

UN SISTEMA DE CATEGORÍAS PARA EL ANÁLISIS DE LA INTERACTIVIDAD EN UNA *i*-ACTIVIDAD DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS¹

Antonio Codina¹, Enrique Castro², María C. Cañadas²

¹Universidad de Almería, ²Universidad de Granada

acodina@ual.es, ecastro@ugr.es, mconsu@ugr.es

Resumen

*Presentamos una propuesta de un sistema de categorías diseñado para describir y analizar el proceso de resolución de una *i*-actividad por parejas de estudiantes, y la influencia de la interactividad en este proceso. Utilizamos una *i*-actividad basada en un problema de optimización.*

Palabras Clave: *sistema de categorías, *i*-actividad, resolución de problemas, interactividad*

Abstract

*We present a proposal of a categories system designed to describe and analyze the *i*-activity solving process by pairs of students and the influence of the interactivity in this process. We use an *i*-activity based on an optimization problem.*

Keywords: Categories system, *i*-activity, problem solving, interactivity

Contextualización

La tecnología influye en casi cualquier aspecto de nuestra vida y la comunidad de investigadores en Educación Matemática no ha sido ajena a ello. Destacamos tres momentos clave.

En 1985 se realizó el primer estudio sobre la influencia de las tecnologías en las matemáticas y su enseñanza, promovido por el ICMI (Cornu y Ralston, 1992). Hasta entonces, los estudios se habían centrado en aspectos técnicos y conceptuales y no tanto en los aspectos procesales y/o teóricos de las tecnologías (Hoyles y Lagrange, 2008). A raíz de ello, durante la década de 1990, la comunidad científica centró su interés en las relaciones de las tecnologías con la resolución de problemas, los sistemas de representación, la formación del profesorado, creación y adaptación de marcos teóricos (Balacheff, 1994; Hoyles y Noss, 1994; Kaput, 1992; Pea, 1993). Como consecuencia, las tecnologías se incorporaron en los sistemas educativos (Ministerio de Educación y Ciencia, 1991; National Council of Teachers of Mathematics, 2000). Los trabajos durante los noventa consideraban las tecnologías como elementos mediadores en los procesos de enseñanza y aprendizaje centrada en el individuo.

A finales del siglo XX y principios del XXI, el tránsito entre la Web 1.0 y la Web 2.0² provocó lo que Shrage llamó “revolución relacional”:

¹ Este trabajo se ha realizado como parte del proyecto del plan nacional de i+D+I con referencia EDU2009-11337, financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia y cofinanciado con fondos FEDER.

² El término Web 1.0 está referido al empleo de internet a través de páginas web, programadas normalmente en html, estáticas y que normalmente no permitían una interacción con el usuario directa. 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. Lupiáñez, 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* (pp. 157-164). Granada: Grupo de Pensamiento Numérico y Algebraico e Historia de la Matemática y Educación Matemática.

Cuando tratamos de observar el impacto de los nuevos medios, la importancia de la información está subordinada a la de la comunicación. El valor real de un medio recae menos en la información que en las posibilidades de comunicación que puede crear (pp. 1-2, citado en Gadanidis y Geiger, 2010, p.93).

Se empiezan a considerar las tecnologías como elementos mediadores en la construcción de un conocimiento compartido, presencial y online, en los procesos interactivos o en el diseño de entornos web. Se supera el paradigma investigativo centrado en el individuo. A raíz de los numerosos y diversos trabajos, el ICMI lleva a cabo el segundo estudio en 2006 (Hoyles y Lagrange, 2010), en el que se plantean cuarenta y una preguntas abiertas de investigación. Nuestro trabajo está directamente relacionado con tres de ellas que nos sirven de motivación, contextualización y sustento de nuestros objetivos:

¿Qué marcos teóricos y metodologías son útiles para comprender el impacto del diseño sobre la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas?

¿Cómo podemos diseñar herramientas digitales que fomenten el pensamiento matemático?

