REFERENCIA: Torregrosa, A., Alba, M. & Albarracín, L. (2023). Aprendizaje basado en problemas en Educación Infantil: promoviendo aprendizajes estadísticos. ENSAYOS, Revista de la Facultad de Educación de Albacete, 38(1), 155-170. Enlace web: http://www.revista.uclm.es/index.php/ensayos

APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS EN EDUCACIÓN INFANTIL: PROMOVIENDO APRENDIZAJES ESTADÍSTICOS

PROBLEM-BASED LEARNING IN EARLY CHILDHOOD EDUCATION: PROMOTING STATISTICAL LEARNING

Alba Torregrosa
alba.torregrosa@uab.cat
Universidad Autónoma de Barcelona

Míriam Alba
miriam.albac@e-campus.uab.cat
Universidad Autónoma de Barcelona

Lluís Albarracín
lluis.albarracin@uab.cat
Universidad Autónoma de Barcelona

Recibido: 29/11/2022
Aceptado: 08/05/2023

Resumen:

En el presente estudio se analiza cualitativamente el trabajo desarrollado por un grupo clase de P5 (5 años) en una actividad estadística diseñada como una propuesta de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) sobre una problemática cercana. La experiencia se registra en vídeo y se identifican los procesos en los que se ponen en juego las capacidades lógico-matemáticas utilizadas por los alumnos. Los resultados del estudio muestran en qué momentos el alumnado de P5 alcanza distintos contenidos estadísticos vinculados a la identificación, comparación y ordenación de datos. Los alumnos generan sus propias representaciones de datos y gestionan conjuntos de datos complejos. De los resultados se concluye que pueden diseñarse actividades basadas en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el entorno cercano de los alumnos que resultan significativas para ellos y que les permite desarrollar un gran abanico de contenidos estadísticos.

Palabras clave: Estadística; Educación Infantil; Aprendizaje Basado en Problemas; capacidades lógico-matemáticas; competencia matemática.

Abstract:

This study qualitatively analyses the work carried out by a P5 class (5 years old) in a statistical activity designed as a Problem-Based Learning activity on a nearby problem. The experience is recorded on video and the processes in which the logical-mathematical skills used by the

pupils are put into play are identified. The results of the study show at what moments P5 students reach different statistical contents linked to the identification, comparison and ordering of data. Students generate their own data representations and can manage complex data sets. From the results it can be concluded that Problem-Based Learning activities can be designed on the students' immediate environment that are meaningful to them and that allow them to develop a wide range of statistical content.

Keywords: statistics teaching; Early Childhood Education; Problem-Based Learning; logical-mathematical skills; mathematical competence.

1. Introducción

Entendemos la estadística como una ciencia basada en la recopilación, organización y análisis de datos con el objetivo de deducir conocimientos y significados. Los conocimientos y métodos estadísticos son parte de la capacidad de entender e interpretar informaciones estadísticas y actúan como una herramienta clave para formar futuros ciudadanos. Por ello, en las últimas décadas los currículos de varias partes del mundo han hecho hincapié en potenciar los contenidos estadísticos (Burrill y Biehler, 2011), incluyendo recomendaciones para su implementación y su trabajo en el aula (Gal, 2004, 2005). Sin embargo, la estadística es una disciplina matemática que ha sido invisibilizada en el mundo de Educación Infantil incluso en el currículum, donde no ha sido contemplada como un objeto de aprendizaje hasta hace pocos años (Alsina, 2019).

Autores como Covadonga (2015), defienden que la razón principal del aislamiento que ha sufrido la estadística es la concepción que despierta en la sociedad. Muchos individuos la designan como un área de conocimiento demasiado compleja y difícil para la mente de los alumnos de Educación Infantil (menores de 6 años). Por ello, ha sido considerada como un aprendizaje reservado para cursos superiores. Aun así, gracias a las modificaciones realizadas en el currículum de Educación Infantil, la estadística ya forma parte de los contenidos claves de la etapa (Servei d'Ordenació Curricular d'Educació Infantil i Primària, 2012). Este es el primer paso para incluir la estadística en las aulas de Infantil, pero todavía queda afrontar el reto más complicado, visibilizar la relevancia del trabajo estadístico dentro de la comunidad educativa para conseguir su presencia en las aulas.

En el presente artículo pretendemos evidenciar, a través de argumentos de diferentes autores/as y de los resultados de una experiencia real, los múltiples aprendizajes en el desarrollo integral de los niños que puede aportar el tratamiento de la estadística desde edades tempranas. De esta forma, el objetivo de este estudio es categorizar y analizar qué contenidos verbaliza un grupo de alumnos de P5 durante el desarrollo de un ciclo estadístico inmerso en una propuesta de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).

