

# CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES CAUSALES EN LA ESCUELA PRIMARIA: LOS SERES VIVOS EN INTERACCIÓN CON EL MEDIO

GÓMEZ, ALMA ADRIANNA; SANMARTÍ, NEUS y PUJOL, ROSA

Departament de Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona, España.

---

**Palabras clave:** Explicaciones; Evidencias; Modelos; Análisis del discurso.

## OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es profundizar en la comprensión de los procesos mediante los que se elaboran explicaciones en el aula. En particular nos interesa ahondar en la forma como se construyen explicaciones causales en las interacciones docente-alumnos en la escuela primaria al construir el modelo científico escolar de ser vivo, en el cual consideramos imprescindible incorporar las relaciones entre los seres vivos y el medio, y analizar cómo se usan las evidencias.

## MARCO TEÓRICO

Una de las finalidades de la enseñanza de las ciencias es la de dotar a los escolares de competencias que les permitan operar con los conocimientos adquiridos (Martins, 2004). Una operación básica sería el poderse explicar el mundo, haciendo uso de modelos teóricos que den congruencia a pensamiento, lenguaje y acción (Izquierdo, 2004). Lo que significa explicar difiere según el autor consultado. Según Veslin (1988) una explicación científica responde el por qué de una observación tomando en consideración el nivel inferior de organización respecto al que se realiza la observación. Nosotras coincidimos con su planteamiento, sin embargo, proponemos una perspectiva ampliada incorporando en la explicación el nivel superior de organización. Para ello adaptamos la idea de integración escalar de Steward Pickett y colaboradores (1994), que originalmente fue desarrollada en el ámbito de la ecología, para su aplicación en la ciencia escolar (Gómez, 2005). Al hacerlo consideramos el contexto de generación de las explicaciones (el aula), las finalidades de la enseñanza, y las características de los escolares (edad, intereses, etc.) Como resultado de dicha adaptación, proponemos que las explicaciones causales que se realizan en el aula dentro del proceso de construcción del modelo ser vivo, han de integrar tres niveles escalares de observación:

- Las *generalizaciones* en las que se identifica el fenómeno o regularidad observada que se pretende explicar y para el modelo ser vivo se encuentran en el nivel de escalar de observación de organismo.
- Los *mecanismos* que son las entidades, sus propiedades, sus relaciones y los procesos que determinan la regularidad observada, se encuentran en el nivel inferior de observación escalar respecto a la generalización y para el modelo ser vivo serían el funcionamiento de *células, órganos y sistemas*.

– Las *constricciones* que son limitantes o facilitadores para que se produzcan los mecanismos, se encuentran en el nivel superior de organización (respecto de las generalizaciones) y en el modelo ser vivo se encuentran en las *comunidades y el ecosistema*.

A este tipo de explicaciones en las que se integran los tres niveles de observación escalar de forma que se produce una explicación causal, les hemos llamado *explicaciones jerárquicamente anidadas* (Gómez, et al. 2004). Con esta propuesta pretendemos que los escolares pongan énfasis en la interacción entre los seres vivos y el medio al construir explicaciones causales. Para definir las interacciones que son sugerentes consideramos tres funciones de los seres vivos: nutrición (intercambio de materia y energía con el medio), reproducción (capacidad de permanencia en el tiempo y transmisión de información) y relación (capacidad de captar y responder a estímulos manteniendo un estado de equilibrio hasta cierto umbral).

## **DESARROLLO**

### **Metodología**

Planificamos y llevamos al aula una unidad didáctica dirigida a escolares de quinto grado de primaria (9 años de edad), en la cual se interpretaba qué sucedía con los seres vivos durante y después de un incendio forestal. En ella, los escolares construyeron y manipularon una maqueta tridimensional del bosque mediterráneo, simulando un incendio y el proceso posterior de regeneración del bosque. Durante la simulación explicaban lo que sucedería con los seres vivos, manipulando y modificando la maqueta de forma congruente con sus argumentos. En el transcurso de la unidad didáctica se realizaron cinco actividades en las que se manipulaba la maqueta, durante las cuales grabamos las conversaciones entre los escolares y las dos docentes presentes.