¿Cuál es la contribución potencial, en el aprendizaje de las matemáticas, de los diferentes niveles de interactividad y las diferentes modalidades de interacción, y cómo podría hacerse realidad este potencial?

El hecho de que algunos estudios hayan señalado que las actividades web basadas en visualizaciones interactivas contienen numerosos errores en el diseño de las interfaces y en el diseño pedagógico y de interacción (Gadanidis, Sedig y Liang, 2004), nos lleva a considerar la interactividad en los procesos de construcción del conocimiento compartido. Motivados por las preguntas anteriores, centramos nuestra atención en el siguiente problema de investigación:

Describir y analizar, tanto el proceso de resolución de parejas de resolutores y el empleo de representaciones, como la influencia de la interactividad en dichos procesos, empleando como recurso una i-actividad basada en un problema de optimización.

Concretamos el problema de investigación en cuatro objetivos, que deben entenderse como una red que configura, dota de significado y conforma el problema de investigación. En este trabajo nos centramos en dos de estos objetivos:

1. Diseñar una i-actividad que fomente la interactividad para la resolución de un problema de optimización.
2. Describir y analizar el proceso de resolución de los sujetos e identificar y estudiar la influencia de la interactividad en dicho proceso.

Marco Teórico

Nuestro foco de interés en este trabajo nos lleva a considerar tres pilares fundamentales en el marco teórico: (a) la teoría de la Cognición Distribuida, (b) la interactividad y (c) la resolución de problemas.

En cambio, el término Web 2.0 se refiere al empleo de internet a través de páginas web dinámicas y que permiten una interacción directa con el internauta; como señala Gadanidis (2008): "El paradigma Web 2.0 no observa Internet únicamente como páginas de lectura estática, sino como una ambiente dinámico de lectura y escritura donde el usuario interactúa y co genera contenido y experiencias" (p.2)

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. Lupiáñez, 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* (pp. 157-164). Granada: Grupo de Pensamiento Numérico y Algebraico e Historia de la Matemática y Educación Matemática.

Teoría de la Cognición Distribuida

La teoría de la cognición distribuida parte del supuesto de que la cognición no es sólo interna al sujeto, sino que los procesos cognitivos están distribuidos y emergen a partir de las interacciones entre agentes, los artefactos y el ambiente en el que se producen los procesos (Hutchins, 1994; Lozares, 2000; Pea, 1993). El entorno es considerado como parte del sistema del procesamiento cognitivo, y como la cognición está mediada y distribuida por los agentes, artefactos y ambiente, ésta queda “embebida” y/o “extendida” entre ellos y el resultado de la interacción llevada a cabo por y entre los mismos. Ello supone la puesta en juego de unos mecanismos de interacción que son de comunicación entre agentes, agentes-artefactos y viceversa con propiedades cognitivas que no son reducibles a las propiedades cognitivas individuales (Lozares, 2000).

Interactividad

En la red existen numerosas propuestas didácticas orientadas al aprendizaje de las matemáticas que incluyen actividades en diferentes formatos. Definimos una *i-actividad* como aquella actividad “en formato web cuyo objetivo es facilitar el desarrollo de la propia actividad y el consiguiente aprendizaje a través de la interactividad del ordenador con el estudiante” (Codina, Cañadas y Castro, 2010, p. 1) y consecuentemente, diremos que un medio es interactivo “si tiene la capacidad de implicar al estudiante activamente en el programa de instrucción, es decir, el estudiante responde activamente al medio y éste a su vez al estudiante” (Castro, 2004, p. 167).

