



El 'Efecto Pantalla'. Un Caso de Interés Didáctico en la Resolución de Problemas por Transferencia
Carlos B. GómezFerragud. cargofer81@gmail.com

Resumen:

Se realizó una investigación de corte cualitativo, con el objetivo de analizar en profundidad las dificultades cognitivas que aparecen en los estudiantes de educación secundaria durante las primeras etapas del proceso de transferencia en resolución de problemas. Se realizaron dos tareas, una categorización de problemas y dos entrevistas semiestructuradas mediante protocolos think aloud. Los problemas utilizados se construyeron en dos condiciones de familiaridad. Se muestra un fenómeno educativo de interés, asociado a obstáculos cognitivos específicos de los estudiantes que impiden lograr el éxito en la solución del problema objetivo: el "efecto pantalla" o imposibilidad de detectar las similitudes estructurales a causa de las diferencias superficiales. Los obstáculos fueron mayores en la condición de baja familiaridad.

Palabras clave: Didáctica de las ciencias, Resolución de problemas algebraicos, Transferencia analógica, Familiaridad con los enunciados, Superficie y estructura.

1. Marco teórico:

Resolver un problema implica comprender la situación descrita en su enunciado. Comprender un problema con enunciado implica la construcción de representaciones mentales en distintos niveles de elaboración. Kintsch y colaboradores (Kintsch, 1998; Kintsch y Greeno, 1985; Nathan, Kintsch y Young, 1992) proponen un modelo de comprensión en diferentes etapas: Superficial o Léxico, Base del Texto (nivel semántico), Modelo de la Situación (nivel referencial) y Modelo del Problema (nivel abstracto, matemático). Para poder representar el modelo de la situación (MS) y, a partir de él, construir un modelo de problema (MP) adecuado, se requiere la conexión del conocimiento previo del estudiante con el contenido semántico expuesto en el enunciado del problema. Una inadecuada modelización del MS puede producir disociaciones entre el MP y el MS, pese a poseer el conocimiento algebraico necesario para la resolución de un problema.

Las situaciones problemáticas propias de los ambientes científicos, poco familiares para los estudiantes de secundaria (es decir, de las cuales tienen poco conocimiento previo) podrían dificultar la construcción del MS y, con ello, aportar un obstáculo adicional en la elaboración de un adecuado MP. Se presenta un estudio cualitativo a partir de entrevistas semi-estructuradas con el objetivo de analizar en profundidad las dificultades cognitivas que aparecen en los estudiantes

Organizado por:





de educación secundaria durante las primeras etapas del proceso de transferencia en resolución de problemas algebraicos con enunciado. El factor fundamental analizado es la familiaridad de los sujetos con las situaciones problemáticas (objetos y eventos) implicadas en los enunciados. La familiaridad con los enunciados ha sido descrita como un fuerte predictor del éxito en la resolución de problemas (Jonassen, 2000). Las situaciones propias y habituales de la vida diaria se consideraron de familiaridad alta, mientras que las situaciones propias de ambientes científicos se consideraron como familiaridad baja para estos estudiantes.

De entre los diferentes comportamientos evidenciados por los alumnos participantes en el estudio, en esta comunicación se presenta el llamado 'Efecto Pantalla', (Gómez-Ferragud, Solaz-Portolés y Sanjosé, 2014): el sujeto no puede apreciar la similitud estructural de dos problemas a causa de sus diferencias superficiales. El efecto se amplifica en la condición de baja familiaridad.

Una de las estrategias instruccionales más utilizadas en el aula en resolución de problemas con enunciado, es la transferencia analógica (Gómez-Ferragud, Solaz-Portolés y Sanjosé, 2012; Bernardo, 2001; Reed, Dempster y Ettinger, 1985; Gick y Holyoak, 1983): el profesor muestra un conjunto de problemas ejemplo, totalmente resueltos y explicados, y luego pide a los estudiantes que resuelvan problemas similares.

