

USANDO LAS MATEMÁTICAS PARA HACER HISTORIA: UN CONTEXTO PARA DESARROLLAR LA COMPETENCIA EN INDAGACIÓN

Gemma Sala, Berta Barquero, Vicenç Font, Joaquim Giménez

Universitat de Barcelona. (España)

e-mail: gsala@ub.edu; bbarquero@ub.edu; vfont@ub.edu; quimgimenez@ub.edu

Palabras clave: modelización matemática, indagación, diseño de tareas

Key words: mathematical modelling, inquiry, tasks design

RESUMEN

En este trabajo se describe el proceso de diseño, implementación y análisis de una secuencia didáctica interdisciplinar de contexto histórico matemático basada en la guerra de Sucesión Española de 1714 en Catalunya. Su implementación, con dos grupos pilotos de 12-14 años de Educación Secundaria Obligatoria, permitió desarrollar sus competencias en modelización e indagación. También se muestra cómo estas implementaciones permiten integrar un estudio interdisciplinario, donde historia y matemáticas aparecen conjuntamente.

ABSTRACT

In this paper, we describe the design process, implementation and analysis of an interdisciplinary teaching sequence within a historical and mathematic context based on the war of Spanish Succession in 1714 in Catalonia. Its implementation, with two experimental groups at Secondary school level (12-14 years old), promoted their modelling and inquiry competences. We also show to what extent these implementations help to integrate an interdisciplinary study where history and mathematics will appear together.

■ Introducción

El principal objetivo de nuestra investigación es el desarrollo de las competencias de indagación y modelización matemática de los estudiantes a partir del estudio de cuestiones problemáticas surgidas en contextos reales complejos como lo son, en nuestro caso, ciertos contextos históricos.

En este trabajo se describen las características del diseño de una secuencia didáctica, llamada “Valorando los hechos de 1714”, y de los dispositivos didácticos que se pusieron a disposición del alumnado para poder abordar la problemática propuesta y promover una enseñanza funcional de las matemáticas, así como, la integración del uso de herramientas provenientes de diversas disciplinas (Matemáticas, Historia, Lengua, etc.). También se realiza un análisis de la implementación de dicha secuencia didáctica y se presentan las primeras conclusiones y resultados con relación al desarrollo de las competencias de modelización e indagación de estos estudiantes.

El trabajo de los alumnos se basó en una pregunta inicial que giraba en torno al estudio de las consecuencias de los hechos históricos acaecidos en Catalunya en 1714, a causa de la guerra de Sucesión Española. Para entender a fondo estos hechos y poder dar respuestas a las cuestiones planteadas en esta situación, a la vez que se van formando una propia opinión crítica, los estudiantes debieron construir y utilizar diferentes tipos de modelos matemáticos y saber contrastar la validez de las respuestas que estas herramientas matemáticas les pudieron aportar.

Con los resultados del estudio conjunto que realizaron los alumnos (organizados en equipos de investigación) y sus propias conclusiones, escribieron un texto (de forma individual) para participar en un concurso literario para estudiantes de enseñanza Secundaria promovido por una conocida editorial catalana que debía responder a la siguiente pregunta inicial (a la cual nos referiremos como S_i): “¿Cuáles fueron las consecuencias de los hechos de 1714 para la sociedad, la cultura y la política de Catalunya?”.

La secuencia didáctica fue implementada durante el curso 2013/14 con dos grupos, de primer y segundo nivel de Educación Secundaria, de 29 y 30 alumnos respectivamente, de un instituto de Badalona (Barcelona, España) con el objetivo de contrastar y analizar si su diseño ofrecía condiciones favorables para un aprendizaje funcional e interdisciplinario. Dicha experimentación fue realizada durante cuatro semanas (dos para cada grupo), con una dedicación de 7-8 horas semanales de cada uno de los grupos, en las que se dispuso (y se conectó) las horas lectivas de la asignaturas de Historia, Matemáticas y Lengua Catalana. La implementación fue llevada a cabo por las profesoras de estas asignaturas, conjuntamente con la primera de las investigadoras que firma este artículo que actuó de guía y observadora.

■ Marco teórico

En el diseño de la secuencia de tareas intervienen diferentes aproximaciones teóricas que cuidan diversos aspectos esenciales. En primer lugar, para asegurar la calidad del diseño didáctico y matemático, se contemplan los tres criterios de idoneidad didáctica propuestos por el Enfoque Ontosemiótico (EOS) (Godino, Batanero y Font, 2007): 1) la idoneidad emocional, 2) la idoneidad epistémica y 3) la idoneidad ecológica.