2. Referentes teóricos

2.1 Alfabetización académica

Investigaciones se han enfocado en definir las necesidades estadísticas de los ciudadanos con la finalidad de describir y concretar la competencia estadística (Crites y Laurent, 2015). Diversos estudios señalan la potencialidad que presentan las actividades matemáticas abiertas,

en el sentido de que no están relacionadas con métodos de resolución preestablecidos, y vinculadas a contextos reales en las que los estudiantes analizan, comprenden, manipulan y tratan datos estadísticos (Albarracín et al., 2017; Batanero et al., 1996; Ben-Zvi y Arcavi, 2001; Doerr y Tripp, 1999; Lehrer y Romberg, 1996; Lesh et al., 1997). La concreción y desarrollo de dichas actividades parten de la necesidad de hacer al alumnado estadísticamente competente. La literatura recoge varias aproximaciones teóricas que responden a necesidades educativas distintas, pero no excluyentes. Estos marcos teóricos recogen un amplio abanico de actividades, desde la necesidad de que los alumnos interpreten fenómenos reales usando conceptos estadísticos básicos hasta la competencia de desarrollar estudios estadísticos complejos, de forma similar a la forma de proceder de un estadista profesional. De este modo, se han ido concretando y dotando de contenido diversos conceptos que están relacionados entre ellos, como son la alfabetización estadística, el razonamiento estadístico, y el pensamiento estadístico (Ubilla, 2019, 2020).

En este estudio nos centramos en el desarrollo de los primeros conocimientos estadísticos de los alumnos en su etapa de Educación Infantil (de 0 a 6 años). Dado que los conceptos relacionados con el razonamiento y el pensamiento estadístico requieren de procesos complejos, tomamos como referente teórico el concepto de alfabetización estadística. Gal (2002) define la alfabetización estadística como la habilidad necesaria para interpretar y evaluar críticamente la información estadística a partir de argumentos relacionados con datos o fenómenos que ocurren en diversos contextos. Batanero et al. (2013) definen un sujeto estadísticamente alfabetizado cuando éste tiene la capacidad de interpretar y evaluar críticamente información estadística y a su vez, es capaz de discutir o comunicar emociones vinculadas a esta información. Aunque las concreciones señaladas por los autores anteriores presentan matices diferenciales, ambos coinciden en señalar que para promover la alfabetización estadística es necesario usar datos reales o realistas, significativos y vinculados a contextos motivadores (Hahn, 2015; Muñiz-Rodríguez et al., 2020).

2.2 Estadística en Educación Infantil

Alsina y Vásquez (2016) plantean la inclusión del bloque matemático de estadística en las primeras etapas de escolarización como un punto fundamental del proceso de enseñanza-aprendizaje de los niños de la sociedad actual. A través de la educación estadística los individuos pueden apropiarse de un gran número de herramientas para recoger, ordenar, representar, leer, interpretar y evaluar datos del mundo que los rodea; procedimientos que les permitirán conocer la realidad y a la vez, ser aptos y habilidosos para transformarla. Estos conocimientos y competencias permitirán a los infantes empezar a desarrollar su alfabetización estadística (Gal, 2004; 2005). La pauta aportada por el Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas (NCTM, 2003) expone los contenidos generales de estadística que deben adquirir los infantes de entre 3 y 8 años, para considerarse alumnos estadísticamente alfabetizados:

- Compilación, ordenación y clasificación de datos de acuerdo con sus atributos
- Utilización de métodos estadísticos apropiados para el análisis de los datos
- Representación de datos mediante diferentes vías: objetos, dibujos y gráficos
- Interpretación de los datos y del conjunto para determinar qué nos muestran

Alsina (2019) concreta y agrupa las pautas señaladas anteriormente atendiendo a las capacidades curriculares señaladas por el currículo de Educación Infantil en Cataluña (España) A nivel específico, los individuos de último curso de Educación Infantil deben dominar tres capacidades lógico-matemáticas: la identificación, la comparación y la operación, así como los respectivos contenidos que las integran (Alsina, 2019).

En el momento de diseñar propuestas para trabajar el bloque matemático de estadística, no sólo es necesario focalizar la atención en los contenidos señalados anteriormente, sino también tener en cuenta los procesos más adecuados que promueven su adquisición por parte de los alumnos (Alsina, 2012). Rochera et al. (1990) señalan que es necesario promover actividades donde los niños se conviertan en los protagonistas de sus propias actividades y aprendizajes, es decir, donde sean ellos mismos los que a través de la participación activa en vivencias y experiencias vayan construyendo su corpus de conocimiento. Por otro lado, también se deben proporcionar actividades encaminadas hacia la comprensión, no hacia la reproducción. Así pues, las clases de matemáticas no han de basarse en la repetición de reglas, técnicas o métodos; sino que han de emplear la reflexión y la acción para construir los saberes estadísticos.

