

## MODELOS MENTALES DEL SISTEMA SOLAR EN ESTUDIANTES DE PRIMARIA

---

ELENA CALDERÓN-CANALES / FERNANDO FLORES-CAMACHO / LETICIA GALLEGOS-CÁZARES  
Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, Universidad Nacional Autónoma de México

**RESUMEN:** Este proyecto de investigación tuvo como objetivo identificar y analizar las ideas de estudiantes de primaria mexicanos acerca de los componentes del Sistema Solar. En particular, este estudio se centró en las concepciones del sistema solar y las representaciones de su dinámica con base en los modelos que construyen los estudiantes en la escuela. Mediante un análisis de conglomerados se identificaron seis modelos diferentes del sistema solar. Los resultados sugieren que estos modelos no correlacionan específicamente con uno grado escolar. Los modelos, varían en complejidad, no sólo por el número de componentes, sino también por las interacciones y distribución de los elementos que los

componen. Esta diversidad de modelos muestra que los estudiantes no se limitan a reproducir los diagramas en sus libros de texto o los esquemas que tienen acceso en su entorno. Aunque los modelos que elaboran los niños más grandes se acercan a los diagramas de los libros de texto, en los modelos más complejos los movimientos arriba y abajo siguen presentes en las explicaciones de los niños.

**PALABRAS CLAVE:** Aprendizaje de las Ciencias, Astronomía, Educación Básica, Modelos Mentales.

### Introducción

En la enseñanza básica se pone especial énfasis en el tema del Sistema Solar. Aspectos como el día y la noche, las estaciones, los planetas y sus órbitas se enseñan a los niños en distintos niveles escolares. Durante su acercamiento a este tema, es usual que a los estudiantes se les presenten esquemas o dibujos sobre la Tierra, su rotación y su traslación, así como esquemas que representan el Sistema Solar donde se ve alguna configuración de los planetas, sus tamaños relativos, sus satélites y sus órbitas.

El supuesto detrás de la enseñanza del sistema solar es que los estudiantes pueden construirse un modelo de éste a partir de esas representaciones esquemáticas, sin embargo, esto no resulta tan simple. Por ejemplo, en los materiales educativos para

los alumnos (textos, dibujos, esquemas) la información que proporcionan las descripciones en los textos o las que proporcionan los mismos profesores no son más amplias ni contienen mayores elementos que las representaciones por imágenes o esquemáticas, condición que, como proponen Schnotz y Bannert (2003), para la construcción de modelos mentales no es suficiente.

Vosniadou (2010) ha alertado sobre la dificultad intrínseca que existe en pasar de una representación esquemática o gráfica externa a la construcción de un modelo que implica una funcionalidad ya que, entre otros factores la interpretación de esa representación externa está determinada por las concepciones y elementos conceptuales de los niños. También encontramos que los esquemas y dibujos están contruidos desde una visión externa. Esto exige un nivel complejo de abstracción donde el estudiante “ve” desde fuera de la Tierra esto es una posición externa en el espacio. Esto no es sencillo de lograr y requiere de un proceso complejo y de largo plazo. Adicionalmente deben considerar también los procesos dinámicos del Sistema solar para los cuales los estudiantes no tienen los referentes fenomenológicos y que los esquemas no logran describir.

¿Cómo construyen sus representaciones o modelos del Sistema solar los estudiantes de primaria? ¿Qué características tienen? ¿Cómo se van transformando con los niveles escolares? y ¿Qué variabilidad presentan? ¿Qué fragmentos de la información presentada en la escuela resulta relevante? Considerando que es necesario completar investigaciones precedentes (Calderón, Flores, Gallegos y Palafox, 2006; Sharp, 1995; Sharp, 1996; Sharp y Kuerbis, 2005), en este trabajo se plantea un análisis sobre la evolución de los modelos del Sistema solar que construyen los estudiantes a lo largo la primaria.

## Método

### *Participantes*

39 estudiantes (18 niñas y 21 niños) de una escuela pública de la zona norte del Distrito Federal. 13 de primer año, 13 de tercer año y 13 de sexto año.