Por otro lado, el diseño de la secuencia didáctica que se presenta se ha basado en la propuesta de Chevallard (2006 y 2013), conocida como Recorridos de Estudio e Investigación (REI), habiendo adaptado su estructura como el principal constructo teórico para construir nuestra propuesta (Barquero, Bosch y Gascón, 2011). De esta manera, se incluye la creación de dispositivos didácticos que se ponen a disposición del alumnado con el objetivo de facilitar y promover el uso de la modelización.

Finalmente, la propuesta presentada se basa en la utilización de contextos históricos para desarrollar las competencias de modelización e indagación del alumnado, siguiendo la misma línea que otros trabajos anteriores. Por ejemplo, Vilatzara Group (2003) plantea preguntas históricas o preguntas en contextos de viajes para introducir procesos de modelización matemática; o bien, Sala, Font y Giménez (2013) que proponen una selección de tareas de contexto historicocultural con el objetivo de promover la competencia en indagación.

■ Descripción del diseño e implementación de la secuencia didáctica

La situación inicial (S_i), que inauguraba el trabajo de los alumnos y que actuó como motor de la secuencia didáctica, se podía concretar en un contexto historicocultural: el asedio que sufrió la Barcelona de hace 300 años a causa de la guerra de Sucesión Española. Con esta pregunta se promovía la necesidad de desarrollar un estudio para poder darle respuesta y poder acabar haciendo un relato para enviar al concurso literario y optar a los premios que ofrecía la editorial.

A lo largo del estudio que iniciaron los alumnos, esta cuestión inicial evolucionó y derivó en diversas sub-cuestiones (explicadas más adelante) con el objetivo de dotarse de una base sólida y rigurosa para escribir el relato. Por ejemplo, algunas preguntas impulsaron el estudio de la evolución demográfica de la ciudad, o bien, los cambios económicos de la sociedad o de algunos de los gremios, etc.

Para el estudio de las sub-cuestiones, los alumnos se organizaron en equipos de investigación que centraron su trabajo en el análisis de datos reales, relacionados con cada uno de los temas de estudio, que se pusieron a su disposición para que se pudiera valorar y cuantificar el impacto de la guerra en diversos aspectos. En el proceso de estudio de las sub-cuestiones y de su búsqueda constante de respuestas, tuvieron un protagonismo central todas las herramientas y modelos matemáticos, así como el conjunto de conocimientos históricos, que los estudiantes fueron utilizando ya que les sirvieron para poder contrastar la validez y la funcionalidad de todas las hipótesis que se iban proponiendo en los equipos de investigación. Asimismo, los estudiantes tuvieron que buscar información adicional en el exterior del aula, consultando, en libros y otros recursos recomendados a través de un blog (descrito a continuación), diversas fuentes históricas primarias y secundarias.

Con el propósito de guiar y secuenciar las tareas propuestas a los alumnos, se crearon diferentes dispositivos didácticos (guías de trabajo, dossiers para los alumnos, webgrafía recomendada, etc.) disponibles a través de un blog creado con esta finalidad. El blog, que actuaba de mediador (además del profesorado) entre el alumnado y los recursos recomendados, se llamó “Valorant els fets de 1714” (Valorando los hechos de 1714) y se puede visitar en el siguiente enlace:
<http://valorar1714.blogspot.com.es/>.

Este dispositivo 2.0 está estructurado básicamente en cuatro partes: una parte central, que corresponde a las entradas que hace el profesorado, teniendo la función de temporizar las tareas y animar al alumnado a seguir con la secuencia didáctica; la columna de la derecha, desde donde se dispone de los materiales y recursos para realizar las primeras actividades de contextualización del marco histórico; la columna de la izquierda, que contiene, además del archivo y la herramienta de búsqueda del blog, diversos enlaces a páginas web y otros recursos 2.0 de interés contrastado sobre la temática del estudio relacionada con S_i ; y el encabezamiento, con las pestañas donde se encuentran los documentos necesarios para que el alumnado pueda desarrollar las tareas de las tres grandes temáticas que agrupan las preguntas del estudio (básicamente, son los dossiers que actúan de guía para facilitar el estudio, confeccionados para cada grupo de investigación).