Tabla 1
Contenidos de estadística para infantes de 4-5 años (Alsina, 2019, p.5)

CAPACIDADES	**CONTENIDOS ESTADÍSTICOS (4-5 años)**
Identificación de datos y hechos	Identificación de datos más complejos a partir de variables discretas Representación de los datos identificados, principalmente con objetos Identificación posterior de la frecuencia absoluta de cada valor a partir del recuento Reconocimiento de la posibilidad de ocurrencia de hechos: hechos imposibles
Comparación de datos y hechos	Organización de los datos identificados, principalmente a través de clasificaciones, para facilitar la comparación y la representación Comparación e interpretación de los datos representados con objetos, usando los comparativos “más … que”, “menos … que”, “tanto … como” Comparación de la posibilidad de ocurrencia de hechos sencillos, según si son seguros o imposibles
Operaciones con datos	Composición y descomposición de las frecuencias absolutas Resolución de situaciones aritméticas algo más complejas a partir de los datos representados

Siguiendo esta idea, se deben fomentar propuestas didácticas significativas y funcionales para propiciar una educación estadística de calidad que avance de niveles inferiores (situaciones cotidianas, vivencias y manipulación) hacia niveles superiores (recursos tecnológicos y libros). Las situaciones de aprendizaje más significativas para los miembros de Educación Infantil son las que parten de contextos cotidianos, reales y cercanos (Alsina, 2019). Esta tipología de propuestas didácticas pretende que el alumnado ponga a prueba e interiorice determinados contenidos estadísticos mientras intenta dar respuesta a problemas o cuestiones de su vida diaria.

Las actividades estadísticas en Educación Infantil deben involucrar a los alumnos en el desarrollo de proyectos sencillos que partan de su propia realidad y cuyos datos sean fácilmente recopilados y reconocibles. Un modo de facilitar la recogida de datos por parte de

los estudiantes es el material manipulativo. Montessori (1964) exploró el uso de materiales manipulativos para el desarrollo de aprendizajes matemáticos en edades tempranas. En la pedagogía montessoriana, la psicomotricidad y la educación sensorial son habilidades clave para el desarrollo mental. En esta línea, Canals (2002) destaca la necesidad de desarrollar conocimientos procedimentales a partir de intereses reales usando materiales manipulativos que hagan visibles las propiedades numéricas. Carbonneau et al. (2013) señalan que los materiales manipulativos benefician el aprendizaje de las matemáticas, siendo necesario elegir los materiales pertinentes para cada tipo de contenido e incorporándolos al trabajo de aula de forma sostenida y no de forma anecdótica. Los materiales manipulativos permiten que el alumnado organice, recuente y distribuya los datos de un modo visual facilitando consiguientemente su comprensión e interpretación (Risma et al., 2013). También es necesario concienciar al alumnado de que cada dato aislado forma parte de un todo (distribución de datos) y que existen preguntas que requieren de multitud de datos tomados. En tercer lugar, es necesario tener en cuenta que el alumnado debe percibir la tendencia y variabilidad de los datos como actividad que nos permite comparar distintos conjuntos de datos. De este modo se fomenta que los alumnos visualicen progresivamente que los datos recogidos forman parte de una población más amplia y que pueden llegar a representar datos de toda una población. Por último, es necesario animar al alumnado a representar los datos en tablas y gráficos simples cuidando tanto los aspectos matemáticos como los estéticos.

2.3 Aprendizaje Basado en Problemas

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es una estrategia de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno. Involucra a los alumnos en la resolución de problemas mal definidos o poco estructurados con el objetivo de desarrollar competencias como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y creativo (que incluyen el uso de la imaginación, la creatividad, la flexibilidad y el aprendizaje permanente, y que se basan en promover la curiosidad de los alumnos) a través de la colaboración y el trabajo en equipo (De Graaff y Kolmos, 2003). El enfoque ABP permite a los alumnos plantear problemas, hacer preguntas, pensar críticamente, generar y presentar sus propias ideas creativas y comunicarse adecuadamente con sus compañeros. El proceso de aprendizaje dentro del ABP comienza con la introducción del problema, la lectura crítica del problema y la discusión en pequeños grupos: investigación, lluvia de ideas y propuesta de soluciones, compartiendo los hallazgos con toda la clase para obtener reflexiones de los compañeros. Los profesores monitorean las discusiones y las orientan hacia el objetivo de aprendizaje establecido para, finalmente, evaluar la meta de aprendizaje.

