

## INCLUSIÓN DE COMPETENCIAS PROFESIONALES COHERENTES CON UNA EDUCACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD EN LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA

Moreno-Pino, F. – Azcárate, P. – Cardeñoso, J. M.

[franciscomanuel.moreno@uca.es](mailto:franciscomanuel.moreno@uca.es) – [pilar.azcarate@uca.es](mailto:pilar.azcarate@uca.es) – [josemaria.cardenoso@uca.es](mailto:josemaria.cardenoso@uca.es)

Universidad de Cádiz – España

Núcleo temático: Formación del Profesorado en Matemáticas

Modalidad: P

Nivel educativo: Universidad

Palabras clave: Alfabetización Matemática, Sostenibilización Curricular, Complejidad

### Resumen

*El póster que se presenta forma parte de los resultados de EDINSOST, proyecto I+D+i 2015 del programa estatal de investigación, desarrollo e innovación orientado a los retos de la sociedad, EDU2015-65574-R (MINECO/FEDER), subvencionado por el Ministerio de Economía y Competitividad: España. El objetivo general de EDINSOST es “dotar a los futuros titulados de las competencias necesarias para catalizar el cambio hacia una sociedad más sostenible”. En el cartel se resume una investigación cuyo objetivo es determinar cuál es el estado actual de la Educación Matemática, en relación a la inclusión de competencias profesionales coherentes con una Educación para la Sostenibilidad, en las titulaciones de formación para profesores en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Cádiz. La investigación se focaliza en un pilar clave: la dialógica profesor-estudiante. Se establece como marco teórico de referencia para la investigación el paradigma de la complejidad. La metodología empleada en el estudio se advierte obligatoriamente diversa, siendo la finalidad última del análisis el de sugerir un diseño para la mejora de los planes de estudios de la Didáctica de las Matemáticas en su conjunto, considerando la formación en Educación Matemática desde la Educación para la Sostenibilidad Curricular como referente deseable.*

### 1. Introducción

Este trabajo forma parte de los resultados de EDINSOST, proyecto I+D+i 2015 del programa estatal de investigación, desarrollo e innovación orientado a los retos de la sociedad, EDU2015-65574-R (MINECO/FEDER), subvencionado por el Ministerio de Economía y Competitividad: España. El objetivo general de EDINSOST es “dotar a los futuros titulados de las competencias necesarias para catalizar el cambio hacia una sociedad más sostenible”.

No descubrimos nada nuevo cuando afirmamos que es la asignatura de matemáticas una de las materias con la que los alumnos, a lo largo de su enseñanza obligatoria, interaccionan (y no siempre positivamente) durante un tiempo más o menos prolongado.

Una etapa muy importante del sistema educativo, como las investigaciones han ido desvelando, es la educación infantil (Torra, 1994). Paradójicamente, y en contra de lo que la sociedad piensa, su enseñanza para este nivel resulta ser aún más difícil que para otros niveles superiores al requerir, por parte del profesorado, de una formación de la matemática y su didáctica más amplia y bien fundamentada (Chamorro, 2005). Así, los niños desde que nacen, y a medida que se van desarrollando, crean y maduran una serie de capacidades que les permitirán, desde edades muy tempranas, iniciarse en el establecimiento de relaciones y de representación mental básicas para la elaboración del conocimiento matemático, jugando la escuela un papel fundamental en dicha elaboración. *Relacionar* es, por tanto, el primer eslabón en el camino hacia el pensamiento abstracto (Torra, 1994). Pero, matemáticas ¿para qué?, ¿para qué sociedad?, ¿para construir qué cultura?, ¿para formar qué ciudadanos?

Cada vez es mayor la preocupación de las sociedades modernas por asegurar adecuados niveles de alfabetización entre sus ciudadanos. La sociedad actual se encuentra en un momento de crisis sin precedentes, crisis global, emergencia del diálogo de como mínimo tres crisis simultáneas: socio-ambiental, de valores y de conocimiento (Bonil et al, 2010); de reducción de lo político a lo económico y de lo económico al crecimiento desmedido (Morin, 2001). Una característica común a todas las problemáticas globales que a día de hoy afectan a nuestro planeta es que los factores y elementos presentes en cada una de ellas están en permanente *interrelación* influyéndose entre sí, provocando una dinámica de cambios en ocasiones muy intensa y con nuevos efectos. Es de la propia caracterización de estos problemas que se demanda, para su mejor comprensión, de la capacitación de personas para entender el mundo en términos de *relaciones* (Murga-Menoyo, 2013). En este sentido, la educación tiene que “despertar” al cambio de época y ser la herramienta capaz de transformar aquellos escenarios de crisis en escenarios de oportunidad (Bonil et al, 2010). Pero ¿cómo hacer esto?