*Instrumentos*

Una entrevista semiestructurada de 41 preguntas. Los temas: Planeta Tierra, Luna, Sol, Planetas y Sistema solar. En algunas preguntas se pidió a los estudiantes simular los movimientos, para ellos contaron con 90 esferas de unicel de distintos tamaños y una superficie para colocarlas. Seis dibujos del sistema solar con distinta configuración (acéntrica, heliocéntrica y geocéntrica, con órbitas y sin órbitas). Los materiales permitieron a los estudiantes demostrar lo que pensaban, utilizando la información disponible para generar un modelo del concepto o del fenómeno (Vosniadou, 1994).

*Procedimiento*

Los estudiantes fueron entrevistados de forma individual durante 45 minutos aproximadamente. Todas las entrevistas fueron video-grabadas y transcritas posteriormente.

*Análisis de los datos*

Las respuestas fueron agrupadas en cinco categorías a partir de los temas de la entrevista. Después, se determinaron componentes de esas categorías a partir de las respuestas de los estudiantes y se les asignó un valor. En la tabla 1 se presentan las categorías, su definición y los componentes de las categorías.

## Resultados

Primero se presentaran los resultados obtenidos del análisis de las entrevistas, basado en las categorías presentadas en la Tabla 1. Después, los modelos identificados a partir del análisis de conglomerados. Este análisis se realizó con el propósito de identificar la diversidad de modelos que los estudiantes construyen sobre el sistema solar.

*1. Composición*

Las respuestas a la pregunta ¿Sabes qué es el Sistema solar? Se organizaron en tres tipos de respuesta: a) No sabe qué es el Sistema solar, b) es el Sol, y c) es un conjunto de planetas y su orden. Aunque el alto porcentaje corresponde a la tercera categoría se observa una diferencia importante entre los tres grupos. La mayoría de los de primer grado se ubican en la categoría a (69%), los de sexto en la c (84%) y los de tercer grado, aunque la mayoría corresponde a la c (46%) tienen un considerable porcentaje en la a (30%).

## 2. Representación del sistema solar con esferas

Durante la entrevista los niños elaboraron un modelo con esferas para representar el sistema solar. Se identificaron 7 tipos de configuraciones distintas. En primer año, la mayoría no puede elaborar el modelo con las esferas porque no saben qué es el Sistema solar (61.5%). El (39.7%) lo identifica como el Sol, la Luna y la Tierra. En tercer grado, la mayoría (53.8%) coloca al Sol en el centro y agrega la Luna, la Tierra y algunos planetas. En sexto, la mayoría (46.1%) construye la configuración, el Sol ubicado en un extremo y a partir de él los planetas forman una línea recta.

## 3. Distancia

Los niños de los tres grados suponen que tanto la Luna como el Sol están alejados de la Tierra y para ello dan varias explicaciones. Por ejemplo, “*el Sol está lejos de la Tierra porque si estuviera cerca todo se quemaría o moriríamos*” (43.5%); “*haría mucho calor*” (10.2%). En el caso de la Luna, los participantes opinan que está lejos porque “*si la Luna estuviera cerca de la Tierra alumbraría toda la noche*” (12.8%); pero “*si la Luna estuviera lejos de la Tierra, haría mucho frío*” (7.6%). El resto de los estudiantes no pueden dar una explicación.

## 4. Movimientos

El mayor porcentaje (41%) es para los que consideran que la Tierra *rota*. El grupo de primero considera que el Sol no se mueve, los de tercero únicamente consideran el movimiento de rotación y en sexto consideran el movimiento de rotación o el de rotación junto con el de traslación. El Sol, para la mayoría, no tiene ningún tipo de movimiento (56.4%), aunque en el primer grado la mitad considera que se mueve hacia arriba y abajo; con la Luna pasa lo mismo. Si bien la mayoría considera que la Luna no se mueve, en un estudio previo (Calderón, et al, 2006) se observó que cuando se pide una explicación del ciclo día noche, los estudiantes sí le otorgan movimiento. Finalmente, para la mayoría los planetas tampoco se mueven (38%), otros consideran que tienen movimiento de traslación 23% y otros más que tienen movimiento de rotación y traslación (23%).