Con la finalidad de comprender la generación de explicaciones causales, analizamos las conversaciones utilizando tres categorías obtenidas a partir de los referentes teóricos de los tres niveles de observación escalar definidos: generalizaciones, mecanismos y constricciones. Al aplicar las categorías a los datos, identificamos secuencias discursivas, definidas como fragmentos secuenciales del discurso que conforman una unidad de significado conjunta y que se caracterizan porque el discurso hace referencia, de manera global, a uno de los tres niveles escalares de observación. Para cada secuencia discursiva identificamos también la fuente de evidencias utilizada.

El análisis interpretativo de las secuencias discursivas nos permitió profundizar en la forma en que se van construyendo las explicaciones. Para ello generamos una secuencia de argumentos, en la que se producía una explicación jerárquicamente anidada, es decir se explicaba una generalización a través de los mecanismos y las constricciones.

En la tabla 1 presentamos un ejemplo ilustrativo de secuencia de argumentos. En ella observamos cómo se construye la explicación de por qué las aves y otros animales salen huyendo cuando hay un incendio en el bosque, utilizando para ello las ideas derivadas de la función de relación, respecto a la capacidad para captar estímulos de los animales y huir como respuesta. Al mover los animales que huyen, los escolares los colocan en otro sitio de la maqueta considerando su posible supervivencia.

## **RESULTADOS**

En cuanto a las escalas de observación.

Encontramos que durante la conversación, los niveles escalares de observación se van integrando para generar explicaciones causales. En términos generales se formulaba inicialmente una generalización. En el caso ejemplificado (tabla 1), se parte de la idea expresada por los escolares de que las aves y animales huyen cuando hay un incendio. Así, los escolares parten del nivel organismos, que para ellos está más cerca de su experiencia con el mundo. En este caso la generalización se realizó de forma casi espontánea, sin

**Tabla 1**  
**Ejemplo de secuencia de argumentos para la actividad dos: Simulación de un incendio en una maqueta tridimensional del bosque y huida de los animales**  
 (A.- Alumno/a, D.- Docente).

Actividad 2 Simulación de un incendio en el bosque utilizando una maqueta tridimensional			
No. de secuencia discursiva	Fragmento de conversación (ilustrativo)	Argumento y nivel escalar de observación	Fuente de evidencia
S-6	<i>¿Qué sucede con los seres vivos cuando hay un incendio?</i> A.- Los pájaros volarían, las animales saldrían huyendo, los que están más cerca primero	Cunado hay un incendio los animales huyen  Generalización	Evidencia 1  Maqueta
S-7	<i>¿Por qué los animales huyen?</i> A.- Porque lo ven A.- Porque hay olor A.- Porque sienten el calor A.- Sí. (escuchan) las ondas A.- (Las ondas) Del fuego A.- De calor	Los animales ven, oyen y sienten  Generalización	Sin evidencia
S-8, 9	<i>¿Cómo 'saben' los animales que hay que huir?</i> A.- (Huyen porque) Cogen información del medio	Los animales captan estímulos (información) del medio (función relación)  Mecanismo	Evidencia 2  Conocimientos construidos con antelación
S-10,11	<i>Moviendo los animales en la maqueta</i> A.- Muévelo (el jabalí) para allí porque ahí está el sol A.- Acá también hay muchos árboles y se pueden quemar A.- Mira este pájaro lo pondría acá A.- Lo voy a poner donde hay árboles para que se salve	Los animales requieren recursos disponibles para sobrevivir  Constricción	Evidencia 3  Maqueta
S-12, 13	<i>Los otros animales</i> D.-Los insectos pueden también ver el fuego, escuchar, pero, eso es que pueden recibir también los estímulos, pero cuando responden a ese estímulo no pueden volar tan lejos como las aves, cada ser vivo es distinto	Todos los animales pueden captar estímulos, tienen diferentes capacidades de captación y respuesta (Se había hablado de mamíferos, aves y reptiles, se incorpora a los insectos)  Generalización	Evidencia 4  Experiencias antecedentes
S-14, 15, 16	<i>¿Dónde han colocado los animales que huyeron?</i> A.- Porque hay unos árboles y está lejos del incendio y no le llegará D.-Ahí estamos pensando en la relación, porque será un lugar donde no le llegará el humo del fuego ni el calor A.- En la alimentación D.-Que tal si llega a un lugar donde no hay fuego pero no hay alimento A.- Donde haya otros del mismo tipo D.-También para que se pueda reproducir	Para sobrevivir necesitan condiciones ambientales para realizar las tres funciones: Relación, Nutrición y Reproducción  Constricción	Evidencia 5  Maqueta

