeconómica

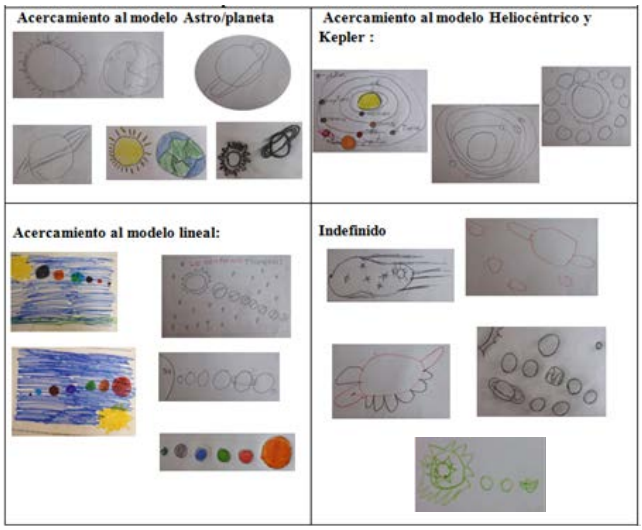
¿Tienes acompañamiento a la hora de hacer tareas?	De la muestra, 15 estudiantes tienen acompañamiento y 3 no.
¿Tienes internet en tu casa?	De los 18 estudiantes de la muestra, 17 responden afirmativamente a la pregunta.

Fuente: elaboración propia.

Fase 3: Ideas previas

En esta fase se identificaron los siguientes modelos mentales sobre el sistema solar.

Tabla 4. Categorización de los modelos mentales sobre sistema solar en la fase de ideas previas en estudiantes de quinto grado



Fuente: elaboración propia.

Fase 3: Implementación

Se llevaron a cabo ocho sesiones en total, pero para esta investigación se hace énfasis en las sesiones uno (Cartelera del sistema solar), cuatro (Dibujo de cuerpos celestes),cinco (Cuento: "Viaje interplanetario") y ocho (Actividad evaluativa y encuesta sobre fuentes de información), ya que en estas se logró recopilar mayor información que permitió identificar los modelos mentales de los estudiantes y las fuentes de información a las que recurren.

La sesión uno es una de las más significativas. Esta actividad se realizó en grupos de tres estudiantes, que, con ayuda de marcadores, témperas y otros materiales, hicieron una cartelera acerca del sistema solar. Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: tamaño de los planetas, número de planetas, su posición en la órbita, estética y presencia de cuerpos celestes. En la tabla 5 se muestran los resultados de cada grupo.

Tabla 5. Resultados por grupos de la sesión uno (Cartelera del sistema solar)

Grupos	Resultados
Grupo 1	Todos los planetas tienen exactamente el mismo tamaño. El Sol se encuentra en el centro. Se observan cuerpos como estrellas de cinco puntas, en la esquina inferior del dibujo se ubica una estructura redonda parecida a un planeta o la Luna, la cual tiene una bandera de Estados Unidos.

Grupos	Resultados
Grupo 2	Todos los planetas los conciben del mismo tamaño, en total ubican 8. Concepción de que el Sol es más grande que los planetas, pero su posición no es el centro, sino que lo ubican en el extremo derecho, con los planetas en diferentes posiciones. Estrellas de distintos tamaños y formas como círculos pequeños y grandes, rombos y estrellas de cinco puntas. Se observa un agujero negro.
Grupo 3	Se evidencia que conciben el tamaño del Sol mucho mayor que el de los planetas. Sin embargo, estos tienen aproximadamente el mismo tamaño, algunos como Júpiter, Saturno y Urano se realizan tan solo un poco más grandes que los demás. Una observación muy interesante es que, en una esquina del dibujo, fuera del sistema solar, dibujan una estructura similar a una luna o un planeta muy grande, que tiene una bandera y una estrella. Cuerpos celestes en forma de puntos y cometas.
Grupo 4	Una evidencia muy interesante es que este grupo ubicó a Plutón, una galaxia, cometas y estrellas de diferentes formas, además identifican que los planetas poseen diferentes tamaños. Se evidencia que los anillos de Saturno están formados por rocas y cada planeta presenta características propias, como anillos, color y otros.
Grupo 5	El Sol se ubica en una esquina e incompleto, el tamaño de los planetas se acerca un poco más a la realidad. Como cuerpos celestes se evidencian estrellas de cinco puntas y pequeños puntos. Los planetas están en diferentes posiciones, en desorden.
Grupo 6	El Sol está en una esquina del dibujo, con los planetas en orden pero ubicados de una manera lineal y solo ubican tres cuerpos celestes. Solo la Tierra y Saturno tienen sus características particulares.
Grupo 7	El Sol lo ubican en una esquina del dibujo, y los planetas se ubican seguidamente en forma lineal; sin embargo, se presenta una concepción un poco más cercana al tamaño de los planetas. Los cuerpos celestes se presentan como pequeños puntos.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Sistematización de resultados de fuentes de información y categoría de los modelos mentales inicial y final