## 5. Estructura

Se mostró a los estudiantes esquemas con diversas configuraciones del Sistema solar. Debían elegir el dibujo que, desde su punto de vista, representara el Sistema solar y dar una explicación de dicha elección. De los dibujos con órbitas, el 30.76% eligió el modelo

geocéntrico, que corresponde, en mayor medida, a los alumnos de tercer año, los de sexto en su mayoría eligen el heliocéntrico y los de primero no saben cuál elegir. En los dibujos sin órbitas, los de primero no saben cuál elegir, y los de tercero y sexto eligen el acéntrico. Las explicaciones varían dependiendo del grado escolar. En primero, el 76.9% no sabe por qué ese dibujo representa al sistema solar, y el 23% opina que es porque el Sol está en el centro. En tercero el 61.5% no logra dar una explicación, el 30.7% es porque el Sol está en medio, y el 30.7% porque la Tierra debe estar en medio. En sexto, el 46.1% no da explicaciones y el 53.8% dice que es porque el Sol está en el centro del sistema.

### *6. Modelos del Sistema Solar*

El análisis presentado da cuenta de los elementos que los estudiantes consideran como parte del sistema solar y si bien, es una aproximación a las ideas de los niños es necesario un análisis que explique la integración de esos elementos y nos permita generar modelos para explicar las representaciones de los estudiantes sobre este tema. Para ello se realizó un análisis por conglomerados utilizando los valores de los componentes de las categorías identificadas en el análisis de las entrevistas. Se identificaron 6 grupos, cada uno corresponde a un modelo. A continuación se describirá cada uno de los modelos.

#### **Modelo 1**

En este modelo (28.2%) no pueden definir qué es el sistema solar, no logran hacer un modelo con esferas, o dicho modelo sólo incluye al Sol, la Luna y la Tierra. Tanto la Luna como el Sol se encuentran lejos de la Tierra y todos se encuentran estáticos. Tampoco pueden elegir ninguno de los dibujos del sistema.

#### **Modelo 2**

El 7.69% se ubica en este modelo. La representación con esferas incluye al Sol ubicado en un extremo, después la Luna y la Tierra. La distancia del Sol y la Luna con la Tierra es cercana en algunas ocasiones y lejana en otras. La Tierra se mantiene estática. A diferencia del modelo anterior el Sol se mueve de arriba hacia abajo, la Luna hace lo mismo. Esto tiene que ver con la percepción que tienen los niños del movimiento del Sol y la Luna en el día y la noche. Eligen el dibujo geocéntrico, o acéntrico cuando éste tiene órbitas, cuando no se incluyen no pueden elegir alguna de las opciones. Esta elección parece estar ligada con las representaciones que los niños observan en sus libros de

texto. Pero la elección entre geocéntrico y acéntrico nos dice que la representación tiene a la Tierra como un elemento central.

### **Modelo 3**

El sistema solar es el Sol, la Luna y la Tierra (23.07%). La representación con esferas contempla al Sol, que de un lado tiene a la Tierra y del otro la Luna. El Sol y la Luna se encuentran lejos de la Tierra. Este modelo es más complejo en tanto le adjudica movimiento a la Tierra que gira en su propio lugar o se mueve arriba y abajo, con lo que explicarían el día y la noche. La Luna y el Sol también pueden tener movimiento arriba-abajo, lo que nos señala dos posibles explicaciones que generan los estudiantes para explicar el día y la noche. Cuando el dibujo presentado tiene órbitas los sujetos eligen como representación del sistema solar el acéntrico o el geocéntrico, sin órbitas eligen el heliocéntrico o el acéntrico.

### **Modelo 4**

Corresponde al 12.8%. Incluyen al Sol, la Luna y la Tierra y, en algunos casos, se agrega una esfera más que representa algún planeta. La distancia del Sol y la Luna con respecto a la Tierra no es clara, en algunos casos están cercanos y en otros lejanos. La Tierra gira en su propio lugar. El Sol gira en su lugar o se mueve de abajo hacia arriba, la Luna realiza un movimiento de rotación y los planetas se mueven abajo-arriba o viceversa. La elección del dibujo con órbitas corresponde al sistema acéntrico al igual que sin órbitas.