La secuencia didáctica se desarrolló en diferentes etapas, la primera de las cuales consistió en la organización de los grupos de trabajo (también llamados “equipos de investigación”), donde cada alumno tuvo que asumir unos cargos de responsabilidad concretos. En esta primera etapa, los equipos se familiarizaron con el marco histórico del inicio de la guerra para comprender sus causas confeccionando y exponiendo un mural. También realizaron una línea cronológica con los principales eventos históricos, con el software de libre uso llamado Timetoast.

La segunda etapa abarca todo el trabajo de los equipos de investigación (compuestos por dos o tres miembros), centrado en diferentes aspectos propuestos por la profesora en relación a S_i y en base a información y datos reales que se pusieron a disposición de los alumnos. Todos los grupos disponían de una introducción general explicativa del origen de los datos, del tipo de fuentes consultadas y de otra información (ampliable) que se consideró relevante para contextualizar la investigación. Para iniciar el estudio de estos diferentes aspectos de S_i , se abrieron diferentes líneas de investigación que se organizaron en tres temáticas, llamadas A, B y C, cada una de las cuales dispone de sendos dossiers específicos que ofrecen una guía para facilitar al alumnado el proceso de investigación. La profesora (y la investigadora participante) asignaron un dossier a cada equipo de investigación.

La temática A, centrada en el estudio de ciertas dinámicas demográficas de la ciudad de Barcelona antes y después de los hechos de 1714, presenta cuatro dossiers que plantean el estudio de cuatro sub-cuestiones principales: $Q_{A.1}$ Evolución de la población entre 1600 y 1720; $Q_{A.2}$ Evolución de los nacimientos en Cataluña entre 1600 y 1715; $Q_{A.3}$ Evolución de los nacimientos de hijos ilegítimos entre 1600 y 1715; y $Q_{A.4}$ Estudio comparativo de los precios y salarios de diferentes ciudades europeas entre 1680 y 1800.

Cada dossier de investigación planteaba algunas preguntas derivadas más características para animar a los estudiantes a iniciar su estudio. Por ejemplo, en el caso del dossier $Q_{A.2}$ (Evolución de los nacimientos en Cataluña entre 1600 y 1715) se trabajaba con datos extraídos de Ferrer i Alòs (2007) sobre el número de nacimientos en Catalunya de los años precedentes y posteriores a 1714 y se proponían preguntas como las siguientes: *¿Cómo podemos describir la evolución del número de nacimientos? ¿Se puede identificar alguna alteración? ¿Cómo podemos hacer previsiones de lo que hubiera ocurrido sin la guerra? ¿Cómo podemos contrastar previsión y realidad?* Una primera aproximación del diseño matemático que

se deriva del estudio de esta cuestión sobre el uso de modelos matemáticos para el ajuste y la previsión de poblaciones se puede encontrar en Barquero et al. (2011).

La temática B, centrada en el estudio sobre los cambios en los gremios comerciales antes y después de 1714, presenta los siete dossiers siguientes: Q_{B.1} Estudio del gremio de pescadores y marineros; Q_{B.2} Estudio del gremio de tejedores; Q_{B.3} Estudio del gremio de la lana; Q_{B.4} Estudio del gremio de zapateros; Q_{B.5} Estudio del gremio de curtidores; Q_{B.6} Estudio del gremio de sastres; y Q_{B.7} Estudio del gremio de peleteros.

La temática C, centrada en el estudio sobre los cambios en la configuración de la ciudad antes y después de 1714, estaba compuesta por dos dossiers: Q_{C.1} La construcción de la ciudadela y sus consecuencias para la ciudad; y Q_{C.2} Estudio de la forma del ataque a la ciudad y los cambios en su configuración.

Los dossiers de cada una de las líneas organizan la investigación en dos partes, planteando preguntas (con el objetivo de iniciar y guiar el estudio) que aumentan en complejidad a medida que se avanza en el estudio (pueden consultarse las propuestas en los papeles de trabajo que se encuentran en el blog, en el apartado de cada temática). No obstante, en los dossiers (y en las puestas en común que están previstas en la programación de la implementación de la secuencia didáctica) se alienta a los alumnos que, además de seguir la guía que les ofrece su dossier, se planteen nuevas preguntas más allá de las propuestas por la tarea, con el objetivo de ampliar la investigación sobre aquellos aspectos que les interesen y que sigan investigando para buscar respuestas a estas nuevas preguntas.

Durante toda la secuencia didáctica, los equipos de investigación, siguiendo la guía que ofrece cada uno de los dossiers, tuvieron que ir confeccionando un informe de investigación donde explicaron, además de las respuestas a las preguntas (las que planteaba el dossier y las que ellos mismos añadieron), el proceso seguido para encontrarlas y las herramientas matemáticas usadas, así como los nuevos interrogantes abiertos (hubieran sido o no respondidos).

Al finalizar la primera parte, los equipos de investigación debían interactuar para intercambiar información y preguntas con otros equipos de su misma línea de investigación. Para ello, debían completar un papel de trabajo donde escribían las preguntas que, de común acuerdo con todos los miembros del equipo, querían plantear, así como, las respuestas que recibían y las preguntas que les eran realizadas. Con la interacción efectuada, se les pidió que hicieran una valoración de la información obtenida por aportaciones de los otros grupos, de las diferencias encontradas entre su trabajo y el realizado por los equipos con que se había interactuado y también como valoraban sus aportaciones a raíz de las preguntas que habían tenido que responder (en función de si habían sabido responder o no, por ejemplo).

Al finalizar la segunda parte, se efectuó una puesta en común para explicar el trabajo y compartir las conclusiones por parte de todos los equipos, que fue mediada y guiada por la profesora de Historia y la investigadora participante en la implementación. En esta puesta en común fue importante asegurar que la información y las principales conclusiones de todos los equipos eran comprendidas por todos los

estudiantes, de manera que se consiguiese consensuar ciertas conclusiones que contemplasen los aspectos más importantes abordados en los diferentes estudios desarrollados por los equipos.

En la tercera etapa de la implementación de la secuencia didáctica, los estudiantes (en esta tarea, de forma individual) escribieron un texto basado en dichas conclusiones pero que expresaba su propia opinión, formada a lo largo de la participación en la secuencia didáctica. Este texto que realizó cada alumno debía seguir las bases del concurso literario (disponibles en http://www.bromera.com/tl_files/pdfs/Altres/BasesConcurs_Cicatrius1714_DoblePag.pdf. y después de pasar un proceso de co-evaluación entre iguales y de posterior corrección supervisado por la profesora de Lengua Catalana, fue enviado al concurso literario “Cicatrius de 1714” (Cicatrices de 1714). Este concurso literario convocado por una editorial consolidada en España, tenía ámbito regional y podían participar todos los alumnos de primer y segundo curso de Educación Secundaria de las regiones de habla catalana. La buena noticia fue que el texto (titulado “Memorias catalanas”), de uno de los alumnos participantes en nuestra investigación, ganó el segundo premio del concurso.

■ Algunos resultados

La investigación que se presenta en este trabajo ha permitido, por un lado, detectar algunas de las posibles condiciones que faciliten una enseñanza funcional de las matemáticas, así como, posibles restricciones que la dificulten o limiten, promoviendo un cambio de paradigma escolar donde “hacer matemáticas” signifique usar las matemáticas para dar respuesta a cuestiones (Chevallard, 2013) y, por otro lado, hacer especial énfasis en el papel fundamental que tienen los diseños innovadores que privilegian la indagación y la modelización matemática en sus propuestas.

En este sentido, la tarea final de redacción de un texto para presentarlo en un concurso literario resultó ser un elemento clave para involucrar al alumnado en la investigación planteada. La presentación y uso de nuevos dispositivos didácticos que normalmente no son usados en la escuela tradicional (por ejemplo, el uso de informes de investigación, informes de interacción, puestas en común con otros grupos de iguales, exposiciones en gran grupo, etc.) y el hecho que los estudiantes tuvieran que asumir muchas responsabilidades que tradicionalmente quedan asignadas en exclusiva al profesorado (tener que formular preguntas, planificar su propio estudio, redactar informes con resultados parciales, discutir y defender sus propuestas, etc.) contribuyó a incentivar el interés de los estudiantes, a pesar de su desconcierto inicial.

Tenemos que destacar la importancia de planificar más puestas en común con todo el grupo clase, actuando la profesora como guía y mediadora, sobretodo para facilitar que el alumnado aprenda a hacer generalizaciones a partir de hechos concretos (como los aspectos estudiados en las sub-temáticas) ya que, como pudimos observar, especialmente en el alumnado de primer curso, los estudiantes presentaban ciertas dificultades para integrar los propios resultados de la indagación con los resultados y las preguntas del resto de los equipos, y también, de generalizarlos en el momento de escribir la redacción sobre las consecuencias para Cataluña.