La transferencia requiere la construcción analogías entre alguna situación problemática conocida y una nueva (Gentner, 1983). En el caso de la resolución de problemas algebraicos con enunciado, las analogías deben ser construidas en torno a los elementos descritos en el enunciado. Holyoack (1984) diferencia dos características principales definitorias de los problemas matemáticos con enunciado: la 'Superficie' y la 'Estructura'. La Superficie describe la situación problemática en el mundo real, y alude a objetos y eventos en términos concretos, la estructura de un problema algebraico está determinada básicamente por "cómo se relacionan las cantidades unas con otras más que por cuáles son esas cantidades" (Novick, 1988; p. 511). Según Hiebert (1982), la incógnita o demanda de un problema influye directamente en su grado de dificultad, y existen evidencias de que los resolutores novatos focalizan su atención en la incógnita (Castro, Rico, Batanero y Castro-Martínez, 1991). En este trabajo se considerará además de la superficie, 'la variable incógnita', es decir, la magnitud preguntada, como elemento superficial, por no afectar a la estructura.

Organizado por:





2. Metodología:

1. Participante

En el presente estudio, participó una estudiante de 4º de la ESO en un instituto público situado en una ciudad española de 80.000 habitantes y en una zona socioeconómica de nivel intermedio.

2. Tareas

A cada estudiante entrevistado se le propusieron dos tareas. La primera fue categorizar una colección de enunciados de problemas según el modo de su resolución (Chi, Feltovich and Glaser, 1981). El objetivo fue evidenciar los factores de los problemas en que los participantes se fijaban para agrupar problemas en el mismo conjunto.

La segunda tarea consistió en una prueba de transfer analógico entre problemas: un problema “diana” a resolver, con la ayuda de varios problemas “fuente” proporcionados. Los problemas fuente fueron diseñados para mantener relaciones muy específicas y diferenciadas con el problema “diana” (ver Tabla 1). La toma de datos en esta tarea se realizó a través de entrevistas semiestructuradas, una por cada condición de familiaridad.

PROBLEMAS/FACTORES	SUPERFICIES	ESTRUCTURAS	INCÓGNITAS
DIANA	Gases/Piscinas	Encontrar	Gramos/Litros
SIMILAR L	Gases/ Piscinas	Alcanzar	kCal/Kg
ISOMORFO L	Electricidad/Huchas	Encontrar	microCulombios/Euros
DIFERENTE L	Disoluciones/Globos	Mezclas	Gramos/Litros
DIFERENTE C	Gases/ Piscinas	Mezclas	Gramos/Litros
ISOMORFO C	Disoluciones/Aire	Encontrar	Gramos/Litros

Tabla 1. Relaciones entre problemas fuente y diana. Se muestran en negrita los elementos comunes entre problemas fuente y diana.

Las entrevistas fueron grabadas en video con permiso de estudiantes, profesores y padres, para su posterior análisis. Utilizamos la codificación propuesta por Codina, Castro and Cañadas (2011, pp. 160-161) para el análisis de protocolos en

Organizado por:





resolución de problemas adaptada a la tarea de transferencia. Se prestó especial atención al establecimiento de analogías y diferencias entre problemas basándonos en el trabajo de Clement (1988) sobre el establecimiento y utilización de analogías para resolver problemas de física.

3. Discusión de los datos, evidencias, objetos o materiales

El caso que se muestra se denomina 'Efecto pantalla' por la imposibilidad de detectar correctamente los elementos estructurales de un problema debido al apantallamiento que le producen los elementos superficiales. A continuación se muestran fragmentos de las entrevistas llevadas a cabo durante la realización de la segunda tarea, en las dos condiciones de familiaridad, acompañados de sus análisis pertinentes.