embargo encontramos otros en los ésta había de construirse con los escolares, requiriendo un proceso que implicaba comparación y clasificación, identificación de elementos comunes, discriminación, asociación, abstracción y síntesis. Con ello se ampliaban las generalizaciones de partida de los escolares, por ejemplo incorporando a las plantas, ya que ellos incluían por norma únicamente a los animales, a pesar de considerar a las plantas de forma genérica como 'seres vivos'.

Para explicar el patrón detectado (por ejemplo los animales huyen ante un peligro), los escolares no recurrían de forma espontánea a los mecanismos, los cuales eran incorporados por petición expresa de las docentes a través de preguntas diversas, que podían ser tanto directas, como del tipo ¿por qué los animales se mueren si no comen? o ¿qué sucede dentro del cuerpo de un ave para que ésta sepa que hay un incendio y salga volando?, como indirectas, del tipo ¿qué significa moverse para las plantas? En el nivel de mecanismos fue donde encontramos que se generaron mayor cantidad de entidades nuevas, entendidas como unidades operacionales para pensar y con sentido dentro del modelo, por ejemplo ‘información del medio’, ‘materiales’, ‘excreción’ o ‘estímulo’, entre otras. En este nivel también se profundizó en los procesos relacionados con las tres funciones del modelo ser vivo. Un elemento importante para ello fue la explicitación de la causalidad que los escolares expresaban de forma incompleta o implícita.

En el caso de las constricciones, éstas eran incorporadas muchas veces por los escolares al actuar directamente sobre la maqueta o hablar de los cambios en las condiciones partiendo de la simulación en la misma. Encontramos que ellos las visualizaban en la maqueta, que como representación del ecosistema, favorecía la incorporación de las mismas en la argumentación. En las actividades iniciales, como la ejemplificada en la tabla 1, las docentes realizaban la modelización de las constricciones, es decir la relación explícita entre los limitantes, por ejemplo disponibilidad de recursos y las tres funciones: reproducción, relación y nutrición (ver secuencias 14, 15 y 16, tabla 1). Sin embargo, en las actividades finales los escolares establecían dichas relaciones. Esto puede deberse a que en las primeras actividades ellos estaban familiarizados con la maqueta y los seres vivos que la constituían, es decir con el bosque representado, sin embargo en las últimas actividades incorporaban en el discurso las tres funciones de los seres vivos. Es decir, estaban viendo la maqueta con una nueva mirada, utilizando las ideas del modelo teórico escolar de ser vivo; entonces, podríamos decir que pasaron de ver un grupo de seres vivos viviendo juntos, a ver a los seres vivos como sistemas, intercambiando materia y energía con el medio, respondiendo a estímulos y perpetuándose.

En cuanto al uso de las evidencias.

En el análisis de las conversaciones encontramos que se utilizaban diversas fuentes de evidencias de forma interrelacionada para construir las explicaciones. Éstas eran datos que apoyaban las ideas y provenían tanto de la maqueta misma, como de autoridad de conocimientos construidos con antelación, de la recuperación de experiencias antecedentes y de observación directa.

Las evidencias por maqueta se derivaban de la identificación tanto de los seres vivos colocados en la misma como de las posibles interacciones entre ellos y el medio. Podemos decir que al construir y manipular la maqueta en forma colaborativa, los escolares se iban apropiando de los elementos que la constituían (seres vivos), y partiendo de su experiencia personal eran capaces de realizar trasferencias a las nuevas situaciones planteadas y generar ejemplos y contraejemplos. Por otra parte en el proceso de ir construyendo las explicaciones, las relaciones entre los seres vivos y el medio surgían como emergencias a partir tanto de la conversación, como de la manipulación de la maqueta. Esto nos indica que las explicaciones causales generadas permitían a los escolares observar ‘otras cosas’ en la maqueta, que usaban como fuente de evidencias.

Las evidencias por observación directa fueron escasas en las actividades analizadas. Éstas fueron relevantes para llamar la atención de los escolares sobre aspectos menos tangibles de su experiencia en el mundo, así como para reforzar sus experiencias antecedentes. Las experiencias antecedentes fueron utilizadas para sustentar puntos de vista, como experiencias de vida de los escolares que eran recuperadas para ejemplificar y reforzar la argumentación. Finalmente encontramos que los conocimientos construidos con antelación al generar explicaciones causales, eran después utilizados como fuente de evidencias tanto por los escolares como por las docentes. Lo anterior nos permitió observar cómo el conocimiento construido y validado se convertía en fuente de autoridad para los participantes.

## CONCLUSIONES

Los resultados indican que la construcción de explicaciones jerárquicamente anidadas, integrando tres niveles de organización escalar al interpretar perturbaciones ambientales con la finalidad de construir el modelo escolar de ser vivo, puede ser un criterio útil para gestionar la conversación en el aula, especialmente cuando se pretende no dejar de lado las interacciones entre seres vivos y el medio. Este tipo de explicaciones permite, además, incorporar la multicausalidad, debido a que los escolares consideran de forma interrelacionada la diversidad de los seres vivos y de situaciones ambientales posibles.

En esta forma de concebir la explicación causal, la labor del docente sería ayudar a los escolares a desarrollar su comprensión de cada uno de los niveles escalares y establecer las relaciones entre ellos. Al mismo tiempo, ir incorporando evidencias para apoyar los argumentos, siendo éstas de diferente tipo según el nivel escalar de observación en que se sitúa la conversación. Valoramos que para escolares de primaria, incorporar diferentes fuentes de evidencias para la construcción de los argumentos, les permite dar sentido a su experiencia en el mundo, permitiendo ampliar las generalizaciones de partida.

Finalmente encontramos que como herramienta para el análisis del discurso en el aula, la visión escalar, identificando el nivel de observación en que se sitúan la conversación y la forma en que los niveles se relacionan, es un criterio útil para seccionar el discurso en unidades funcionales.

## BIBLIOGRAFÍA

- GÓMEZ, A.A. (2005). Construcción de un modelo de ser vivo en la escuela primaria: una visión escalar. Tesis de doctorado. Departament de Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències Experimentals, UAB, España.
- GÓMEZ, A.A., SANMARTÍ, N. Y PUJOL, R. (2004). Production of Explanations in Primary Schools when Interpreting Environmental Disturbances. V Conference of European Researches in Didaktik of Biology. Patras, Grecia.
- IZQUIERDO, M. (2004). Ensenyar ciències per coneixer la naturalesa del coneixement científic. *Revista del Co.legi Oficial de Doctors i Llicenciats en Filosofia i Lletres i en Ciències de Catalunya*. 122: 45-56
- MARTINS, I. (2003). Alfabetizació científica. Una perspectiva cultural en la societat del coneixement. *Revista del Co.legi Oficial de Doctors i Llicenciats en Filosofia i Lletres i en Ciències de Catalunya*. 122: 30-44
- PICKETT, S., KOLASA, J. Y JONES, C. (1994). *Ecological understanding*. Academic Press. USA.
- VESLIN, J. (1988). Quels texts scientifiques espere-t-on voir les elves ecrire? *Aster* 6: 91-127. España.

### *Agradecimientos*

A los niños y las niñas de la escuela Coves d'en Cimany, Barcelona y a su maestra Teresa Pigrau. Al proyecto coordinado financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, subproyecto USC código BSO2002-04073-C02-02 parcialmente financiado con fondos FEDER; proyecto UAB, BSO2002-04073-C02-01 y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México.