

RAZONAMIENTO SOCIAL DE ESTUDIANTES DE SECUNDARIA CUANDO MODELAN UN SISTEMA COMPLEJO USANDO EL SOFTWARE VNR.

JOSÉ PÉREZ TORRES, LAURA VANESA GONZÁLEZ HUERTA,
CUITLÁHUAC ISAAC PÉREZ LÓPEZ

Un sistema complejo (ecosistema, sistema económico, etc.) es un conjunto de elementos y sus relaciones. Su complejidad es referida a relaciones multicausales, ciclos múltiples y una estructura de retroalimentación no-lineal. Entenderlos requiere que los estudiantes generen explicaciones que involucren patrones causales bidireccionales, relaciones multicausales, ciclos múltiples y estructuras de retroalimentación positiva y negativa no-lineal (Bell y Grotzer, 2001; Green, 1997; White, 1997). Sin embargo, los estudiantes se enfocan sobre las estructuras preceptuales disponibles (Bell y Grotzer, 2001; Hmelo y Green, 2004) e interpretan los procesos basados en relaciones causales lineales y unidireccional, y omiten patrones cíclicos (Gobert, 2000; Green, 1997; Bell y Grotzer, 2001; Hogan Thomas, 2001; Southerland, Abrams, Cummins, y Anselmo, 2001; White, 1997).

En consecuencia, se han sugerido los modos nuevos de indagación ofrecidos por las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's). Específicamente para razonamiento sobre sistemas complejos el uso de modeladores.

Modelamiento apoyado en el uso de la computadora.

El modelamiento es la construcción de un modelo de algún fenómeno a través de integrar piezas de información a cerca de la estructura, función y mecanismos causales del fenómeno.

Estudios sobre modelamiento basado en la computadora reportan que promueve que los estudiantes expongan, exploren, predigan y prueben sus hipótesis (Bliss, 1994; Carney, Forrbus, Ureel, y Ureel, 2001), así como refinen y reflexionaen sobre sus modelos, alentando actividades exploratorias, expresivas y de indagación. También, ayudan a los estudiantes a articular las relaciones entre elementos de un sistema y entender cómo generan su conducta (Carney, 2001).

En estudios sobre sistemas complejos los investigadores suponen que los sujetos tienen, construyen y razonan con entidades mentales, llamadas representaciones mentales. Esta conducta encuentra expresión cuando el sujeto predice o explica el fenómeno en situaciones individuales guiándose por su estructura mental. Así, el razonamiento es visto como un logro individual.

Según Leach y Scott (2003), la visión cognitiva explica porqué es difícil para la mayoría de los alumnos razonar sobre sistemas complejos, pero insuficiente para explicar cómo aprenden a razonar sobre sistemas complejos ya que no consideran el ambiente social dentro del salón.

Razonamiento Social.

La aproximación social visualiza al razonamiento como un modo de construir y compartir conocimiento mediante el uso del lenguaje.

Varios trabajos (Ivarsson, Schoultz, y Saljo, 2002; Leach y Scott, 2003; Lemke, 2001; Mercer, 2000; Wegerif, 2001) presentan evidencias a cerca de los modos en los cuales los estudiantes tienden a hablar y pensar sobre fenómenos naturales y sociales, poniendo énfasis sobre la construcción social del conocimiento y el rol que juega el lenguaje como una herramienta para compartir y construir significados. El razonamiento es visto

como una actividad conjunta de interacción social, compartida y construida, mediada a través del lenguaje (Mercer, 2000; Wegerif 2001; Wells, 2001).

Dado que los estudiantes no descubren reglas lógicas de un modo solitario, sino que ellos manejan sus procesos psicológicos a través de herramientas culturales, entonces, el razonamiento sobre sistemas complejos está enraizado en el contexto social en el cual se produce.

Mercer (2000) señala que es posible observar y analizar el razonamiento cuando un diálogo está teniendo lugar, a través de tres categorías analíticas. Cada una de ellas representa un modo en el cual los alumnos construyen conjuntamente conocimiento durante un diálogo: 1) Habla acumulativa.- los participantes aceptan el punto de vista de los otros de un modo no-crítico a través de la repetición, confirmación y elaboración; 2) Habla de disputa.- los participantes no aceptan el punto de vista de los otros. El desacuerdo y la toma de decisiones individualizada lo caracterizan; y 3) Habla exploratoria.- los participantes se involucran con sus propias ideas y con las de los otros de manera crítica pero constructiva.