Baja Familiaridad	Alta Familiaridad
<p><i>El sujeto estudia el problema Diana, después toma los problemas Fuente y los estudia uno a uno, volviendo a considerar el problema REL1.</i></p> <p>I: [08:06] ¿Por qué vuelves a coger ese problema en particular?</p> <p>S: [08:07] Porque en estos dos problemas, [Hace referencia a los problemas SIM1 y ISO1] las unidades que nos dan son diferentes al problema Diana (Focaliza la atención en el nombre de las magnitudes preguntadas para establecer diferencias).</p> <p>S: [08:21-08:50] Voy a leer el tercero [La estudiante relee el problema REL1 y ISO1, y los compara con el problema Diana].</p> <p>S: [08:51] Este ¡ [Señala el problema REL1] Este es el que encuentro más parecido! (REL1 y DIANA tienen las mismas magnitudes y también comparten ciertas ideas en sus enunciados. Sin embargo estos problemas tienen diferentes estructuras).</p> <p>I: [08:53] ¿Podrías decirme exactamente por qué?</p> <p>S: [09:00] Si, aunque en uno hay globos y en el otro tanques con disoluciones ... (La estudiante explicita algunas diferencias irrelevantes entre REL1 y DIANA...) ...los dos te preguntan por lo mismo. (Focaliza la atención en la magnitud incógnita preguntada). El problema que he de resolver me pide los gramos y este también [Señala REL1 y lo pone delante de ella].</p>	<p><i>Al igual que en la condición de baja familiaridad el sujeto lee primero el problema Diana y a continuación los tres fuentes: [03:34] ¿ Qué ves en estos problemas?</i></p> <p>S: [03:39] Este problema parece que tiene la misma estructura [ISO1] que este otro [DIANA]: Primero una cosa disminuye y luego, otra aumenta... (Menciona elementos estructurales aunque no explica su significado). En cambio en este problema [hace referencia al REL1], Veo también que estos dos tienen las mismas cantidades, 20 y 30... Quizá esto podría ser de ayuda aunque hablen de concentraciones...Ups! Aquí veo que no preguntan por la misma cosa! ... De cualquier modo, podrían servir de ayuda aunque veo que no preguntan por lo mismo. (Al igual que en la condición de baja familiaridad, la incógnita o demanda del problema resulta importante para la estudiante, pero aquí, otros factores son considerados también como importantes).</p> <p>S: [04:09-04:26] Déjame leer el siguiente problema... [Toma el problema SIM1, lo coloca en frente suyo y lo lee con detenimiento] En este problema las dos cosas crecen (sic) [Hace referencia a ideas estructurales] y creo que por esto no serán de ayuda. (La estudiante</p>

Organizado por:





Además, los dos tienen las mismas unidades (sic).	focaliza la atención en la relación estructural TARGET-ISO1 para encontrar diferencias entre los problemas TARGET y SIM1). I: [04: 27] ¿Has encontrado otras diferencias o similitudes entre esos problemas? S: [04:28-04:47] No [despues de una lectura rápida].
---	---

Tabla 2. Fase 2: Tarea de transferencia: Se proporcionó el problema Diana y los tres fuentes cercanos.

Al inicio de la fase 2, en la condición de alta familiaridad, la estudiante encuentra menos obstáculos (aunque algunos) que en la condición de baja familiaridad. En el primer caso la estudiante detecta algunas ideas de relevancia estructural pese a ser también influida por ideas superficiales. En cambio, en la condición de baja familiaridad donde los problemas se muestran en contextos científicos, la estudiante no detecta ideas estructurales y focaliza su atención en la magnitud incógnita demandada, elemento superficial directamente relacionado con la temática científica de los problemas. La ‘pantalla’ oculta los elementos superficiales con una interferencia mayor, en la condición de baja familiaridad.

A continuación se proporcionó a la estudiante los dos problemas cercanos, es decir, con dos factores característicos comunes. Esta ayuda tuvo distintos efectos en las dos condiciones de familiaridad. En la condición de alta familiaridad, la estudiante establece analogías en torno a elementos estructurales y la pantalla va desapareciendo. En cambio en la condición de baja familiaridad, la estudiante continúa estableciendo analogías y diferencias en torno a la magnitud incógnita preguntada.