La inclusión de la Educación para la Sostenibilidad (ES) en los sistemas educativos de los diferentes países del mundo se presenta como alternativa posible por tratarse de un tipo de educación que trabaja desde perspectivas complejas permitiendo profundizar en las *relaciones* que se producen en una determinada realidad. La sostenibilidad en el ámbito educativo debe entenderse como una opción que permite la construcción de posibles respuestas, de soluciones orientadas (Jiménez-Fontana et al, 2015).

La ES resulta ser un área de estudio transversal muy compleja por el hecho de que en ella intervienen muchos saberes y técnicas (Calabuig et al, 2011), lo que hace que no se la deba considerar como una asignatura más sino como punto de encuentro entre diferentes materias entre las cuáles las Matemáticas y la Educación Matemática deben estar presentes como piezas clave en la construcción de dicho conocimiento (Calabuig et al, 2004). Así, contenidos y procesos (matemáticos) se *interrelacionan*, se *retroalimentan*, y juntos forman el conjunto de conocimientos matemáticos que se tienen que aprender para ser un ciudadano matemáticamente alfabetizado en la sociedad del S. XXI (Alsina, 2012). Desde nuestra perspectiva, ser matemáticamente competente no puede reducirse a que los estudiantes elaboren sólo un conocimiento práctico de las matemáticas sino también un conocimiento crítico y reflexivo sobre las condiciones de construcción y aplicación de determinados modelos matemáticos así como una comprensión de sus funciones sociales (Azcárate, 2005). Responder de manera crítica y comprometida, no sólo con el “saber matemático”, sino con la democracia, la justicia social, la ética y la solidaridad es función también de la Educación Matemática (Azcárate et al, en prensa).

## **2. El papel de la Universidad**

La Universidad como institución que forma, investiga y educa, tiene entre sus funciones preferentes la de formar ciudadanos en las competencias necesarias para la sostenibilidad de las sociedades (Aznar y Ull, 2013). En el marco internacional, la Agenda 21 Educativa -derivada de la Agenda 21 aprobada en Río´92- es un instrumento que persigue la sostenibilización de la educación (Murga-Menoyo, 2013). En España, la Comisión Sectorial CRUE-Sostenibilidad en su documento *Directrices para la introducción de la sostenibilidad en el currículum*, propone la formación de profesionales comprometidos con la sostenibilidad, entendida ésta como concepto que incluye la búsqueda de la calidad ambiental, la justicia social y una economía equitativa y viable a largo plazo (CADEP-CRUE, 2012).

Repensar sobre la formación de los futuros ciudadanos es responsabilidad de todos (máxime en los títulos de educación pues sus egresados serán los maestros y profesores de las futuras generaciones), y asomarnos desde nuestro campo de acción -la Educación Matemática- justifica el punto de partida de esta investigación.

## **3. El problema de investigación**

La omnipresencia de las matemáticas en la escuela de la que veníamos hablando al principio de este escrito, el carácter holístico de efecto sistémico-complejo de las grandes problemáticas que afectan hoy al mundo, unida a nuestra posición de formadores en Educación Matemática de futuros docentes e interés en la inclusión de los principios de sostenibilidad en nuestra área de conocimiento, nos lleva a formular el objetivo central de nuestra investigación en los siguientes términos:

*¿Cuál es el estado actual de la Educación Matemática, en relación a la inclusión de competencias profesionales coherentes con una Educación para la Sostenibilidad, en las titulaciones de formación para profesores en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Cádiz?*

En el cartel (figura 1) explicitamos: el problema de investigación que se aborda, una revisión del marco teórico que fundamenta la propuesta en asunción con los principios del paradigma de la complejidad, la metodología de trabajo empleada (obligatoriamente diversa), y las conclusiones a las que esperamos llegar, cuyo fin último es el de sugerir un diseño para la mejora de los planes de estudios de la Didáctica de las Matemáticas en su conjunto, considerando la formación en Educación Matemática desde la Educación para la Sostenibilidad Curricular como referente deseable.