Aunque el razonamiento es visto como una práctica social, esto no quiere decir que en situaciones de enseñanza-aprendizaje de ciencias cualquier cosa debe ser considerada como viable, sino que debe ser consistente con evidencias sobre el mundo social o natural. Driver, Newton y Osborne (2000) señalan que la argumentación no implica una discusión basada en creencias, sino en la presentación de evidencias y datos. Entonces, el razonamiento requiere que los estudiantes sometan a juicio sus puntos de vista e intenten dar solución a las controversias.

En este sentido, sería necesario analizar si el diálogo entre estudiantes contiene conclusiones y sustento, o de lo contrario si carece de argumentos. Un modelo sencillo y poderoso para analizar y caracterizar argumentos, es el propuesto por Toulmin (1958).

A través de este modelo se pueden identificar expresiones en términos de su función dentro de un argumento. El modelo básico está compuesto por: conclusiones (la posición acerca del tema), datos (la evidencia, los hechos), y apoyos (el componente del argumento que establece la conexión lógica entre la conclusión y los datos).

Estudio:

El objetivo es describir el tipo de razonamiento social presentado por los estudiantes cuando modelan un sistema complejo, el tipo de argumentos y la complejidad de los modelos.

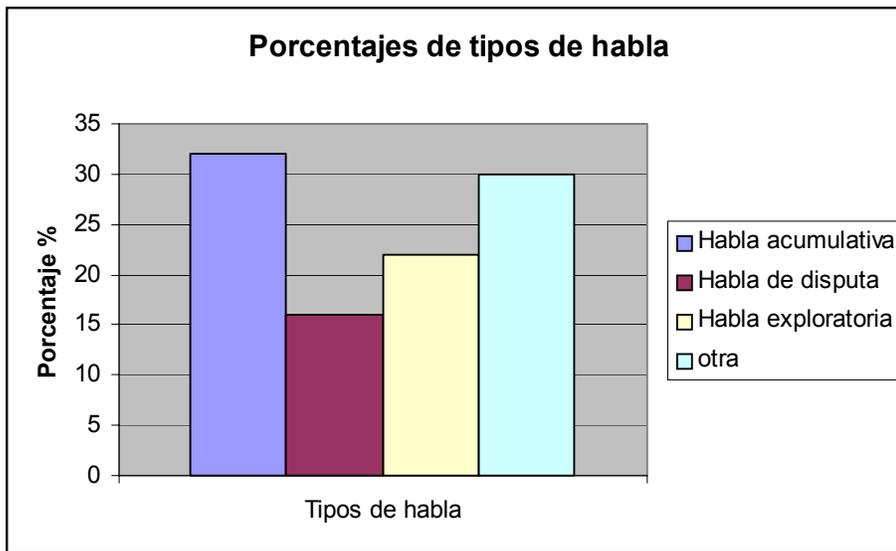
Sujetos.- Se trabajó con dos grupos de segundo año y dos grupos de tercer año de una escuela secundaria privada. En total participaron 125 sujetos.

Instrumentos.- Se utilizó como software de modelamiento el programa VnR. La tarea que realizaron los estudiantes fue modelar un sistema complejo.

Procedimiento.- Se trabajó durante cuatro sesiones de 50 minutos con cada uno de los grupos. Los alumnos trabajaron en equipos de dos o tres integrantes por computadora. Se colocó una grabadora de audio tipo reportero en cada una de las computadoras para grabar los diálogos.

Análisis: para los diálogos se consideró la propuesta de Wells(2001) combinada con la propuesta de Mercer (2000); para identificar argumentos se usó el modelo básico de Toulmin (1958); y para los modelos una adaptación de la propuesta de Doyle y Ford (1989).

Resultados



Como se observa en la gráfica 1 el tipo de habla acumulativa fue la que se presentó en mayor porcentaje durante los diálogos de los alumnos. Esto significa que la mayor parte del tiempo los alumnos sólo aceptaron las ideas o conclusiones de sus compañeros sin revisarlas críticamente.

Aunque el habla exploratoria no es un modo natural que se da entre los sujetos, obtuvo un porcentaje más elevado que el habla de disputa.