### **Modelo 5**

El sistema solar es el Sol, la Luna, la Tierra y los diferentes planetas (17.9%), además de contempla estrellas, los asteroides, entre otros. El modelo representado con esferas tiene al Sol en un extremo y a partir de él se ubican los planetas formando una línea recta. La distancia respecto del Sol y la Luna con la Tierra en algunas ocasiones es lejana mientras que en otras es cercana. La Tierra gira alrededor del Sol, mientras que la Luna y el Sol no se mueven o lo hacen de arriba-abajo al igual que los planetas. La elección de los dibujos corresponde al sistema heliocéntrico o al acéntrico tanto en el caso con órbitas como en el que no se incluyeron las órbitas.

### Modelo 6

En este modelo (10.2%), el sistema solar está integrado por el Sol, la Tierra, la Luna, los planetas y algunos otros elementos como las estrellas o los asteroides. Esta definición se constata con el modelo de esferas. Se incluye al Sol ubicado en un extremo y a partir de él se desprenden los planetas en línea recta o formando un círculo alrededor del mismo. El modelo incluye a la Tierra y a la Luna como parte del sistema. Respecto de la distancia, tanto la Tierra como el Sol se conciben lejanos de la Tierra. La Tierra sólo realiza un tipo de movimiento, el de traslación. La Luna va siguiendo a la Tierra durante su recorrido alrededor del Sol y además se mueve arriba-abajo. Los planetas giran alrededor del Sol. La elección tanto del dibujo con órbitas como del dibujo sin órbitas corresponde a la representación el sistema acéntrico, pero no se explica la elección.

La complejidad en los diferentes modelos no radica únicamente en el aumento de los elementos que incorporan, si no en la dinámica, interacción y distribución de los mismos. En la Figura 1, se muestran los porcentajes de cada modelo, el mayor porcentaje se observa en el modelo 1 (28.2%) y corresponde a los niños de primero los que lo utilizan en mayor número (69.2%). En segundo lugar, el modelo 3 (23%) que corresponde a los estudiantes de tercer grado (53.8%) y en último lugar, el modelo 5 (17.9%) donde los alumnos de sexto año lo usan con más frecuencia.

## Conclusiones

Los resultados indican que las ideas de los niños acerca del sistema solar cambian a medida que son expuestos a la información escolar. Los estudiantes elaboran diversos modelos para representar el Sistema solar, donde incluyen los principales componentes (Sol, Tierra, Luna y planetas), su arreglo o estructura en el espacio y sus movimientos. Estos modelos muestran que no solo reproducen los esquemas de los libros o la información de su entorno, si bien, los modelos de los niños mayores se van aproximando a dichos esquemas.

La representación que tienen los niños para explicar el día y la noche con movimientos arriba-abajo del Sol y la Luna, permanece en todos los modelos de manera independiente a la incorporación de nuevos elementos (planetas) y de asignar movimientos como el de rotación y traslación. También se destaca que en los modelos M1 a M4 que, en general corresponde a los estudiantes más pequeños, la Luna, el Sol y la

Tierra no tienen ninguna asociación estructural entre ellos y es hasta los modelos M5 y M6 que la Luna aparece asociada a la Tierra, si bien persiste en la Luna el movimiento arriba-abajo. Esto da indicios de la dificultad que representa para los niños pequeños establecer relaciones de correspondencia entre movimientos de objetos y en especial de su relación con respecto de un tercero como es el Sol. La representación y modelos del sistema solar que los niños de educación básica pueden desarrollar es, desde luego, limitada por diversos factores, es por ello que, los únicos referentes que tienen los estudiantes y la construcción que ellos hacen está en buena medida limitada por las descripciones y esquemas que se presentan en sus materiales educativos (ilustraciones, esquemas y maquetas) que tampoco van más allá de una representación limitada y estática del Sistema solar. No es de extrañar que los niños elaboren representaciones estáticas donde los tamaños, distancias y movimientos, no tengan un sentido claro. Los resultados también muestran que, independientemente de las representaciones externas que se les presenten, los niños más pequeños no las consideran para sus propias representaciones como muestran los modelos M1 a M4 donde no aparecen planetas ni ubicaciones específicas, así como tampoco ningún indicio de posibles trayectorias.