#### **4. Marco teórico**

Dos son los pilares básicos que sustentan la fundamentación teórica de esta investigación: de un lado, los principios para una educación en pro del desarrollo sostenible, de otro lado, la nueva conceptualización de alfabetización matemática.

En referencia al primer pilar, el carácter sistémico de la misma realidad educativa unido a la propia caracterización del pensamiento complejo (referente ineludible en el que debiera sustentarse todo modelo educativo que persiga contribuir a una educación para el desarrollo sostenible), nos lleva a establecer, como marco de referencia para nuestra investigación el paradigma de la complejidad que, basado en los principios sistémico, dialógico y hologramático, aboga por una visión compleja del mundo (Morin et al, 2003) percibiendo los procesos de enseñanza-aprendizaje como espacios de diálogo entre una forma de pensar, un marco de valores y un mundo de acción (Bonil et al, 2010).

En referencia al segundo pilar, la nueva conceptualización de alfabetización matemática en el marco curricular a la que actualmente hemos llegado (modelo que subraya los aspectos funcionales de esta área de conocimiento), supone una oportunidad de cambio que permite la convergencia entre los intereses de una Educación Matemática basada en un aprendizaje crítico y reflexivo, y los intereses de una Educación para la Sostenibilidad.

La propia evolución del pensamiento matemático a lo largo de la historia y el devenir del currículo escolar de matemáticas hacia un modelo más funcional, hace emerger el concepto de *Competencia Matemática o Alfabetización Matemática*. “El concepto de competencia matemática muestra la riqueza cognitiva de esta disciplina, expresa los procesos o modos de actuación que tienen lugar por medio de los conocimientos matemáticos, no sólo por su dominio formal” (Rico, 2009, p. 14). Así, el conocimiento matemático no es sólo un conjunto de conceptos o contenidos que deban aprenderse sino que es también un conocimiento técnico y constituye por ello una concreción potente de sus aplicaciones al correspondiente campo de fenómenos y situaciones propias de las sociedades avanzadas (Rico y Lupiáñez, 2014). De esta manera, la Educación Matemática no debe caer exclusivamente en su carácter utilitarista sino que debe permitir visibilizar las grandes problemáticas del mundo que, al comportarse como sistemas dinámicos, tienen movimientos de tal complejidad que resulta imposible toda predicción a largo plazo (Rañada, 1986). Las consecuencias éticas derivadas de la toma continuada de decisiones, en primer lugar, y de sus aplicaciones, en segundo lugar, obliga a una comprensión previa del contexto donde se suceden y de cómo las relaciones hombre-naturaleza-sociedad se verían afectadas y/o alteradas.

Sólo desde el logro tendente (“aspiracional”) en relación al *saber pensar, saber hacer y saber comprender* de la disciplina (matemáticas) se podrá atender los cuatro pilares del desarrollo calificado como sostenible: desarrollo humano, calidad de vida, equidad y -en especial- el de precaución (Murga-Menoyo, 2013). Es, en este contexto, cuando un estudiante se entenderá matemáticamente alfabetizado y para ello, la sostenibilización curricular de la Educación Matemática se hace irremplazable si verdaderamente queremos contribuir a dar respuesta a una demanda compleja (Moreno-Pino et al, 2016).

## INTRODUCCIÓN

Grupo de Investigación: Desarrollo Profesional del Docente

Las raíces del actual sistema educativo las encontramos en una época diferente: concebido en la cultura intelectual de la Ilustración y en las condiciones económicas de la Revolución Industrial [1]. Sin embargo, a día de hoy, la huella sobre el planeta dejada por una industrialización galopante nos ha llevado a una situación de crisis socio-ambiental sin precedentes, con toda una retahíla de problemáticas globales reconocidas en diversos foros y cumbres internacionales.