Probablemente esto se deba a que las actividades de modelamiento utilizadas en este estudio alentaron que los sujetos revisaran las ideas o los puntos de vista de los demás.

El análisis de los diálogos permite ver que cada interlocutor, durante el proceso de modelamiento, va complementando las aportaciones del otro añadiendo información propia y, mediante su mutuo apoyo y aceptación, los dos o tres integrantes construyen una comprensión y un conocimiento compartidos.

Las siguientes líneas muestran cómo los tres sujetos complementan la idea.

S1 Y el trabajo lo ponemos acá y el dinero aquí.

S2 Este es el rendimiento y este es el dinero (risas).

S3 Necesitas trabajo para tener dinero y necesitas dinero para que se compren necesidades.

S1 Ahí está güey, y aquí podemos poner comida.

No sólo hacen lo que Mercer llama una conversación acumulativa sino que analizando el contenido se observa que los sujetos hacen propuestas sobre los elementos que componen el sistema, las relaciones entre ellos y los ciclos de retroalimentación.

De acuerdo con la literatura es muy complicado para los alumnos razonar de manera cíclica y con procesos de retroalimentación, sin embargo a partir de la representación de los elementos del sistema y sus relaciones, los sujetos se enfrascan en discusiones sobre la manera en que las variables del sistema están relacionadas inter-dependientemente.

El siguiente segmento, de manera acumulativa, los sujetos establecen procesos de retroalimentación entre la variable mantenimiento y la variable hijos, así como la dependencia con el dinero.

(Ejemplo de Habla Acumulativa)

S2 Vamos a poner tener mantenimiento de la casa, necesitas dinero, no pero también ah se me olvidó la idea, bueno si tienes hijos es el mayor tienes que gastar más en el mantenimiento de la casa, entonces sería que los hijos perjudican el mantenimiento de la casa.

S1 Porque la maltratan y pintan en ella.

S2 Entonces como sería, así (hace referencia a la relación entre la variable mantenimiento y la variable dinero).

S1 Aja (expresión de aceptación).

Aunque ellos hablan de manera acumulativa y no presentan argumentos, discuten sobre las variables, sus relaciones y en algunos casos ciclos de repetición.

El análisis de los diálogos también presenta evidencias de que cuando los sujetos ejecutan sus modelos, gracias a la posibilidad de representar en la pantalla las variables, modificar sus valores y ver las consecuencias de sus relaciones, tienen los elementos visuales para discutir sobre el comportamiento del sistema en función de las variables, sus valores y el tipo de relaciones establecidas entre ellas.

En el siguiente segmento se observa como los alumnos razonan sobre el modelo:

(Ejemplo de Habla Exploratoria)

S2 Este con este, no salida, no entrada con salida, (.) salida con entrada.

S1 Si, así está bien.

S2 Si ahora

S1 No, pero pérate aquí, debemos de ponerle más porque es toda, a mayor cantidad de pasajeros aumenta el positivo de la masa.

S2 Y esta reacciona al contrario con este, con más masa y más pasajeros aumenta (corrige) disminuye la posibilidad de vida.

S1 Entonces,

S2 Ese está bien, ese está perfecto, está bien,

S1 No, porque a mayor masa aumenta

S2 No no, bájalo, la sobrevivencia exacto, está bien como está ahora, hay que pasarnos a play (opción de ejecutar en el software VnR)

S1 Pero entonces también la cantidad de pasajeros es negativo porque

S2 Entre más pasajeros disminuye la probabilidad de vida

S1 No, al contrario porque

S2 Entre más pasajeros

S1 Aquí pueden sobrevivir más y el peso de baja

S2 No, porque entre más pasajeros hay, menos probabilidad porque no hay tantos botes y el barco se está hundiendo súper rápido por su peso,

S1 Entonces lo dejo así,

S2 Si así lo dejas si quieres ponlo aquí no tan bajito (hace referencia al valor de la variable pasajeros).

Con respecto al uso de argumentos, en la gráfica 2 se observa que en un 40% no presentaron argumentos. En el 27% de ellos fueron acompañados sólo de la conclusión, pero sin datos y sin apoyos. Mientras que la combinación de conclusión y datos se presentó en el 20% de los casos. Solo en el 13% se presentaron argumentos.