Gran parte de las *i-actividades* están diseñadas desde una perspectiva de innovación curricular y pocas surgen de un proceso de investigación que ponga de manifiesto sus bondades y debilidades. Es necesario que estas propuestas sean diseñadas y experimentadas en el aula con el fin de refinarlas mediante un rediseño que pule sus deficiencias. Consideramos que la elaboración de una *i-actividad* debe partir de un estudio previo que marcará la dirección de los objetivos a alcanzar y de la existencia de un protocolo de actuación. En Codina, Cañadas y Castro (2010) se detalla un protocolo ejemplificado en un problema de optimización que pretende trabajar las diferentes fases en la resolución de problemas. Se considera la situación en toda su complejidad, teniendo en cuenta a estudiantes, investigadores, interactividad y, resolución de problemas. Se llevó a cabo en el contexto natural de los estudiantes, con distintos participantes (investigador-profesor, investigadores externos), a través de un proceso de refinamiento progresivo, análisis in situ y retrospectivos de los distintos diseños.

Resolución de Problemas

El pensamiento matemático en resolución de problemas incluye la actividad cognitiva (por ejemplo, representar el problema, comprenderlo, planificar la resolución, utilizar estrategias) y también actividades que intentan controlar y regular los propios procesos cognitivos y que en gran medida determinan el éxito o el fracaso de la resolución. Algunos autores agrupan estas actividades bajo etapas o fases, donde cada una es importante y un buen resolutor debería seguirlas. Pólya (1945) propuso cuatro fases: comprensión, planificación, ejecución y revisión. Partiendo de ellas, Schoenfeld (1985), y Artzt y Armour-Thomas (1992) adaptan el modelo de Pólya y consideran 5 y 9 fases, respectivamente.

Sistemas de Categorías

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. Lupiáñez, 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* (pp. 157-164). Granada: Grupo de Pensamiento Numérico y Algebraico e Historia de la Matemática y Educación Matemática.

Presentamos los sistemas de categorías para el análisis de la interactividad y de la resolución de problemas.

Categorías para el Análisis de la Interactividad

¿Cómo afrontamos la elaboración de un sistema de categorías para la resolución de problemas de manera que se integre la interactividad de la i-actividad?

La interactividad está implicada en todo el proceso instructivo a modo de diálogo entre sujeto y medio interactivo (Castro, 2004), por tanto identificamos la existencia de influencia de la interactividad cuando ésta produce una reacción sobre la actuación del sujeto/s durante la resolución del problema, claramente identificable, en alguna de las categorías que se propondrán para la Resolución de Problemas. Es decir, tenemos una i-actividad y dos Sujetos (A y B), con A manejando el ratón. Diremos que ha existido influencia fuerte de la interactividad de la i-actividad cuando se pueda clasificar el comportamiento o actuación,

- del sujeto A mientras realiza alguna acción con el ratón sobre la i-actividad.
- del sujeto A justo después de realizar alguna acción con el ratón sobre la i-actividad.
- del sujeto B mientras el sujeto A realiza alguna acción con el ratón sobre la i-actividad.
- del sujeto B justo después de realizar el sujeto A alguna acción con el ratón sobre la i-actividad.
- de alguno de los sujetos si hace referencia explícita a alguna acción previa realizada con el ratón sobre la i-actividad.

La i-actividad diseñada incorpora diversos elementos interactivos: enlaces de direccionalidad (Subir, Bajar, Ir a enunciado), preguntas que muestran el texto sólo cuando el cursor está sobre ellos y diversos Applets, realizados con Cabri-Geometre II, que presentan similitudes con las construcciones y acciones que se pueden realizar con dicho software. En la geometría dinámica tiene especial interés dos acciones básicas: (a) modificar en tiempo real la imagen en pantalla y, (b) verificar validez de la construcción. En general, estas acciones se llevan a cabo con la técnica del arrastre. En nuestro trabajo sólo tiene sentido considerar el arrastre errático y guiado (Arzarello, Gallino, Michelletti, Olivero, Paola, et al., 1998). El primero permite explorar el campo del problema, buscar invariantes sin un aparente plan. El segundo se realiza con un objetivo preestablecido, estudiar algún caso particular o validar alguna solución parcial. Cuando el arrastre no permita observar una reacción sobre la actuación del sujeto claramente identificable en alguna de las categorías para la resolución de problemas se dirá que existe una influencia débil de la interactividad.