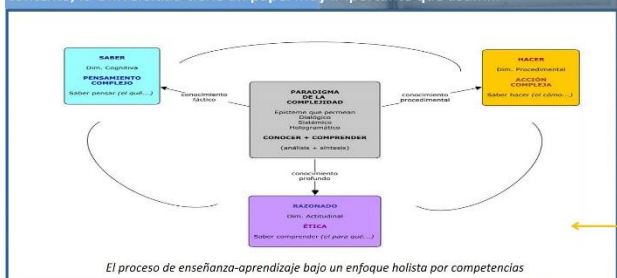
La complejidad de estos fenómenos, resultado de las relaciones que se vinculan entre distintas problemáticas y la variabilidad de factores que las producen, requiere para su comprensión de la capacitación de personas [2] que permita plantear alternativas que incidan sobre las causas de los problemas más que sobre los efectos de los mismos.

La sostenibilidad curricular se constituye como una vía para trasladar los principios que promueve una educación para la sostenibilidad en los currícula universitarios [3]. Hasta ahora, la Universidad ha respondido tibiamente a este desafío, detectándose obstáculos que dificultan la sostenibilización curricular [4]. Sin embargo, repensar sobre la formación de los futuros ciudadanos es responsabilidad de todos y asomarnos desde nuestro campo de acción, la Educación Matemática, es el punto de partida de esta investigación.



## REFERENTE TEÓRICO

La educación tiene entre sus funciones preferentes formar a ciudadanos en las competencias necesarias para la sostenibilidad de las sociedades [5]. La capacitación de personas para entender el mundo en términos de relaciones y para intervenir adecuadamente en él es el gran reto del sistema educativo. En este contexto, la Universidad tiene un papel muy importante que asumir.



## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La omnipresencia de las matemáticas en la escuela, el carácter holístico de efecto sistémico-complejo de las problemáticas globales que hoy nos acechan, unida a nuestra posición de formadores de futuros docentes, nos lleva a formular el objetivo central de nuestra investigación en los siguientes términos:

**¿Cuál es el estado actual de la Educación Matemática, en relación a la inclusión de competencias profesionales coherentes con una Educación para la Sostenibilidad, en las titulaciones de formación para profesores en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Cádiz?**

Focalizando la investigación en un pilar clave:



## CONCLUSIONES ESPERADAS

- Diagnóstico del grado de sostenibilización curricular para cada una de las materias del área de Didáctica de las Matemáticas impartidas en la Universidad de Cádiz, así como un diagnóstico de necesidades.
- Diagnóstico de la situación del profesorado del área de Didáctica de las Matemáticas en relación a la consideración en su práctica de la inclusión de competencias en sostenibilidad, concluyendo necesidades para su desarrollo profesional deseable.
- Diagnóstico de la situación de los estudiantes de cada una de las materias objeto de estudio en relación al nivel del logro competencial en sostenibilidad, concluyendo necesidades para su desarrollo profesional deseable.
- Diseño sugerido para la mejora de los planes de estudios en su conjunto, considerando la formación en Educación Matemática desde la Educación para la Sostenibilidad Curricular como referente deseable.

## METODOLOGÍA

La finalidad de nuestra investigación es aproximarnos al grado de sostenibilización curricular de la Educación Matemática en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Cádiz para integrar la sostenibilidad en el currículum de esta área de conocimiento, focalizando dicha investigación en dos aspectos básicos: profesores y estudiantes.

La circunstancia hace que el diseño, la muestra y los instrumentos empleados tengan que ser de diferentes tipos según el problema de investigación en el que nos encontremos. Los estudios previstos en la investigación son:

- E1:** Análisis documental a través de la revisión bibliográfica, programaciones, guías docentes y verificaciones para cada titulación objeto de estudio.
- E2:** Elaboración de instrumentos para evaluar el estado de formación en sostenibilidad del profesorado.
- E3:** Elaboración de instrumentos para evaluar el estado de desempeño competencial en sostenibilidad del alumnado.

## REFERENCIAS

[1] Fajardo, O. N., y Giordia, J. V. (2014). *Historia de la educación: de la Grecia clásica a la educación contemporánea*. Madrid, España: Dykinson, S.L.

[2] Murga-Menoyo, M. A. (2013). *Desarrollo sostenible: problemáticas, agentes y estrategias*. Madrid, España: McGraw-Hill.

[3] García-González, E. (2016). *Análisis de la presencia de sostenibilidad en propuestas metodológicas universitarias. Estudio de propuestas concretas en la Universidad de Cádiz*. [Tesis doctoral]. Universidad de Cádiz, España.