El enfoque ABP tiene varias ventajas, que incluyen la construcción de conocimientos amplios y flexibles, el desarrollo de habilidades prácticas para la resolución de problemas, la autogestión y el aprendizaje permanente, aprender a comportarse como colaboradores efectivos y estar intrínsecamente motivado (Himelo-Silver, 2004). También ayuda a los alumnos a comprender la interconexión de diferentes conocimientos aplicados al mundo real y ofrece una forma diversificada de pensar a través del contexto de un problema particular (Savery, 2019). Por lo tanto, el enfoque ABP es una estrategia de enseñanza y aprendizaje prometedora que los educadores de matemáticas pueden adoptar para promover el desarrollo de competencias de resolución de problemas (Baum et al., 2011).

Si bien el enfoque ABP se ha implementado en las escuelas para facilitar el desarrollo de habilidades y competencias del siglo XXI durante décadas, los docentes enfrentan varias dificultades (Savery, 2019). Entre ellas se encuentran un tiempo limitado para generar problemas significativos y conocimiento específico del contenido (tanto matemático como del fenómeno del mundo real estudiado), equipo e infraestructura limitados, problemas para colaborar con otros maestros y gestionar actividades complejas, incluso problemas de conectividad a Internet para buscar información (Osman y Kriek, 2021). También se ha informado sobre la dificultad de lograr que los alumnos trabajen juntos y se mantengan conectados con el trabajo, en especial en las primeras etapas (Aksela y Haatainen, 2019). En consecuencia, los docentes no logran cambiar hacia prácticas de enseñanza más específicas (Lekwa et al., 2019). Por lo tanto, existe la necesidad proporcionar ejemplos validados de prácticas docentes dentro del proceso de ABP para superar las dificultades. En este sentido, en las etapas de educación temprana es posible gestionar situaciones problemáticas de forma que supongan un reto controlado para los estudiantes (Albarracín y Gorgorió, 2020). En este sentido, la situación-problema es el detonador de la actividad cognitiva, y para que esto suceda debe tener las siguientes características: debe involucrar implícitamente los conceptos que se van a aprender; debe representar un verdadero problema para el estudiante, pero a la vez, debe ser accesible a él; debe permitir al alumno utilizar conocimientos anteriores (Obando y Múnera, 2003).

3. Metodología

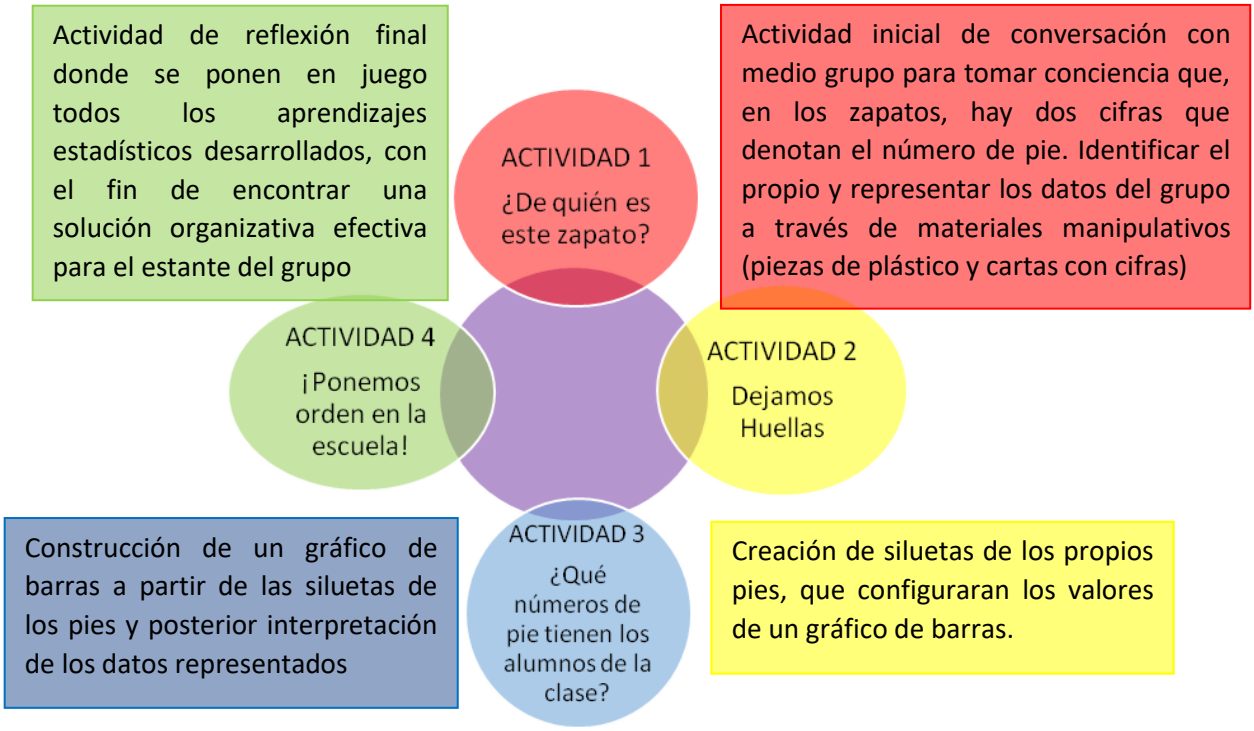
El ciclo de aprendizaje estadístico que presentamos a continuación surgió de una necesidad de la escuela Bellaterra situada en el área metropolitana de Barcelona (España). En este centro educativo se puso a disposición de los infantes estantes de uso libre donde pudieran dejar su calzado, pero siempre acababa derivando en un espacio caótico donde no había ningún tipo de orden. A mediados de curso, la maestra del grupo halló un zapato desparejado en el estante de P5 que, por su tamaño, parecía no pertenecer a dicho grupo. La maestra preguntó al alumnado si ese zapato podría ser de algún niño o niña del grupo y el alumnado mostró un especial interés en resolver la pregunta planteada por la maestra. A raíz de esta situación real situada en el contexto habitual de los estudiantes, se diseñó una situación-problema (Obando y Múnera, 2003) encaminada a dar respuesta a un problema de la vida diaria de los niños, en este caso, el desorden constante del estante de P5 y el propietario del zapato desparejado. Los participantes del estudio fueron, concretamente, los 25 alumnos que pertenecen al curso de P5A. Dada la gran cantidad de alumnos que se encuentran en el grupo clase, el curso de P5A se encuentra subdividido en dos pequeños grupos a los que llamaremos primer grupo y segundo grupo. Ambos grupos trabajaron en la situación-problema diseñada, aunque no lo hicieron de manera simultánea, sino que lo desarrollaron en días alternos.