Categorías para la Resolución de Problemas

A partir de trabajos previos en resolución de problemas (Artzt y Armour-Thomas, 1992; Pólya, 1945; Schoenfeld, 1985), proponemos una nueva estructuración de fases³ que integra indicadores⁴ relativos a la interactividad y su influencia en el proceso de resolución de problemas.

³ Salvando las diferencias en la terminología, situamos las fases de trabajo de Pólya (1945) al mismo nivel que las fases de Schoenfeld (1985) y Artzt y Armour-Thomas (1992).

⁴ En la redacción de que se presenta a continuación se ha optado, en general, por la utilización del singular a pesar 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. Lupiáñez, 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* (pp. 157-164). Granada: Grupo de Pensamiento Numérico y Algebraico e Historia de la Matemática y Educación Matemática.

Tomaremos como unidad de observación los “episodios”, entendiendo que son un “Periodo de tiempo durante el cual un individuo o grupo de resolutores están ocupados con una determinada tarea ... o persiguen una meta común” (Schoenfeld, 1985, p. 292).

Fase 1. Lectura. El sujeto realiza la lectura del enunciado del problema e interioriza las condiciones y objetivo del problema.

Indicadores:

- 1.1 El estudiante lee, relee, en voz alta, en silencio o “murmurando”.
- 1.2 El estudiante señala con el ratón mientras lee.
- 1.3 El estudiante establece relaciones entre el enunciado y el acto de señalar.
- 1.5 El estudiante sólo anota los datos del problema (condiciones y objetivo).
- 1.6 El estudiante observa la pantalla con la intención de comprender el enunciado del problema.

Fase 2. Análisis. En esta fase el sujeto intenta «comprender el problema, seleccionar una perspectiva adecuada para abordar su resolución, simplificar o reformular el problema atendiendo a esta perspectiva e introducir las consideraciones o mecanismos que el sujeto crea pertinentes cuando no existe una aparente forma de proceder» (Schoenfeld, 1985, p. 298). El sujeto suele considerar «conocimiento específico que es relevante para el problema» (Artzt y Armour-Thomas, 1992, p.172). Suele ser estructurada donde las acciones tienen un objetivo prefijado cercano a las condiciones del problema.

Indicadores:

- 2.1 El estudiante modifica el enunciado a su lenguaje, simplificándolo o reformulándolo.
- 2.2 El estudiante modeliza el enunciado a través de la interactividad o con representaciones directamente extraídas del enunciado.
- 2.3 El estudiante identifica información importante extraíble directamente del enunciado o la ausencia de ella.
- 2.4 El estudiante establece relaciones entre los datos y las metas.
- 2.5 El estudiante establece a groso modo un Plan.
- 2.6 El estudiante revisa las condiciones y el significado del problema.
- 2.7 El estudiante se pregunta si ha realizado algún problema similar.

Fase 3: Exploración. En esta fase el sujeto suele utilizar estrategias e idealmente no tiene un procedimiento estructurado de acción, haciendo necesario que el resolutor ejerza mayor control mediante evaluaciones locales y globales sobre su progreso. En cierto sentido, es una revisión de la estructura del problema en busca de información relevante que se pueda incorporar a una secuencia análisis-plan-ejecución. Es en esta fase durante el cual se suelen producir los “insigh”, prestaremos especial atención a aquellos que se produzcan a raíz de interactividad de la i-actividad y a la realización de arrastres erráticos.

de trabajar con parejas de sujetos.

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. Lupiáñez, 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* (pp. 157-164). Granada: Grupo de Pensamiento Numérico y Algebraico e Historia de la Matemática y Educación Matemática.

Indicadores:

- 3.1 El estudiante busca información relevante no extraíble directamente del enunciado, pudiendo utilizar heurísticos para ello.
- 3.2 El estudiante realizar experiencias de ensayo y error sin aparente estructura con
 - con lápiz y papel,
 - interactuando con la i-actividad,
 - movimientos gesticulares.
- 3.3 El estudiante da sugerencias de acerca de nuevas formas de exploración.