Est.	Acom.		Fuentes de información				Páginas consultadas					Conocimiento					Interés				Modelo inicial	Modelo final
	Sí	No	A	B	C	D	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D		
1	x		x	x	x		x			x	x	x					X			**X**	Lineal	Heliocéntrico
2	x		x	x			x			x	x	x	x				X				Lineal	De Kepler
3	x			x						x		x				X				**X**	Astro/ Planeta	---
4	x			x	x		x		x			x				X	X				Lineal	Indefinido
5	x			x	x		x			x		x					x			**X**	Astro/ Planeta	Heliocéntrico
6	x		x	x	x		x					x				X	x				Lineal	De Kepler
7	x			x	x		x		x			x				X	x		x		Lineal	Indefinido
8	x			x	x		x		x			x					x				Indefinido	Lineal
9	x			x	x			x		x		x				X	x				Astro/ Planeta	Astro/Planeta
10		x		x			x	x	x	x		x	x				x				De Kepler	---
11	x				x		x	x		x	x	x					x				Lineal	Heliocéntrico

Est.	Acom.		Fuentes de información				Páginas consultadas					Conocimiento					Interés				Modelo inicial	Modelo final
	Sí	No	A	B	C	D	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D		
12		x		x				x		x		x					x		x		De Kepler	Heliocéntrico
13	x			x	x		x					x					x				Indefinido	---
14		x		x			x	x		x	x	x					x				Indefinido	Lineal
15	x		x	x							x	x					x				Lineal	Heliocéntrico
16	x		x	x	x		x	x	x	x		x		x			x			**X**	Astro/ Planeta	Heliocéntrico
17	x			x	x		x		x	x		x					x				Astro/ Planeta	De Kepler
18	x		x	x	x		x					x					x				Lineal	De Kepler
Tol	**15**	**3**	**6**	**17**	**12**	**0**	**14**	**6**	**6**	**11**	**5**	**18**	**2**	1	0	5	17	0	2	3		

Páginas consultadas. A: Wikipedia. B: YouTube. C: Yahoo! respuestas. D: Buscadores. E: Otro.
Fuentes de información. A: Libros. B: Internet. C: Un familiar. D: Lo que dice la televisión.
Conocimiento. A: Clase. B: Clase. C: Noticieros educativos. D: Programas educativos E: Radio.
Interés: A: Lo visto en clase. B: Noticias. C: Programa estudiantil. D: Libros.

En esta tabla se sistematizaron los resultados de algunas preguntas de instrumentos aplicados a los estudiantes, donde se puede evidenciar que la fuente de información más usada por los estudiantes es la internet. La página más consultada es Wikipedia, y con respecto al sistema solar se observa que lo que saben y el interés por este tema surge de lo visto en clase. Además, se ve el cambio de modelo inicial a modelo final de cada uno de los estudiantes.

Tabla 6. Modelos mentales iniciales y finales en torno al sistema solar y fuentes de información consultadas por los 18 estudiantes

Est	MODELO INICIAL	MODELO FINAL	FUENTE DE INFORMACION
1			Libros Internet: Google, Wikipedia Algún familiar Lo visto en clase
2			Libros Internet: Wikipedia. Google, rincón del vago. Lo visto en clase Noticias
4			Internet: Wikipedia y yahoo respuestas Algún familiar Lo visto en clase
5			Internet: Wikipedia, Google Algún Familiar Lo visto en clase