La situación-problema diseñada está compuesta por un total de cuatro sesiones de una hora (Figura 1). Las sesiones fueron diseñadas para abordar las tres capacidades lógico-matemáticas formuladas por Alsina (2019) de forma que, al finalizar la intervención didáctica, los infantes hubieran tratado contenidos de identificación, de relación y de operación que les permitieran tomar una decisión en torno a la organización óptima del estante de zapatos del grupo.

Las cuatro sesiones desarrolladas fueron grabadas en vídeo a través de dos cámaras. Dichas cámaras estaban dispuestas en el aula de tal manera que abarcaran por completo al grupo

clase durante las actividades realizadas y pudieran captar las discusiones del alumnado en pequeño y gran grupo. Por lo tanto, los datos del estudio los conforman las transcripciones literales de las conversaciones provenientes de la grabación en vídeo, así como las imágenes que acompañan a dichos audios y que actúan como soporte a la comunicación verbal.

Figura 1
Concreción de la situación-problema implementada



4. Análisis de datos

Para llevar a cabo el análisis de los datos, en primer lugar, se transcribieron las cuatro sesiones llevadas a cabo añadiendo aspectos referentes a la comunicación no verbal que aparecían en las grabaciones de vídeo. Esto generó un conjunto de textos comentados que suponen los datos analizables en este estudio. Posteriormente, y tomando como referencia los contenidos estadísticos señalados por Alsina (2019), se establecieron un total de 6 categorías que engloban los contenidos estadísticos propios de los alumnos con edades comprendidas entre los 4 y 5 años (Tabla 2). Estas categorías están diseñadas con el propósito de evidenciar diferentes aspectos de la actividad estadística y garantizar que son procesos observables en episodios de diálogos entre alumnos. El siguiente paso es identificar los diversos episodios que configuran las sesiones. En este estudio un episodio se refiere a un intervalo de tiempo en el que se trabaja o discute sobre un mismo aspecto de la situación-problema. El análisis desarrollado se basa en caracterizar cada uno de los episodios en los que se estructura la actividad estadística de los alumnos atendiendo a las 6 categorías anteriormente descritas. Los autores categorizaron los datos de forma independiente argumentando su decisión y a partir de comparación directa triangularon sus análisis hasta generar consensos.

Tabla 2
Categorización de los contenidos de estadística para infantes de 4-5 años (reelaborado sobre los descriptores de Alsina, 2019, p. 5)

	CONTENIDOS ESTADÍSTICOS (4-5 años)	CATEGORÍAS
Identificación de datos	Identificación de datos más complejos a partir de variables discretas	Extracción de datos más complejos a partir de valores concretos
	Representación de los datos identificados, principalmente con objetos Reconocimiento de la posibilidad de ocurrencia de hechos: hechos imposibles	Representación de datos a partir de objetos
	Identificación posterior de la frecuencia absoluta de cada valor a partir del recuento	Identificación de la frecuencia absoluta haciendo uso del recuento
Comparación de datos	Organización de los datos identificados, principalmente a través de clasificaciones, para facilitar la comparación y la representación	Organización de los datos a través de clasificaciones
	Comparación e interpretación de los datos representados con objetos, usando los comparativos "más … que", "menos … que", "tanto … como" Comparación de la posibilidad de ocurrencia de hechos sencillos, según si son seguros o imposibles	Comparación e interpretación de datos
Operación con datos	Composición y descomposición de las frecuencias absolutas Resolución de situaciones aritméticas algo más complejas a partir de los datos representados	Resolución de situaciones aritméticas complejas

A continuación, señalamos aquellos momentos de la transcripción general en los cuales el alumnado verbalizaba contenidos estadísticos y posteriormente, los categorizamos atendiendo a las 6 categorías anteriormente descritas. Para concretar cómo se llevó a cabo dicha categorización, expondremos distintos ejemplos extraídos directamente de los datos del estudio.

En cuanto a la capacidad de identificación, cuando hablamos de extracción de datos más complejos a partir de los valores concretos entendemos que el alumnado pone en relación los datos individuales que tiene a su alcance para obtener una conclusión o deducción general. Categorizamos de este modo aquellas afirmaciones que realiza el propietario de un zapato observando que un niño tiene el mismo número de pie que el del zapato hallado. Cuando hablamos de representación de datos a partir de objetos entendemos que el alumnado hace uso de materiales manipulativos para presentar los datos de manera más visual y tangible, facilitando su comprensión. Entendemos la representación de datos a partir de objectos como el hecho de hacer uso de siluetas del pie para representar valores. Cuando hablamos de identificación de la frecuencia absoluta entendemos que el alumnado a través del recuento es capaz de identificar la cantidad total de repeticiones que tiene un mismo valor, como, por ejemplo, contando las piezas de plástico que hay sobre la cifra 28 para saber cuántos compañeros y compañeras pueden ser los propietarios del zapato desparejado.

En cuanto a la capacidad de relación, cuando hablamos de organización de los datos a través de clasificaciones, entendemos que el alumnado ordena los datos en diferentes grupos en

función de sus características o criterios creando un gráfico de barras y colocando las siluetas de los pies por orden numérico. Cuando hablamos de comparación e interpretación de los datos entendemos que el alumnado contrasta todos los datos para obtener significados a nivel global deduciendo qué número de pie es el más frecuente en el grupo-clase al analizar todas las columnas del gráfico de barras.

En cuanto a la operación con datos y concretamente la resolución de situaciones aritméticas complejas, entenderemos que el alumnado verbaliza el trabajo de dicho contenido al preguntarse qué ocurriría si organizamos el estante de P5B del mismo modo que el estante de P5A.

5. Resultados

En esta sección se presentan los episodios en los que los alumnos desarrollan contenidos estadísticos durante la actividad y se caracterizan.

En la primera sesión, durante la conversación colectiva, los niños de ambos grupos negaban completamente que el zapato perdido fuera de un compañero o compañera de aula; argumentando que no lo reconocían físicamente. Sin embargo, al plantear que podía ser un zapato nuevo o pertenecer a un alumno de otra clase, tuvieron que buscar otras estrategias de identificación más allá de la apariencia. Una de las propuestas que surgieron fue observar el número de pie. A partir de esta aportación, inician un proceso de investigación sobre los propios zapatos. Una vez cada cual tenía claro su número de pie, hicieron uso de materiales manipulativos (piezas de plástico y cartas con cifras) para poder apreciar de forma visual y comprensible los valores que había de cada número de pie.

El siguiente fragmento (segundo grupo - 6:27-6:52) muestra en detalle los múltiples contenidos estadísticos en torno a la representación y organización de los datos. Las intervenciones de la maestra están marcadas en lo que sigue con la inicial D.

> **D:** Dime, ¿tú qué número de pie tienes?
> **T:** No lo sé...
> **D:** Mira, lo pone aquí (cogiendo la etiqueta de la lengüeta). ¿Qué número pone aquí?
> **T:** Un tres y un uno. (en un tono muy flojo)
> **D:** Un tres y... uno. (girándose al resto de infantes) ¿Qué número es este?
> **À:** Veinte-y-tre... Veintiuno.
> **J:** Veintitrés.
> **D:** Un tres y un uno (representando las cifras con los dedos)
> **À:** ¡Veintiuno!
> **J y D:** ¡Treinta y uno! (Uno de los niños se estira para señalar a su compañero qué es la carta con la cifra treinta y uno)
> **D:** ¡Muy bien! Mira, el Eloi te está diciendo donde colocar la ficha. Colocamos la ficha.
> **B:** La ficha, sí.