Baja Familiaridad	Alta Familiaridad
<p>La estudiante estudia el problema REL1 primero. A continuación estudia ISO1 durante un buen rato..</p> <p>I: [12:32] ¿Qué estás pensando ahora?</p> <p>S: [12:34] Bien, creo que este [señala el ISO1] tiene el mismo proceso de resolución que el Diana..</p> <p>I: [12:36] ¿Por qué has cambiado de opinión?</p> <p>S: [12:41] Porque mirando las unidades... déjame ver... Aquí está la diferencia [La estudiante señala el REL1] con el problema Diana, dice la palabra ‘contiene’ sin embargo, aquí [ISO1] says ‘el voltage disminuye a razón de...Lo mismo que en el problema Diana. Entonces veo que podría usar estas fórmulas [the equations of ISO1] aquí [DIANA] Porque aunque tienen diferentes unidades creo que los dos se resolverían de la misma forma.</p>	<p>La estudiante estudia las soluciones de los problemas Fuente durante menos tiempo que en la condición de baja familiaridad..</p> <p>S: [07:04-07:016] Como he dicho antes, estos dos problemas [señala los problemas ISO1 y ISO2], tienen la misma estructura que el problema Diana y las mismas ecuaciones. En cambio, estos dos [señala ahora REL1 and REL2] no.</p>

Tabla 3. Fase 3: Tarea de transferencia con los problemas fuente totalmente resueltos.

Organizado por:





En la fase tres se muestran las ecuaciones que resuelven los problemas fuente (el diana sigue sin ser resuelto) es decir, se retira la pantalla y la estudiante es capaz de percibir las analogías estructurales correctas, en ambas condiciones de familiaridad. El esfuerzo cognitivo es menor en la condición de alta familiaridad.

4. Resultados y/o conclusiones

En la primera tarea de agrupación de problemas, el sujeto categorizó los problemas, en la condición de alta familiaridad, mediante un criterio que cruzó elementos estructurales y superficiales. Sin embargo, en la condición de baja familiaridad la estudiante agrupó los problemas basándose en el nombre de la magnitud preguntada.

La estudiante, durante las primeras fases del estudio no fue capaz de establecer analogías apropiadas entre problemas a causa de las interferencias generadas por elementos superficiales como la magnitud 'incógnita' o la temática científica del problema. Sin embargo, en la última fase, con los problemas resueltos, donde se descubren las ecuaciones y se retira la pantalla, la estudiante es capaz de establecer las analogías adecuadas y por tanto, de escoger el análogo correcto para la resolución del problema diana. Esto implica dificultades en la modulación de las primeras etapas del transfer analógico, relacionadas con la comprensión inicial del problema, donde parece que el sujeto no es capaz de construir un modelo de la situación (MS) adecuado.

Los profesores, en muchas ocasiones creen que sus estudiantes han comprendido cómo se resuelve un determinado tipo de problemas pero parece que esta comprensión puede ser poco consistente ya que los estudiantes se guían en exceso por elementos superficiales y no prestan la atención necesaria a los elementos estructurales, necesarios para la correcta resolución del problema.

5. Bibliografía

1. Bernardo, A.B.I. (2001). Analogical problem construction and transfer in mathematical problem solving. *Educational Psychology*, 21(2), 137-150.

Organizado por:





2. Castro, E.; Rico, L.; Batanero, C. & Castro, E. (1991). Dificultad en problemas de comparación multiplicativa. En F. Furinghetti (ed) *Proceedings Fifteenth PME Conference*, 1, 192- 198. Assisi, Italy.
3. Chi, M.T.H., Feltovich, P.J. y Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
4. Clement, J. (1988). Observed methods to generate analogies in scientific problem solving. *Cognitive Science* 12, 563-586.
5. Codina, A.; Castro, E. y Cañadas, M.C. (2011). Un sistema de categorías para el análisis de la interactividad en una i-actividad de resolución de problemas. En J.L. Lupiañez, M. C. Cañadas, M. Molina, M. M. Palarea y A. Maz (Eds), *Investigaciones en pensamiento numérico y algebraico e historia de la matemática y educación matemática*. Granada: Grupo de pensamiento numérico y algebraico e historia de la matemática y educación matemática, 157-164.
6. Gentner, D. (1983). Structure-mapping. A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7, 155-170.
7. Gick, M.L. & Holyoak, K.J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15, 1-38.
8. Gómez-Ferragud, C.B.; Solaz-Portolés, J.J. y Sanjosé, V. (2012). Efectos de la similitud superficial y estructural sobre la transferencia a partir de análogos en problemas de alta y baja familiaridad: primeros resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(1), 135-151.
9. Gómez-Ferragud, C. B., Solaz-Portolés, J. J. y Sanjosé, V. (2014). Efecto pantalla y efecto Sísifo: dos fenómenos didácticos en la resolución de problemas por transferencia analógica. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 28, 221-242.
10. Hiebert, H. (1982). The position of the unknown set and children's solutions of verbal problems. *Journal for Research in Mathematics Education*, 13(5), pp. 341-349, 1982.
11. Holyoak, K.J. (1984). Analogical thinking and human intelligence. In R.J. Sternberg (ed.). *Advances in the psychology of human intelligence*. Vol. 2. Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp. 199-230.

Organizado por:





12. Kintsch, W. (1998). *Comprehension: a paradigm for cognition*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
13. Kintsch, W., & Greeno. J. (1985). Understanding and solving word arithmetic problems. *Psychological Review*, 92(1), 109-129.
14. Jonassen, D.H. (2000). Toward a design theory of problem-solving. *Educational Technology: Research and Development*, 48, 63-85.
15. Nathan, M., Kintsch, W., & Young, E. 1992. A Theory of Algebra-Word-Problem Comprehension and Its Implications for the Design of Learning Environments. *Cognition and Instruction*, 9(4), 329-389.
16. Novick, L. (1988). Analogical transfer, problem similarity, and expertise. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 14, 510-520.
17. Reed, S. K., Dempster, A.; Ettinger, M.(1985). Usefulness of analogous solutions for solving algebra word problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 11, 106-125.

ANEXO

Problemas Baja Familiaridad. Estructuras: Alcanzar/Encontrar/Mezclas;
Superficies: Gases; electricidad y disoluciones; **Incógnita:**
Kilocalorías/Microculombios /Gramos

Enunciado: Consideremos dos globos diferentes A y B. Inicialmente el globo tiene un gas con volumen de 2000 cm³ y el globo B está vacío. Entonces se conectan a la vez dos bombas térmicas idénticas, una que transfiere calor de A a un acumulador y otra que transfiere calor del acumulador a B. El globo A va disminuyendo su volumen a razón de 20 cm³/cal y el globo B va aumentando su volumen a razón de 30 cm³/cal. **Pregunta:** ¿Cuántas calorías se habrán transferido de A a B, cuando sus volúmenes sean iguales?

Problemas Alta Familiaridad. Estructuras: Alcanzar/Encontrar/ Mezclas;
Superficies: Piscinas/Huchas de ahorro/Globos; **Incógnita:**
Litros/Euros/Kilogramos

Enunciado: Consideremos dos huchas de ahorro diferentes A y B. Inicialmente la hucha A tiene 2000 Euros y la hucha B está vacía. Entonces, se ponen en marcha a

Organizado por:





la vez dos procesos bancarios idénticos, uno que extrae dinero de A y lo introduce en una gran cuenta de ahorro, y otro que extrae dinero de esta gran cuenta de ahorro y lo introduce en B. La hucha A va disminuyendo su dinero a razón de 20 Euros/día y la hucha B va aumentando su dinero a razón de 30 euros/día.
Pregunta: ¿Qué cantidad de dinero habrá en A y en B cuando las dos huchas tengan el mismo dinero?

Organizado por:

