

Resolución de problemas, interactividad e interacción. Una parrilla de observación¹

Antonio Codina Sánchez
acodina@ual.es
U. Almería

Enrique Castro Martínez
ecastro@ual.es
U. Granada

Resumen

En esta comunicación presentamos a discusión el diseño de la parrilla de observación de una investigación enmarcada en un proyecto de tesis que tiene como propósito general indagar acerca de cómo parejas de resolutos, trabajando colaborativamente, resuelven un problema de optimización mediados por la inclusión de un recurso informático: una web con Applets² interactivos.

Introducción: Contextualización.

La presencia de la tecnología³, entendida como herramienta cognitiva (Rojano y Moreno, 1999) está transformando la forma de aprender, hacer y enseñar matemáticas, convirtiéndose en agente de cambio (Perks, Prestage, y Hewitt, 2002, Santos y Espinosa, 2002). Estos cambios están produciendo diversos interrogantes acerca de la influencia de estos medios en el quehacer de los estudiantes surgiendo preguntas del tipo:

¿Cómo influye a nivel cognitivo y metacognitivo la interactividad de una web en la resolución de problemas y en la interacción entre parejas de sujetos cuando trabajan colaborativamente?

Adoptando dicha cuestión como pregunta de investigación, buscamos realizar un análisis de comportamiento global de los sujetos para lo cual se plantean objetivos de investigación que relacionan cuatro dimensiones: Interactividad (con el ordenador), Trabajo Colaborativo, Resolución de Problemas y Sistemas de Representación. Dichos objetivos son:

1. Describir el proceso de resolución de los sujetos y cómo éste se puede ver influenciado por la interactividad con el ordenador.
2. Describir las interacciones entre sujetos y cómo éstas se pueden ver influenciadas por la interactividad con el ordenador.
3. Describir los sistemas de representación, con especial énfasis en los gestos, que utilizan los sujetos durante el proceso de resolución.

Desglosándose en los siguientes objetivos particulares:

1. Observar y analizar los procesos de resolución desde el punto de vista cognitivo y metacognitivo.

¹ Trabajo financiado por el proyecto del MCyT con referencia BSO 2002-03035

² Applets: subprogramas escritos en lenguaje Java que permiten interactuar con ellos en ambientes web.

³ Por tecnologías entenderemos en este trabajo a calculadoras gráficas, software como las hojas de cálculo, Cabri-Géomètre II o bien el mundo de Internet y las aplicaciones dinámicas (Applets)

2. Describir y analizar los cambios metacognitivos y cognitivos de los sujetos debidos a la interactividad con el ordenador durante el proceso de resolución del problema.
3. Describir las interacciones entre los sujetos cuando trabajan colaborativamente en la resolución del problema utilizando como recurso el ordenador.
4. Describir y analizar los cambios metacognitivos y cognitivos de los sujetos en sus interacciones debido a la interactividad con el ordenador.
5. Observar y analizar la producción e influencia de los gestos como medio de representación en el proceso de resolución de problemas.

Referentes teóricos, contextualización

Se han utilizado diversos referentes teóricos relativos a las dimensiones subyacentes en nuestro trabajo: La Resolución de Problemas, la Interacción entre los sujetos (sociabilidad) y la Interactividad del medio informático.

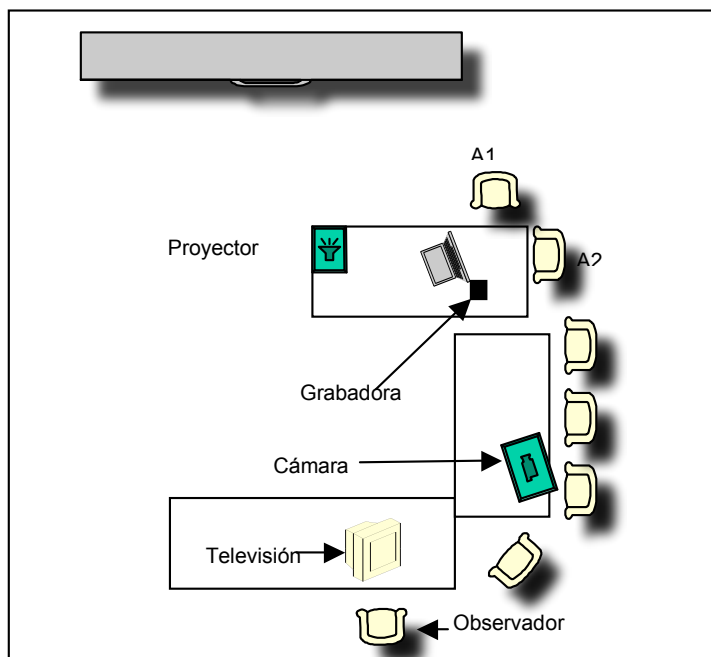
Así, entre otras fuentes, se han consultado los trabajos sobre metacognición y cognición en la resolución de problemas de Castro y otros (1995), Rico (1996), Puig (1996), Schoenfeld (1985), Armour-Thomas (1992), Goos (2002a, 2002b), Kwang (2003) y Roschelle y Teasley (1995). Para el análisis de la interacción, el trabajo colaborativo y los gestos los trabajos de Cobo (1998), Dillenbourg (1996), McNeill (1992), Edwards (2005) y Radford (2003 y 2005), Goldin-Meadow (2000). Finalmente, respecto a la dimensión Interactiva y el uso de nuevas tecnologías de la información los trabajos de Hoyles y Noss (1994, 1996, 2003), Kaput (1992) y Steen (2002).

Metodología

El metodología de investigación que proponemos para la investigación es de corte cualitativa-descriptiva siendo el método de recogida de la información observacional (Buendía, L., y Colás, P. y Hernández, F.,1998; De Katele y Roegiers, 1995).

Situación ambiental y descripción del espacio de observación.

La aplicación de la prueba se desarrolló en el seminario de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Almería, realizándose una citación voluntaria a cada pareja de sujetos de investigación. Se desarrolló en la primera semana de Junio del 2005, en tres sesiones de trabajo, citando dos parejas por sesión. Los alumnos son de distintas carreras universitarias y habían cursado la optativa Nuevas Tecnologías en la Enseñanza de las Matemáticas. La prueba no formaba parte de la evaluación de la materia.



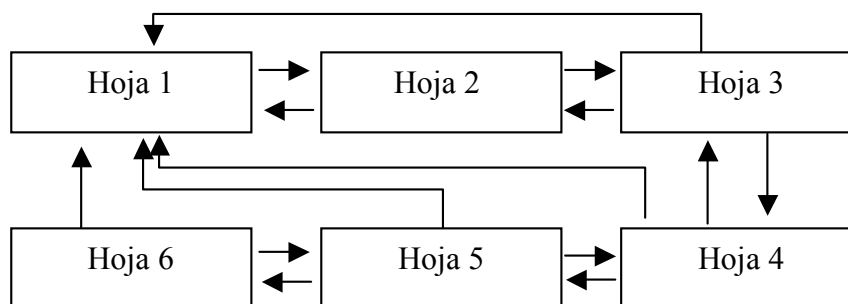
Al inicio de la prueba se informó que se guardarían los criterios de confidencialidad, el tiempo disponible (30 minutos), que verbalizar en voz alta y nítida, así como que no borrarán nada de lo que anotaran en las hojas de papel. Igualmente se indicó que podían utilizar cualquier recurso disponible en el ordenador (Calculadora, Cabri-Géomètre o Internet), un material estructurado que se facilitaba así como instrucciones relativas al uso de la página web (no podían avanzar en la página hasta que el observador situado fuera del campo de visión de los sujetos se los indicara).

Enunciado del problema

Los puntos A y B son vértices de una habitación con las siguientes dimensiones: $AB=2m$; $BC=3m$; $BE=2m$. Una hormiga está sobre el vértice A de la habitación. ¿Qué camino debe seguir la hormiga, desplazándose por las paredes para recorrer la menor distancia si desea llegar al punto F?

Estructura del diseño web

La página web consta de seis páginas entrelazadas como se muestra en el siguiente diagrama:



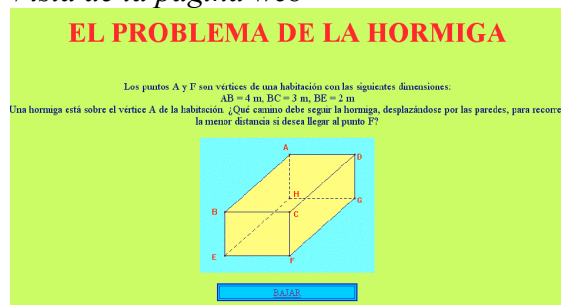
Las flechas indican la dirección o sentido de los movimientos posibles entre las hojas.

1. La primera hoja presenta el enunciado del problema con un dibujo a escala de la situación descrita en el enunciado. Se corresponde con el episodio de Lectura.
2. La segunda hoja contiene una serie de preguntas destinadas a observar el grado de comprensión del enunciado salvo la última, diseñada para obtener información acerca de la primera “idea” del plan de resolución. Con esto se pretende observar las representaciones internas de la situación deducidas directamente del enunciado y de la experiencia previa. Esta hoja se corresponde principalmente con el episodio de Análisis. Las preguntas son:
 - P.1 ¿Qué se pretende obtener?
 - P.2 ¿Cuáles son los datos del problema?
 - P.3 ¿Qué condición presenta el problema?
 - P.4 ¿Tenéis ya alguna idea de cual es el camino más corto?
3. La tercera hoja presenta un primer Applet con el que los alumnos pueden visualizar distintas trayectorias de la hormiga, con punto de paso sobre la arista BC. Se pretende observar la ruptura de la idea inicial: -“la ruta más corta es por las aristas del paralelepípedo”- observada en experiencias previas. Se corresponde con el episodio de Exploración. Se han diseñado dos preguntas:
 - P.5 ¿Qué observáis?

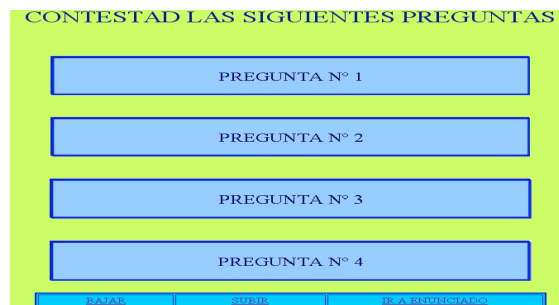
- P.6 ¿Cuál crees que es la trayectoria más corta? ¿Por qué?
- 4. La cuarta hoja pretendemos que los sujetos expliciten su plan de resolución, se corresponde con el episodio de Planificación, para ello se les pregunta:
 - P. 7. Entonces, ¿Cómo creéis que se resuelve el problema?
- 5. La quinta hoja, diseñada para observar el efecto que tiene en la concepción del plan y en su ejecución una estrategia heurística concreta, presenta un applets que realiza un desarrollo plano del paralelepípedo, se corresponde con el episodio de Implementación. Se han diseñado tres preguntas:
 - P.8. ¿Ha cambiado vuestra idea de cual es el camino más corto?
 - P. 9. ¿Tenéis alguna idea nueva para resolver el problema?
 - P. 10. Resolved ahora el problema con lápiz y papel.
- 6. En la sexta hoja los alumnos, a través de un nuevo applets, visualizan dinámicamente distintas trayectorias junto con un gráfico de ejes que muestra la distancia recorrida en los distintos caminos. Este Applets pretende poner de manifiesto dos hechos que han sido detectados como dificultades en experiencias previas; en primer lugar, que es necesario tener en cuenta que la representación del objeto de 3 dimensiones se realiza sobre 2 dimensiones, y en segundo lugar, que existen otras rutas además de la que pasa por la arista BC. Se corresponde con el episodio de Verificación.

Así mismo, se proporciona un modelo físico a escala (paralelepípedo de corcho), junto con dos chinchetas y una goma elástica. El objetivo es disponer al alcance de los sujetos un instrumento que permite visualizar la solución: “si clavan las chinchetas en los vértices del paralelepípedo y se coloca una goma, está tiende a situarse en la trayectoria más corta, es la posición en la que la goma tiene que soportar menor tensión, y por tanto modeliza la situación problemática”. Dicho material estará sobre la mesa de trabajo.

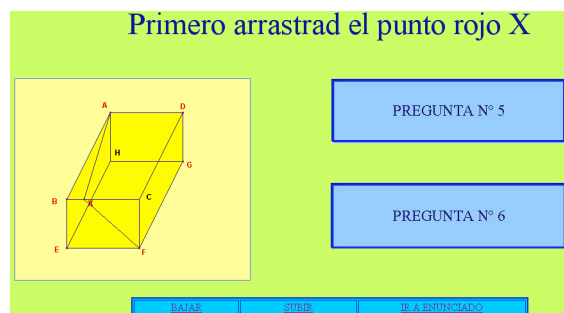
Vista de la página web



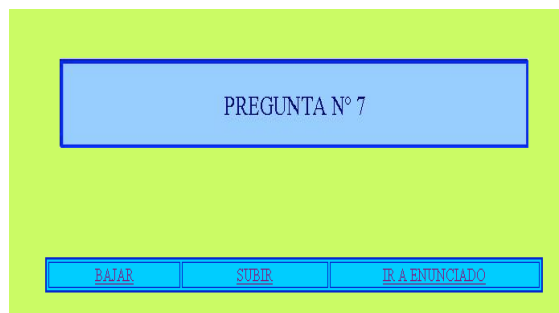
Hoja 1



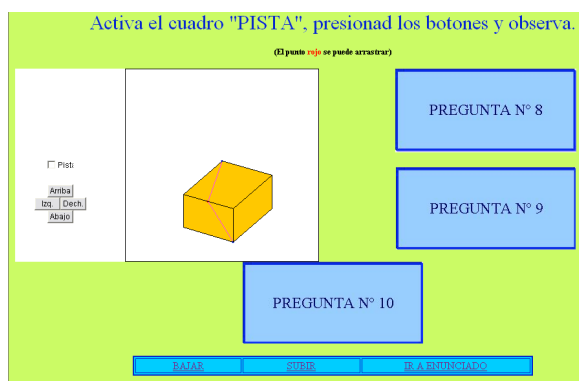
Hoja 2



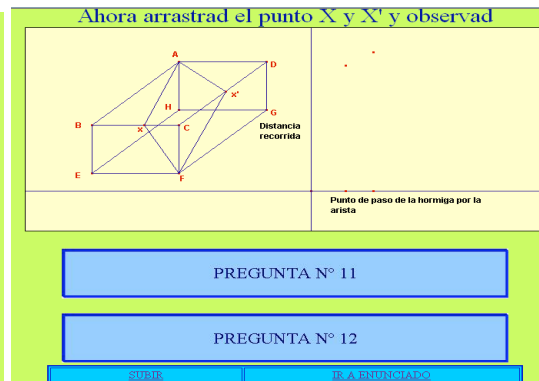
Hoja 3



Hoja 4



Hoja 5



Hoja 6

Descripción de la parrilla de observación

Con la parrilla de observación que presentamos podremos obtener una visión global del proceso de resolución así como información que permita relacionar lo ocurrido con nuestras preguntas de investigación. Se ha tomado como unidad de observación la definición de episodios dada por Schoenfeld (1985), adaptando la división del proceso de resolución de problemas en episodios de los modelos de Schoenfeld (1985) y Armour-Thomas (1992): Lectura, Análisis, Exploración, Planificación, Implementación, Verificación.

Las unidades temporales de observación tendrán una duración de 30 segundos. Las letras A, B, C, D, E, F, indicarán las hojas de la página web que los sujetos están visualizando (hoja 1, 2, 3, 4, 5, y 6 respectivamente). Estas letras se sitúan en la filas de A1 y A2 inferior y en el episodio correspondiente al proceso de resolución en el que se encuentre el sujeto.

La fila denominada “*Interacción*” se rellenará de gris para indicar que intercambio comunicativo entre los sujetos, es decir, en el intervalo de 30 segundos, los sujetos han trabajado más tiempo colaborativamente que de forma aislada (al menos 15 segundos). En caso contrario o si se produce un proceso de reflexión silenciosa o “*impas2*” se dejará en blanco.

La fila “*Interactividad*” indicara el sujeto que está interactuando con el ordenador a través del ratón. Nuevamente se tomará el sujeto esté más tiempo manejando el ratón (al menos 15 segundos), en caso de que se dividan la tarea de manejar el ratón entre los dos, se rellenará con gris ambos recuadros, y cuando se produzca un cambio respecto al manejo del ratón, se escribirá también la letra “R”.

En la parte superior de las filas de los sujetos A1 y A2 se situarán una cruz para indicar un momento de “*iluminación*” o aporte de *nuevas ideas* si este ha sido producido a consecuencia de una acción con el ordenador y con un triángulo si ha sido por la intervención de un compañero.

Respecto a los gestos, se situará una “*cara oscura*” si se observa un gesto de asombro o desconcierto, y una “*sonriente*” si se observa un gesto de alegría o satisfacción. Así mismo, se situará la letra M para indicar un gesto Metafórico, la letras IF para indicar un gesto icónico-físico y IS para un gesto icónico-simbólico que sean relevantes en el proceso de resolución.

[illegible]

Bibliografía

- Buendía, L., Colás, P., y Hernández, F. (1999). *Métodos de Investigación en Psicopedagogía*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Castro, E.; Rico, L. y Castro, E. (1995). *Estructuras aritméticas elementales y su modelización*. Grupo Editorial Iberoamericana: México.
- Cobo, P. (1998). Análisis de los procesos cognitivos y de las interacciones sociales en la resolución de problemas de matemáticas. Tesis Doctoral: Universitat Autònoma de Barcelona
- De Ketele, J. M. y Roegiers, X. (1995). *Metodología para la recogida de información*. Madrid: La muralla
- Edwards, L. D. (2005). Metaphors and Gestures in Fraction Talk. *Proceedings Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*. Sant Feliu de Guixols: <http://cerme4.crm.es/Papers%20definitius/1/wglistofpapers.htm>
- Goldin-Meadow, S. (2000). Beyond Words: The Importance of Gesture to Researchers and Learners. *Child Development*. 1 (71), 231-239.
- Goos, M., Calbraith, P., y Renshaw, P. (2002). Socially Mediated Metacognition: Creating collaborative zones of proximal development in small group problem solving. *Educational Studies in Mathematics*. 49 ,193-223.
- Hoyles, C. y Noss, R. (1994). Dynamic Geometry Environments: What's the Point? *Micromath*. 9 (87), 716-717.
- Kaput, J. (1992). Technology and Mathematics Education. En D. Grouws (Ed), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York: Macmillan, 515-556.
- McNeill, D. (1992). *Hand and Mind. What Gestures Reveal about Thought*. Chicago: University of Chicago Press.
- Perks, P., Prestage, S., y Hewitt, D. (2002). Does the Software Change the Maths? Part 1. *Micromath*. 1 (18), 28-41.
- Puig, L. (1996). *Elementos de resolución de problemas*. Granada: Comares
- Radford, L. (2003). Gestures, Speech, and the sprouting of Signs: a Semiotic-Cultural Approach to Students' Types of Generalization. *Mathematical Thinking and Learning*. 5 (1),37-70.
- Radford, L., Bardini, C., y Sabena, C. (2005). Perceptual Semiosis and the Microgenesis of Algebraic Generalizations. *Proceedings Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*. Sant Feliu de Guixols: <http://cerme4.crm.es/>
- Rico, L., Castro, E., Romero, I. (1996). The role of representation systems in the learning of numerical structures. En Gutiérrez, A., Puig, L. (Eds.), *Proceedings of the twentieth international conference for the psychology of mathematics education* (1). Valencia: Universidad de Valencia, 87-102
- Rojano, T. y Moreno, L. (1999). Educación Matemática: Investigación y Tecnología en el Nuevo Siglo. *Avance y Perspectiva*. (18), 325-333.
- Santos, M. y Espinosa, H. (2002). Searching and Exploring Properties of Geometric Configurations Using Dynamic Software. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 1 (33) ,37-50.
- Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical Problem Solving*. London: Academic Press