6			Libros Internet: Wikipedia Lo visto en clase
7			Internet: Wikipedia y yahoo respuestas Algún familiar Lo visto en clase
8			Internet: Wikipedia, yahoo respuestas Algún familiar Lo visto en clase
9			Algún familiar Internet: Google y Youtube Lo visto en clase
11			Internet: YouTube, safari, google y Wikipedia Algún familiar Lo visto en clase
12			Libros Internet: Google yahoo respuestas Lo visto en clase
14			Internet: Google, YouTube, Wikipedia Lo visto en clase
15			Libros Internet Lo visto en clase
16			Libros Internet; Wikipedia, YouTube, google, yahoo respuestas. Algún familiar Lo visto en clase Programas educativos
17			Internet: Wikipedia, google, yahoo respuestas
18			Libros Internet: Wikipedia Algún familiar Lo visto en clase

Análisis de resultados

Es evidente que los estudiantes adquieren y construyen constantemente ideas sobre cómo son los fenómenos naturales gracias a las experiencias que tienen con todo lo que observan, desde su contexto natural hasta su contexto social. Todo responde a una construcción de conocimientos a partir de su forma de representar el mundo que les rodea (Cubero, 1997). De esta manera, según lo planteado por Cubero (1994), las ideas de los niños no surgen al azar, sino que se vinculan con lo que conocen y con su capacidad de pensamiento. Por lo tanto, es factible, como se observa en las categorías planteadas de las ideas previas de los estudiantes de quinto grado, que se encuentren elementos fundamentales que tengan relación entre ellos, es decir, en un grupo determinado, como el de los participantes, se encuentran patrones comunes en sus ideas sobre lo que comprende el sistema solar, planteando el Sol como centro de dicho sistema y ubicando el planeta Tierra como una parte más de él.

Son estas semejanzas las que permiten que el docente logre trabajar con cada una de las concepciones previas de los estudiantes sobre un tema específico. De esta manera se generan procesos de pensamiento y construcción de conocimiento más significativos, es decir, el proceso de enseñanza y aprendizaje se facilita cuando se acepta que los estudiantes han hecho una labor empírica en la construcción de su conocimiento y que no se deslegitima en el aula; por el contrario, es la base para la comprensión y adquisición de otras formas de conocimiento, un poco más complejas y estructuradas, pero igualmente válidas que aquellos que dieron inicio. Así, se afirma que el verdadero aprendizaje significativo ocurre si y solo si se aprende sobre la experiencia y el conocimiento previo, es decir, cuando se edifican conocimientos sobre bases existentes.

Compiani plantea:

> Para discutir el aprendizaje de los alumnos a la luz de las influencias de enseñanza, es necesario relacionar sus producciones (cuestionarios, experiencias, experimentos, investigaciones, dibujos, etc.) con los determinantes de la instrucción dada y con sus ideas previas. Sugiero, por ejemplo, que tales producciones pueden ser analizadas según 4 aspectos: i. el contenido construido por los alumnos; ii. Las capacidades cognitivas alcanzadas por los alumnos; iii. Las influencias de las ideas previas de los alumnos en la evolución conceptual; y iv. La dirección de las ideas construidas por los alumnos, esto es, la del modelo científico, la de sus ideas previas o, una otra dirección. (1998, p. 148)

Analizar a la luz de estas cuatro categorías nos permite observar las construcciones conceptuales que se realizan a partir de las ideas previas, su influencia en el aprendizaje significativo y los obstáculos que posiblemente puedan presentarse a la hora de establecer un cambio en dichas ideas.

De esta manera, algunos de los obstáculos encontrados en el transcurso de este análisis son: el uso de lenguaje cotidiano, términos cotidianos (coloquiales y de uso común), uso de lenguaje tautológico, similitud de las respuestas con términos iguales a los mencionados en las preguntas, términos que no añaden nada nuevo, representaciones antropomorfas, representaciones gráficas del sistema solar como un sistema lineal, el uso de analogías, la apropiación de la analogía y no del concepto que en realidad se debe aprender, dificultad para diferenciar las características de los planetas y cada uno de los componentes y capas de la tierra.

En estos resultados podemos observar algunos obstáculos epistemológicos que se presentan para comprender la organización del sistema solar, ya que varios grupos comprenden el sistema solar de una forma lineal y estática, debido a la influencia de algunos libros de texto que presentan en imágenes el Sol y los planetas perfectamente alineados y con pocos cuerpos celestes.

Otro obstáculo epistemológico se evidencia en la posición geocéntrica que asumen los estudiantes para explicar las características de los demás planetas, en este caso, el tamaño. Varios grupos dibujan los planetas del sistema solar del mismo tamaño de la Tierra, lo cual incide directamente en el conocimiento de las características propias de cada planeta y crea obstáculos para la comprensión de los periodos de rotación de cada planeta, la gravedad, el número de cuerpos celestes atraídos, entre otros aspectos que podrían llevar a una mejor interpretación del funcionamiento del sistema solar.

En relación con los cambios generales, respecto a la categorización de los modelos mentales se evidencia un avance significativo, ya que el 55 % de los estudiantes realizan modelos heliocéntricos y de Kepler, que se acercan más a la organización y composición del sistema solar. También se puede evidenciar un cambio en los modelos mentales de los estudiantes después de la intervención didáctica, ya que en la actividad inicial el 43 % tenía un modelo mental astro/planeta y en la actividad final solo el 16 % aún mantenía. Este es un avance significativo, al dejar de lado estos modelos que no son para nada acertados y dar explicaciones acerca de la configuración del sistema solar. Otros factores que pueden influir son las afirmaciones a las que los estudiantes tienen acceso fuera

de la escuela, como los medios de comunicación, ya que al tiempo que se desarrollaban los temas de clase, Marte era muy nombrado en noticieros y discutido por muchas personas, debido a la gran noticia de presencia de agua en este planeta. Al discutir la existencia de agua en Marte durante la clase, los estudiantes manifestaban preguntas relacionadas con la posible existencia de estructuras y organismos, como las plantas, los humanos y otras formas de vida propias de la Tierra, lo que puede corroborar que los estudiantes asumen una posición geocéntrica para imaginar otros planetas.

Según la justificación presentada por los participantes para elegir su planeta favorito se elige a Urano, Saturno o Júpiter no desde una posición geocéntrica, sino con base en características visibles muy llamativas, como el color, la presencia de anillos y el tamaño. Por lo tanto, después de la intervención didáctica se pudo observar que los estudiantes dan explicaciones más coherentes desde el punto de vista del conocimiento científico, ya que en su mayoría demostraron un cambio conceptual y un aproximación al conocimiento científico. En sus representaciones, los planetas ya no se encuentran de manera lineal, sino que el sistema solar cuenta con órbitas y diferentes elementos, además lograron comprender que la Luna no es solo una, sino que cada planeta cuenta con satélites naturales a los que llamamos lunas. Se evidencia así que la construcción y deconstrucción de conceptos son procesos fundamentales en él o para la construcción de modelos mentales, ya que como afirman Greca y Moreira: "un modelo mental nunca es completo, sino que va siendo ampliado y mejorado a medida que nuevas informaciones son incorporadas" (1998, p. 111). En consecuencia, crear nuevas experiencias significativas en el campo educativo permite evidenciar cambios significativos en la construcción de conocimiento.

Cuando los docentes descubren la necesidad de buscar un cambio conceptual —en el área que sea— les resulta más simple trasponer el mismo problema a sus alumnos. Eso parece natural también en astronomía, pero en nuestro conocimiento esta idea no se ha puesto a prueba en nuestras escuelas con la frecuencia que sería deseable (Camino, 1995; Frede, 2006).

Conclusiones

- El reconocimiento de los modelos mentales iniciales en los estudiantes es de gran importancia, ya que al trabajar con ellos pueden iniciarse procesos de pensamiento y construcción de conocimiento más significativos, además de evaluar el progreso de cada estudiante en la comprensión de término. Así, podemos corroborar que el verdadero aprendizaje significativo solo ocurre si se aprende sobre la experiencia y los modelos mentales previos de los estudiantes, y edificar el nuevo conocimiento sobre bases ya existentes.
- Se identificaron los modelos mentales con los cuales los estudiantes explican la configuración del sistema solar. Estos fueron, en su mayoría, aproximados a modelos heliocéntricos, seguidos de aproximaciones del modelo de Kepler, acercamiento al modelo lineal, modelos indefinidos y, por último, modelos de astro-planeta.
- Mediante el análisis se ha constatado que la principal fuente de información utilizada por los estudiantes es el internet, seguido por la ayuda de padres, familiares y libros. Además, se observa que una fuente de información muy importante es la propia experiencia de los estudiantes, ya que esta se convierte en el punto de partida para la comprensión de los fenómenos del sistema solar. Por ende, en el modelo mental, los estudiantes construyen a partir de suexperiencia la realidad y la complejidad para interpretar esa realidad.
- Se evidencia poca relación entre las fuentes de información utilizadas por los estudiantes y la construcción de sus modelos mentales. Por el contrario, se resalta que la labor de los procesos escolares, como fuente de información, constituye una propuesta de calidad para mejorar el aprendizaje en los estudiantes. Fuentes secundarias como medios de comunicación, noticieros, algunos libros de texto y otros logran captar la atención de los estudiantes, pero en algunos casos no garantizan un aprendizaje significativo, ya que causa vacíos conceptuales y algunos estudiantes no logran consolidar la complejidad de un concepto determinado en este caso del sistema solar.
- Se observa el aprendizaje significativo en los estudiantes después de la aplicación de la unidad didáctica, ya que muchos de ellos transforman su modelo mental inicial al abordar las diferentes temáticas propuestas para el desarrollo de actividades. Al final forman modelos más complejos que permiten dar una explicación más adecuada y coherente, que permita comprender la configuración del sistema solar.

Referencias

Alurralde, E. y Salinas, J. (2007). *Modelos explicativos que estructuran las ideas de los estudiantes en física: aportes, resultados e interpretaciones para el aprendizaje del empuje* [ponencia]. I Jornadas Nacionales de Investigación Educativa -II Jornadas Regionales-VI Jornadas Institucionales, Tucumán, Argentina. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92013011003

Compiani, M. (1998). Ideas previas y construcción de conocimiento en aula. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, *6*(2), 145-153. http://www.raco.cat/index.php/ect/article/viewFile/88489/166186

Cortés, M. y León, M. (2004). *Generalidades sobre metodología de la investigación.* Universidad Autónoma del Carmen.

Cubero, R. (1994). *Concepciones alternativas, preconceptos, errores conceptuales… ¿distinta terminología y un mismo significado?* Investigación En La Escuela, (23), 33–42. https://doi.org/10.12795/IE.1994.i23.03

Cubero, R. (1997). *¿Cómo trabajar con las ideas de los alumnos?* Colección investigación y enseñanza.

Giraldo, G. (2014). *Enseñanza-aprendizaje del concepto de síntesis de proteínas en educación secundaria rural.* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional UNAL https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/52279.

Greca, I. y Moreira, M. (1998). *Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización*. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, *15*(2), 107-120.

Holland, J. H.; Holyoak, K. J.; Nisbett, R. E. y Thagard, P. R. (1986). *Induction. Processes of inference, learning and discovery*. The MIT Press.

Lamanna, P. y Misiak, N. (s. f .). *Las fuentes de información especializada*. http://pamelapgl.googlepages.com/Lasfuentesdeinformacionespecializada.doc

Moreira M. A. (1997). Modelos Mentais, Memorias del Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciencias, pp. 1-40. Belo Horizonte, Brasil.

Piaget, J. (2001). *La representación del mundo en el niño*. Morata.

Pozo J. I. (1994). Teorías Cognitivas del Aprendizaje. Morata.

Quintana, A. y Montgomery, W. (Eds.) (2006). Metodología de investigación científica cualitativa. En A. Quintana, *Psicología: tópicos de actualidad*. UNMSM.

Restrepo, B. (2002). Una variante pedagógica de la investigación acción educativa. *Revista Iberoamericana de Educación*. www.oei.revista

Rodríguez. G., Flores J. y Garcés, E. (1999). *Metodología de investigación cualitativa*. Algibe.

Ruiz, G. (2004). *El maestro como investigador permanente a través del diario pedagógico. una estrategia práctica.* [Tesis de maestria, Universidad de Antioquia].

Tamayo A, O. E., Orrego C, M. y Dávila P, A. R. (2014). *Modelos explicativos de estudiantes acerca del concepto de respiración*. *Bio-grafía, 7*(13), 129. https://doi.org/10.17227/20271034.vol.7num.13bio-grafia129.145

Thiebaut, C. (1998). *Conceptos fundamentales de la filosofía*. Alianza.

Woolfson. M. (2000). The origin and evolution of the solar system. *Astronomy & Geophysics*, *41*(1). https://doi.org/10.1046/j.1468-4004.2000.00012.x