El sistema solar es un tópico complejo para la enseñanza básica, reconsiderar el aprendizaje que se espera de los niños de primaria así como investigar las concepciones que logran los estudiantes de los distintos componentes del Sistema solar y las representaciones que pueden elaborar con otros sistemas de representación como simulaciones computacionales parece necesario.

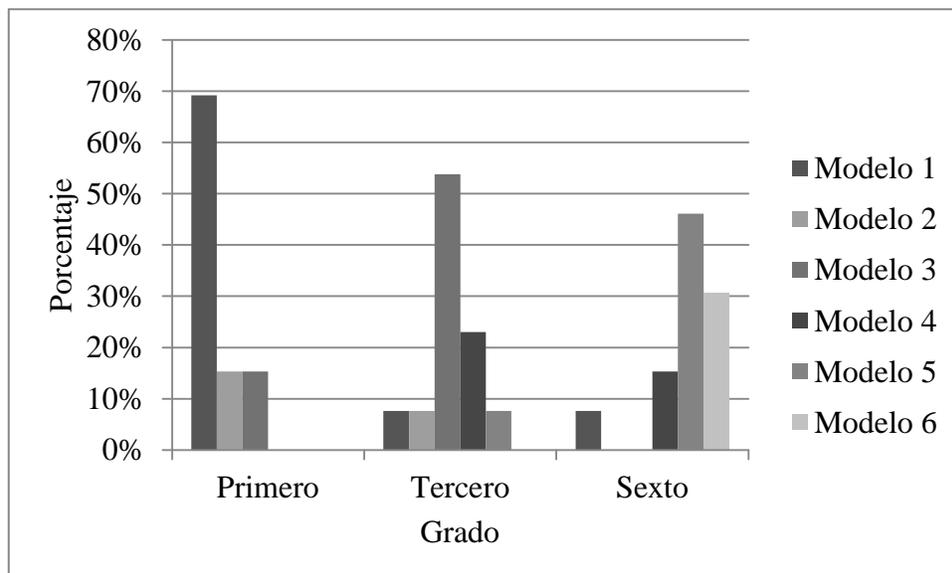
## Tablas y figuras

Tabla 1. Categorías y Definiciones

Categoría	Definición	Componente de la categoría
1. Composición	Qué es el sistema solar y qué elementos lo componen.	1. No sé 2. Es el Sol 3. Ordenamiento de planetas
2. Representación	Organización que se realiza con	Configuración 1 a 7

con esferas	las esferas de unícel, representando el sistema solar.	
3. Distancia	Distancia que ponen entre cada uno de los elementos del sistema solar y su explicación.	1. No sé 2. Lejos 3. Cerca
4. Movimientos	Descripción del movimiento que realiza cada uno de los elementos que consideran es parte del sistema solar.	1. Arriba y abajo 2. Rotación 3. Traslación 4. Ambos
5. Estructura	Dibujo que eligen y que representa una estructura del sistema solar, y su explicación.	1. Heliocéntrico 2. Acéntrico 3. Geocéntrico

Figura 1. Porcentaje de modelos por grado escolar.



## Referencias

Calderón, E., Flores, F., Gallegos, L. & Palafox, G. (2006). Ideas infantiles sobre el Sistema Solar. *Ethos Educativo*, 35, 41-61.

Schnotz, W., & Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representations. *Learning and Instruction*, 13, 141-156.

Sharp, J. (1995). Children's astronomy: implications for curriculum developments at key Stage 1 and the future of infant science in England and Wales. *International Journal of Early Years Education*, 3 (3), 17-47.

Sharp, J. (1996). Children's astronomical beliefs: a preliminary study of year 6 children in south-west England. *International Journal of Science Education*, 18 (6), 685-712.

Sharp, J., & Kuerbis, P. (2005). Children's ideas about the Solar System and the chaos in learning science. *International Journal of Science Education*, 90, 124-147.

Vosniadou, S. (1994). Universal and culture-specific properties of children's mental models of the earth. En L. A. Hirschfeld y S. A. Gelman (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*. (pp. 412-430). New York: Cambridge University Press.

Vosniadou, S. (2010). Instructional considerations in the use of external representations. En L. Verschaffel, E. De Corte, T. de Jong, & J. Elen (Eds.), *Use of*

*Representations in Reasoning and Problem Solving* (pp. 36 - 54). London, UK: Routledge.