El siguiente ejemplo representa la construcción social de argumentos. Uno sujeto estaba a favor de los zoológicos mientras que no.

En los enunciados se observa como los argumentos (conclusiones, los datos y apoyos) se construyen dirigidos por la actividad discursiva.

Ejemplo:

S1 En el zoológico viven algunos animales en peligro de extinción, y algunos señores los cuidan.

S2 Si, si por ejemplo en Chapultepec viven algunos que están en peligro de extinción. Entonces este (señala el modelo) es un lugar para proteger los animales en peligro de extinción.

Esta conclusión está a favor de los zoológicos y usa el dato “En el zoológico viven algunos animales en peligro de extinción, y algunos señores los cuidan.”, la cual es apoyada por “en Chapultepec viven algunos (los animales) que están en peligro de extinción”. “Entonces este (el zoológico) es un lugar para proteger los animales en peligro de extinción”.

Ejemplo:

S1 Yo creo que los zoológicos no son un buen lugar para que vivan los animales.

Imagínate, Si los leones siempre están encerrados, no viven como ellos están acostumbrados, podrían molestarse, hacerse peligrosos...mmm, su calidad de vida es mala.

S2 Cierto, tienes razón. Vivir enjaulado en un zoológico puede alterar su conducta y no vivir a gusto.

La posición presentada por S1 es contraria a los zoológicos, expresada como una *conclusión* en la frase “Yo creo que los zoológicos no son un buen lugar para que vivan los animales”. Después, S1 agrega a esta conclusión “Si los leones siempre están encerrados, no viven como ellos están acostumbrados, podrían molestarse, hacerse peligrosos...mmm, su calidad de vida es mala.” Esta elaboración la consideramos como *dato* que sustenta su conclusión. S2 apoya los datos al decir

“Vivir enjaulado en un zoológico puede alterar sus conducta y no vivir a gusto.”

Observamos la contribución de S2 como *apoyo* al argumento que está siendo construido.

Así, en el análisis fue importante la identificación de lo que constituye los datos del argumento. Los apoyos, si existen, son la frase o parte del discurso que relaciona los datos con la conclusión.

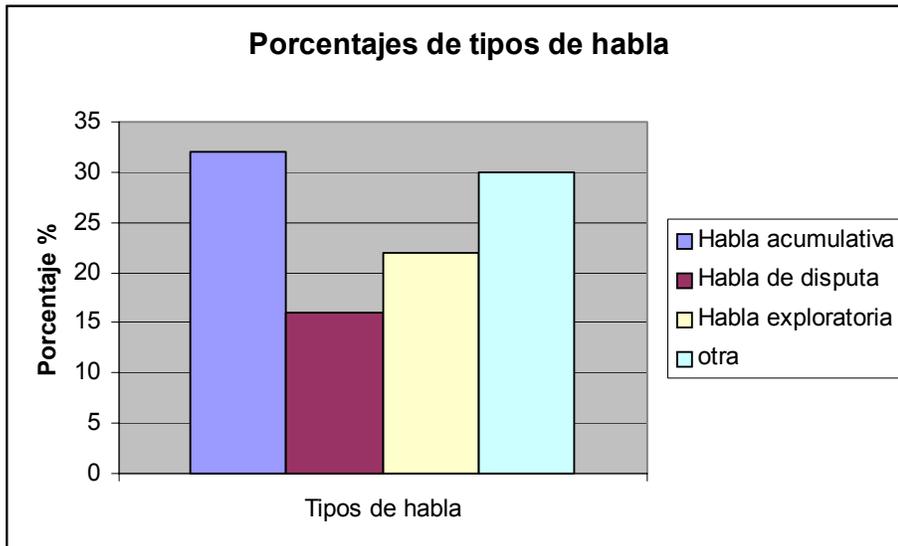
La imagen1 es un ejemplo de un modelo elaborado por los sujetos. En el se aprecian la riqueza, definida por el número de elementos, y la complejidad, definida por el número de relaciones y su tipo.