Fase 4. Planificación. En esta fase el sujeto selecciona los pasos y las estrategias que potencialmente pueden conducir a la resolución del problema. Separamos la fase Planificación-Implementación de Schoenfeld (1985) en dos fases diferenciados pues «... es bastante usual que un estudiante proponga un plan que es inmediatamente rechazado por algún compañero» (Artzt y Armour-Thomas, 1992, p.141).

Indicadores:

- 4.1 El estudiante enuncia un proceso de resolución.
- 4.2 El estudiante selecciona estrategias.
- 4.3 El estudiante interactúa con la i-actividad para explicitar un proceso de resolución.

Fase 5. Implementación En esta fase *el sujeto ejecuta las acciones previamente estructuradas en la planificación.*

Indicadores:

- 5.1 El estudiante ejecuta un Plan de resolución.
- 5.2 El estudiante ejecuta cálculos y acciones que evidencian un plan previamente establecido.
- 5.3 El estudiante interactúa con la i-actividad ejemplificando acciones que evidencian un plan previamente establecido.

Fase 6. Verificación

Tradicionalmente, esta fase recoge tanto la evaluación o control durante la resolución del problema (Evaluaciones Locales) como aquella que se produce una vez que el sujeto emite una solución (Evaluación Global). Las Evaluaciones Locales suelen ser impases que permiten adoptar un nuevo camino, continuar con el que se está realizando o desecharlo para empezar otro nuevo y son indicadores de cambios metacognitivos o cognitivos. En la Evaluación Global, el sujeto analiza la pertinencia, coherencia, exactitud y posibles aplicaciones de la solución y resolución realizada. La Evaluación Global no indica finalización del proceso de resolución pues puede darse el caso de que la solución emitida sea incorrecta y sea necesario volver sobre alguna fase previa.

Indicadores:

Consideraremos que el estudiante lleva a cabo una Evaluación Local si previamente éste no ha enunciado o explicitado de alguna manera una solución del problema, en caso

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. Lupiáñez, 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* (pp. 157-164). Granada: Grupo de Pensamiento Numérico y Algebraico e Historia de la Matemática y Educación Matemática.

contrario, será catalogada como Evaluación Global. En todos los casos, se consideraran aquellas interacciones con la i-actividad que se produzcan simultáneamente con la acción descrita que tengan un marcado carácter intencional de control o evaluación.

6.1 El estudiante reflexiona acerca:

-del proceso seguido una vez emitida la solución (Evaluación Global).

-del progreso o de lo que está realizando (Evaluación local).

6.2 El estudiante evalúa la solución (Evaluación Global) o resultados parciales (Evaluación Local) a través de comprobaciones numéricas, visuales, gesticulares, material estructurado o de la interacción con la i-actividad.

6.3 El estudiante establece relaciones entre una estrategia heurística y los objetivos de la misma.

6.4 El estudiante evalúa utilidad de información nueva.

Fase 7. Observación y Escucha.

Este fase puede ocurrir con mayor frecuencia con estudiantes que trabajan en grupo y se manifiesta en aquellos que parecen estar atendiendo y observando el trabajo del compañero.

Indicador:

7.1 El estudiante observa y escucha lo que la otra persona está realizando.

Conclusiones

La necesidad de establecer un protocolo para el diseño de una i-actividad, la inclusión necesaria de elementos interactivos y su puesta en práctica nos ha permitido establecer indicadores relativos a la influencia de la interactividad en el desempeño de parejas de estudiantes cuando transitan por las distintas fases en la resolución de un problema.

Por otro lado, la no existencia de una clasificación única de las fases en la resolución de problemas nos ha llevado a establecer nuestro propio sistema en el que necesariamente se reflejan los posibles indicadores motivados por los elementos interactivos de la i-actividad.

Todo ello genera un marco de referencia óptimo para la descripción y el análisis de las relaciones entre la interactividad y las fases en la resolución de problemas susceptible de ser empleado en otros estudios que intenten valorar tales relaciones.