De este modo, este fragmento muestra cómo el alumnado representó los datos a partir de objetos concretamente, cartas visuales y piezas de construcción. Así pues, cada infante fue colocando su pieza sobre la cifra que correspondía a su número de pie organizando los datos a través de clasificaciones; empleando la habilidad de identificación de números, en torno al propio número y en torno a la representación gráfica. Cuando ya estuvieron todas las piezas puestas en su respectivo grupo, contaron el número total que había sobre la cifra veintiocho,

para determinar la cantidad de infantes que tenían el mismo número de pie que el del zapato perdido, identificando así la frecuencia absoluta de cada valor. Después de este recuento, el alumnado concluyó que el zapato sí podía pertenecer a un alumno o alumna de P5 porque había varios compañeros y compañeras con el mismo número de pie. Tal y como observamos en el siguiente fragmento de la transcripción (primer grupo - 6:46-7:02), el alumnado extrajo datos complejos a partir de valores concretos.

> **D:** Entonces, ¿este zapato podría ser perfectamente de un niño de P5?
> Clase: Sí.
> **E:** ¡No! ¡De dos!
> **Ju:** No… ¡De tres!
> **D:** ¿De dos?
> **B:** De dos porque hay dos. (señalando las piezas de plástico sobre del número veintiocho)
> **D:** De dos (sonriendo). ¡Muy bien!
> **X:** ¡Y de tres! (cogiendo al compañero que tenía el número veintiocho y medio de pie)
> **D:** Bueno, a lo mejor le iría un poquito justa, ¿no?

En la segunda y tercera sesión, el contenido estadístico que se desarrolla transversalmente es la representación de datos a partir de objetos. A través de esta actividad didáctica de creación de siluetas de los pies, los infantes dieron forma tangible a los valores que forman las columnas del gráfico de barras. El siguiente extracto de la transcripción (primer grupo - 0:41-1:22) muestra cómo los alumnos se enfrentan a las necesidades de la actividad y representan los datos generados

> **D:** ¿Dónde lo colocamos Amelia? (pone su silueta del pie en la fila del veintisiete), ¡Uy! ¿Dónde tiene que ir?
> **À:** ¡Uno más arriba! (levantando el brazo)
> **D:** Uno más arriba.
> **B:** ¡Atención eh!
> **D:** ¿A ver dónde la colocamos Amelia? (pone la silueta a la fila de arriba de todo, la del treinta y uno)
> **À:** ¡No!
> **D:** ¿Aquí? ¿Este número cuál es? (indicando treinta y uno)
> Clase: ¡El treinta y uno!
> **T:** El treinta y uno.
> **D:** ¿Y esto es un treinta y uno? (levantando la silueta del pie de Amelia)
> Clase: ¡No!
> **J:** ¡Es un veintiocho! ¡Es un veintiocho!
> **D:** Amelia, ¿a qué número se parece? (observando todas las cifras y comparándolas con la de su silueta del pie)
> **D:** ¿Dónde lo ponemos? (se da cuenta que su número es un dos y un ocho, y lo coloca en la cuarta hilera, la del veintiocho)
> **D:** ¡Muy bien Amelia!

Se inicia esta actividad formando conjuntamente un gráfico de barras a partir de las siluetas de los pies individuales representando así los datos a partir de objetos, en este caso, elaborados por el alumnado. Cada alumno hizo uso de su habilidad de identificación de números, tanto en cuanto al número como a la representación gráfica, para poder colocar su silueta en el número de pie correspondiente organizando así los datos a través de clasificaciones que se corresponden con el número de zapato de cada alumno. Una vez construido el gráfico de

barras, empiezan a observar las distintas columnas para comparar e interpretar los datos que conforman el gráfico.

La docente formuló diversas cuestiones para analizar el gráfico de barras. Inicialmente, se generó una discrepancia al consensuar cuál de las dos columnas (treinta o treinta y uno) era más larga. Algunos infantes defendían que eran iguales, mientras que otros afirman que la treinta y uno era más larga. La técnica que emplearon para averiguar cuál era la columna más larga fue el recuento de pies. En ambas columnas recontaron un total de seis pies identificando nuevamente la frecuencia absoluta de cada valor. De este modo, se dieron cuenta que la diferencia no podía ser causada por la cantidad, puesto que había el mismo número de pies en la columna del número treinta que en la del treinta y uno. En ese momento, el grupo encontró una razón por la cual la columna del número treinta y uno era más larga que la del treinta, la medida de los pies. En este caso, el alumnado extrajo datos más complejos a partir de los valores concretos señalados, como puede verse en la siguiente transcripción de la actividad (segundo grupo - 5:07-5:49):