Referencias

- Bell, B., & Grotzer, T. (2001). *Focusing on the Nature of Causality in a Unit on Pressure: How does it Affect Understanding?* Paper presented at the American Educational Research Association, Seattle.
- Bliss, J. (1994). Reasoning with a semi-quantitative tool. In H. Mellar, J. Bliss, R. Carney, C., Forrbus, K., Ureel, L., & Ureel, L. (2001). *Using modelling to support integration and reuse of knowledge in school science: Vmodel, a new educational technology.*: Northwestern University School of Education and Social Policy.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.
- Gobert, J. (2002). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal Science Education*, 22(2), 891-894.
- Gobert, J. D. (2000). A typology of causal models for plate tectonics: inferential power and barriers to understanding. *International Journal of Science Education*, 22(9), 937-977.
- Green, D. (1997). Explaining and envisaging and ecological phenomenon. *British Journal of Psychology*, 88, 199-217.
- Hmelo, C., & Green, M. (2004). Comparing expert and novice understanding for a complex system from the perspectives of structures, behaviour, and functions. *Cognitive Science*, 28.
- Hogan, K., & Thomas, D. (2001). Cognitive comparisons of students' systems medelling in ecology. *Journal of Science Education and Technolgy*, 10, 319-345.
- Ivarsson, J., Schoultz, J., & Saljo, R. (2002). Map reading versus mind reading: revisiting childrens' understanding of the shape of the earth. In M. Limón & L. Mason (Eds.), *Reconsidering Conceptual Change. Issues in Theory and Practice.* (pp. 77-99). Amsterdam: Kluwer Academic Publishers.
- Leach, J., & Scott, P. (2003). Individual and sociocultural views of learning in science education. *Science & Education*, 12, 91-113.
- Lemke, J. (2001). Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 296-316.

- Mercer, N. (2000). *Word & Minds: How We Use Language to Think Together* (G. S. Barberan, Trans.). London: Routledge.
- Southerland, S., Abrams, E., Cummins, C., & Anselmo, J. (2001). Understanding students' explanations of biological phenomena: conceptual frameworks or p-prims? *Science Education*, 85, 328-348.
- Toulmin, S. E. (1958). *The Uses of Argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wegerif, R. (2001). Applying a dialogical model of reason in classroom. In R. Joiner, D. Faulkner, D. Miell & K. Littleton (Eds.), *Rethinking Collaborative Learning*: Free Association Press.
- Wells, G. (2001). *Indagación Dialógica: hacia una teoría y práctica socioculturales de la educación* (3 ed.). Barcelona: Paidós.
- White, P. (1997). Naive ecology: causal judgments about a simple ecosystem. *British J Journal of Psychology*, 88, 219-233.

Gráfica 1



Gráfica 2

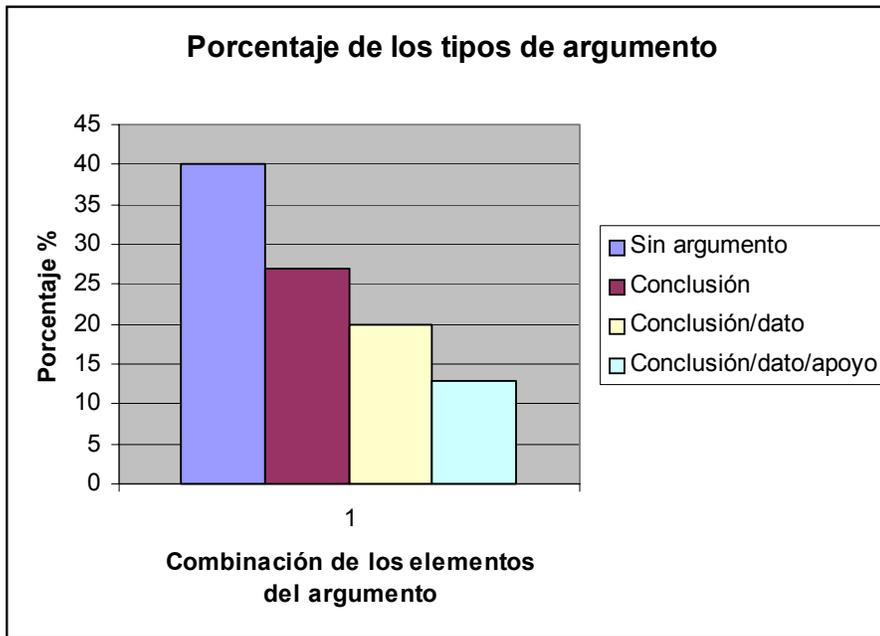


Imagen1