Referencias

Artzt A. y Armour-Thomas, E. (1992). Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem solving in small groups. *Cognition and Instruction*, 9(2), 137-175. doi: 10.1207/s1532690xci0902_3

Arzarello F., Gallino G., Michelletti C., Olivero F., Paola D., et. al. (1998). Dragging in Cabri and modalities of transition from conjectures to proofs in geometry. En A. Olivier and K. Newstead (Eds.), *Proceedings of PME22*, Vol. 2 (pp. 32-39). South Africa: Stellenbosch University.

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. Lupiáñez, 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* (pp. 157-164). Granada: Grupo de Pensamiento Numérico y Algebraico e Historia de la Matemática y Educación Matemática.

- Balacheff, N. (1994) Didactique et intelligence artificielle. *Recherches en didactique des mathématiques*, 1(14), 9-42.
- Castro, E. (2004). Páginas Web Interactivas. Descartes básico. En M. Peñas, A. Moreno y Lupiáñez, J. L. (Eds.), *Investigación en el aula de matemáticas. Tecnologías de la información y la comunicación* (pp. 165-170) Granada: SAEM Thales y Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada.
- Codina, A., Cañadas, M. C. y Castro, E. (2010). *Diseño de una e-actividad orientada a la resolución de problemas de matemáticas*. En F. Albuquerque, G. Lobato, J. P. De Matos, I. Chagas, E. Cruz (Eds.), *I Encontro Internacional Tic e Educação. Inovação curricular com TIC* (pp. 1-7). Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Cornu, B. y Ralston, A. (Eds.) (1992). *The influence of computers and informatics on mathematics and it's teaching*. Science and Technology Education. Document Series 44. Paris: UNESCO.
- Ganadinis, G., Sedig, K. y Liang, H. (2004). Designing online mathematical investigation. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 3(23), 275-298
- Gadanidis, G. y Geiger, V. (2010). A social perspective on technology-enhanced mathematical learning: from collaboration to performance. *ZDM Mathematics Education*, 42, 91-104. doi: 10.1007/211858-009-0213-5
- Hoyles, C. y Noss, R. (1994). Dynamic geometry environments: what`s the point? *The Mathematics Teacher*, 9(87), 716-717.
- Hoyles, C. y Lagrange, J. B. (Eds.) (2010). *Mathematics education and technology-rethinking the terrain. The 17th ICMI Study*. New York: Springer. doi: 10.1007/978-1-4419-0146-0
- Hutchings, E. (1994). Distributed cognition. En J. S. Neil and B. B. Paul (Eds.) *Internacional Enciclopedia of Social and Behavioral Sciences* (pp. 2068-2072). Oxford: Pergamon.
- Kaput, J. (1992). Technology and mathematics education. En D. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 515-556). New York: MacMillan.
- Lozares, C. (2000). La actividad situada y/o el conocimiento socialmente distribuido. *Papers: Revista de Sociología*, 62, 97-131.
- Ministerio de Educación y Ciencia (1991). *Real Decreto 1345/1991 por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria*. Suplemento del Boletín Oficial del Estado (B.O.E.) número 220 de 13 de septiembre de 1991, pp. 72-82
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, Virginia: NCTM
- Pea, R. (1993). Practices of distributed intelligence and designs for education. En C. Seth y J. Lave (Eds.), *Understanding practice: Perspectives on activity and context* (pp.47-87). Cambridge: Cambridge University Press.
- 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. Lupiáñez, 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* (pp. 157-164). Granada: Grupo de Pensamiento Numérico y Algebraico e Historia de la Matemática y Educación Matemática.

Pólya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press
[Traducción de Zugazogoita, J. (1965). *Cómo plantear y resolver problemas*.
México DF: Trillas].

Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando: Academic Press.

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. Lupiáñez, 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* (pp. 157-164). Granada: Grupo de Pensamiento Numérico y Algebraico e Historia de la Matemática y Educación Matemática.