[4] Barrón, Á., Navarrete, A., y Ferrer-Balás, D. (2010). Sostenibilización curricular en las universidades españolas: ¿Ha llegado la hora de actuar? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(Nº Extraordinario), 388-399.

[5] Aznar, P., y Ull, M. A. (2013). *La responsabilidad por un mundo sostenible*. Bilbao, España: Desclée de Brouwer.

[6] Morin, E., Clurana, E., y Motta, R. (2003). *Educar en la era planetaria*. Barcelona, España: Gedisa.

[7] Rico, L., y Lupiáñez, J. L. (2014). *Competencias matemáticas desde una perspectiva curricular*. Madrid, España: Alianza Editorial.

## 5. Referencias bibliográficas

- Alsina, À. (2012). Más allá de los contenidos, los procesos matemáticos en Educación Infantil. Edma 0-6; *Educación Matemática en la infancia*, 1(1), 1-14.
- Azcárate, P. (2005). El profesor de matemáticas ante el cambio educativo: una visión desde la complejidad. *En Actas del V CIBEM*. Oporto: Universidad de Oporto.
- Azcárate, P., García-González, E., Jiménez-Fontana, R., y Cardeñoso, J. M. (en prensa). La evaluación: actividad profesional clave de la educación matemática. En B. S. D´Ambrosio y C. E. Lopes (Eds.). *Actas First International Conference of Creative Insubordination in Mathematics Education*. São Paulo, Brasil: ICOCIME 1.
- Aznar, P., y Ull, M. Á. (2013). *La responsabilidad por un mundo sostenible*. Bilbao, España: Desclée de Brouwer.
- Bonil, J., Junyent, M., y Pujol, R. M. (2010). Educación para la sostenibilidad desde la perspectiva de la complejidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(Nº Extraordinario), 198-215.
- CADEP-CRUE (2012). *Direcrices para la introducción de la sostenibilidad en el curriculum*. Actualización de la declaración institucional aprobada en 2005. Recuperado de: <http://www.crue.org/Sostenibilidad/CADEP/Paginas/Doumentos>.
- Calabuig, T., Alsina, À., y Geli, A. M. (2004). Diagnóstico del grado de ambientalización de la materia Didáctica de las Matemáticas de la Facultad de Educación y Psicología de la UdG. En R. Mª Pujol y L. Cano. (Eds.). *Nuevas tendencias en investigaciones en Educación Ambiental* (pp. 249-264). Madrid, España: Ministerio de Medio Ambiente.
- Calabuig, T., Geli, A. M., y Alsina, A. (2011). La Ambientalización curricular de la educación matemática. *En Actas del III Congrès Internacional UNIVEST*. Girona: Universitat de Girona.
- Chamorro, C. (2005). *Didáctica de las matemáticas para educación infantil*. Madrid, España: Pearson Educación.
- Jiménez-Fontana, R., García-González, E., Azcárate, P., y Navarrete, A. (2015). Dimensión ética de la sostenibilidad curricular en el sistema de evaluación de las aulas universitarias. El caso de la enseñanza aprendizaje de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 536-549.

- Moreno-Pino, F., Azcárate, P., Cardeñoso, J. M. (2016). La inclusión de la sostenibilidad en la educación matemática. *En Actas del XX Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM)*. Málaga: Universidad de Málaga.
- Morin, E. (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Barcelona, España: Paidós.
- Morin, E., Ciurana, E., y Motta, R. (2003). *Educación en la era planetaria*. Barcelona, España: Gedisa.
- Murga-Menoyo, M. Á. (2013). *Desarrollo sostenible: problemáticas, agentes y estrategias*. Madrid, España: McGraw-Hill.
- Rañada, A. F. (1986). Movimiento caótico. *Investigación y ciencia*, 41, 12-17.
- Rico, L. (2009). Currículo de matemáticas y marco de competencias. En L.Rico (Ed.), *Construcción de modelos matemáticos y resolución de problemas* (pp. 11-26). Madrid, España: Secretaría General Técnica. Ministerio de Educación.
- Rico, L., y Lupiáñez, J. L. (2014). *Competencias matemáticas desde una perspectiva curricular*. Madrid, España: Alianza Editorial.
- Torra, M. (1994). ¿Para qué es necesaria la matemática en la educación infantil? *Uno: Revista de didáctica de las matemáticas*, 1(1), 7-14.