Por otro lado, aunque la guía de investigación y el resto de documentos resultaron muy útiles para facilitar muchos momentos clave en el proceso de indagación y modelización (la formulación de

hipótesis, su contrastación, la toma de decisiones de forma argumentada, etc.), creemos que aún hace falta encontrar un balance más equilibrado entre el uso de todos los nuevos dispositivos habilitados, el avance del trabajo de indagación y el ritmo adecuado de clase.

Por último, cabe destacar que, en general, el alumnado participante, que está habituado a recibir una formación monodisciplinar con asignaturas compartimentadas y aisladas, se mostró bastante resistente a utilizar y combinar herramientas de diferente naturaleza, históricas y matemáticas, en este caso, para realizar las tareas de indagación propuestas. A pesar de ello, pensamos que la interacción y diálogo constante de las dos disciplinas, Matemáticas e Historia, aporta las fuentes y recursos para que los estudiantes puedan validar sus respuestas y puedan ir construyendo su propio relato (con la ayuda imprescindible de la profesora) mediante la elaboración de hipótesis basadas en la imaginación informada, buscando modelos sobre la base de estas hipótesis y contrastándolos con las herramientas necesarias. Es decir, aprender “haciendo historia”, aproximándose a la historia como una disciplina científica (Dean, 1995) al mismo tiempo que se aprende “haciendo matemáticas”.

Así pues, manifestada esta restricción por parte del alumnado participante, nos planteamos cuáles son los cambios más generales y qué trabajo conjunto entre las diferentes disciplinas se debe introducir a lo largo de la secuencia para que el uso y combinación de herramientas de diversas disciplinas puedan emerger, empezar a usarse y combinarse de forma más natural para el alumnado.

Consideramos que todos estos aspectos, detectados y analizados después del diseño y primeras experimentaciones de la secuencia didáctica, son suficientemente importantes para que sean cuestionados, y posiblemente modificados, en el rediseño de la secuencia. No obstante, el proceso de diseño histórico y matemático y de los dispositivos didácticos habilitados en su experimentación nos llevará a la elaboración de unas herramientas objetivas de diseño matemático y didáctico con que afrontar el reto del diseño interdisciplinar.

■ Agradecimientos

Este trabajo de investigación se ha llevado a cabo en el contexto del proyecto EDU2012-32644 “Desarrollo de un programa por competencias en la formación inicial de profesores de Secundaria de matemáticas”, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España.

■ Referencias

- Barquero, B., Bosch, M. y Gascón, J. (2011). Los recorridos de estudio e investigación en la enseñanza universitaria de las ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 29(3), 339-352.
- Chevallard, Y. (2006). Steps towards a new epistemology in mathematics education. In M. Bosch (Ed.), *Proceedings of the 4th Conference of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME 4)*, 21-30. Barcelona: FUNDEMI-IQS.
- Chevallard, Y. (2013). Enseñar Matemáticas en la Sociedad de Mañana: Alegato a Favor de un Contraparadigma Emergente. *Journal of Research in Mathematics Education*, 2(2), 161 -182.
- Dean, J. (1995). *Teaching history at key stage 2 (Teaching & Learning)*. Cambridge: Chris Kingdon Publishing (UK).

- Vilatzara Group (2003). Real mathematics situations to overcome differences: From archeological iberic algebra to modernist geometry. In: J. Giménez, E. Gail, C. Hahn (Eds.), *A challenge for mathematics education: to reconcile commonalities and differences*. CIEAMEN 54 (pp.431- 432). Barcelona: Graó.
- Godino, J., Batanero, and C. y Font, V. (2007) the onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 39(1-2), 127-135.
- Ferrer i Alòs, L. (2007). Una revisió dels creixement demogràfic de Catalunya en el segle XVIII a partir dels registres parroquials. *Estudis d'Història Agrària*, 20, 17-68.
- Sala, G., Font, V. y Giménez, J. (2013). Tareas matemáticas de contexto históricocultural para el desarrollo de la competencia en indagación en primaria. *Actas del VII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática (VII CIBEM)* (pp. 3302-3309). Montevideo: Federación Iberoamericana de Sociedades de Educación Matemática (FISEM).