D: ¿Cuál es la columna más pequeña que veis?
Clase: ¡La de abajo! (refiriéndose a la columna del número veintiséis)
D: A ver, a ver... ¿Cuál es Àlex?
À: La de abajo de todo.
D: ¿La de qué número?
Á: La del... veintiséis.
D: ¿La del veintiséis? ¿Creéis que es la columna más pequeña?
Clase: ¡Sí!
Á: Porque sólo tiene uno.
D: Sólo tiene uno, ¿pero hay una que qué pasa?
Mi: ¡La del veintisiete!
B: ¿Qué le pasa?
Mi: ¡No tiene ninguna!
D: ¡Muy bien Marcel! Entonces. ¿Cuántas tiene el veintisiete?
À: ¡Cero!
D: Cero. Entonces, ¿Cuál es la columna más pequeña, os vuelvo a preguntar?
G: ¡La que tiene cero!

Por último, queremos señalar que al plantear al alumnado la pregunta “qué columna es más corta”, la respuesta colectiva fue que la columna más corta era la del número veintiséis, argumentando que tenía una sola silueta. Sin embargo, al poner atención al gráfico muchos se dieron cuenta que había una columna sin ninguna silueta, la del veintisiete. Nuevamente, en este episodio el alumnado comparó e interpretó los datos.

Finalmente, la Tabla 3 muestra el contenido estadístico fundamental que se desarrolla a lo largo de la cuarta sesión, la organización de los datos a través de clasificaciones. A través de una reflexión conjunta, el alumnado de P5A encuentra una forma eficaz y sencilla de organizar el estante de zapatos: siguiendo un orden numérico descendente, es decir, colocando los zapatos atendiendo a sus números de mayor a menor. A su vez, observamos que el alumnado abre una vía a un nuevo problema estadístico: la relación entre el pie y la altura. En el primer fragmento de la Tabla 3 observamos como el alumno Ju relaciona que el alumnado con pies más pequeños debe colocar sus zapatos en la parte inferior del estante puesto que en ese espacio es donde van los números pequeños y, además, su compañero “no llegaría arriba”. En este caso observamos la resolución de situaciones aritméticas complejas que tienen en cuenta

no sólo la variable tratada, sino la relación con nuevas variables como la altura en un contexto real y significativo para el alumnado.

Tabla 3
Contenidos estadísticos extraídos de cuarta sesión: organización de los datos y resolución de situaciones aritméticas complejas

FRAGMENTO	TRANSCRIPCIÓN
"00:00 - 00:39"	**D:** Tengo estos pies aquí... **Ju:** ¡Sí! Para saber cuál es el número... **D:** Para saber "¿cuál es el número dónde?" **Ju:** (levantándose para mostrar lo que dice y tocando la estantería superior) Este es el del número treinta y uno. Y el otro el treinta. **D:** ¡Ahh! ¿Y no podríamos meter aquí el veintiséis? Clase: ¡No! **D:** ¿Por qué? **Ju:** Porque nos confundimos. **D:** Pero también hay un número veintiséis. ¿Dónde podría ir? ¿Por qué no podría ser el número veintiséis arriba de la estantería? (señalando la estantería) **I:** Porque si no... **Ju:** Porque es más al... bajo. **D:** ¿Porque es más bajo y no llegaría arriba?
"2:31 – 2:55"	**D:** Y tú Óscar, ¿qué número tenías? **Ó:** El ocho y el dos. **D:** ¿Es este? (sacando la silueta del pie del número veintiocho) **Ó:** (asintiendo con la cabeza) **D:** ¿Dónde la colocarías? **Ju:** (Levantándose para ayudar a su compañero a encontrar la respuesta) Aquí (marcando la cuarta estantería) porque aquí va el nueve (indicando la tercera estantería) y aquí el ocho (indicando la cuarta estantería). **D:** Muchas gracias, Julia, pero le he preguntado al Óscar. (Óscar colocando silueta del pie en el tercer estante). **D:** A ver... ¿Lo ha colocado bien Óscar? **Ju:** Mec! (simulando un sonido de error) **D:** ¿Por qué Julia? **Ju:** Porque aquí va el nueve (sacando la silueta del pie de la tercera columna) y aquí va el ocho (recolocándola en la cuarta estantería)

6. Discusión

Los resultados de este estudio muestran que las actividades que conforman la situación-problema elaborada han permitido que el alumnado tratara los contenidos estadísticos clave en torno a las tres capacidades lógico-matemáticas señaladas por Alsina (2019). En la primera sesión, el alumnado aprendió a extraer, identificar y clasificar datos. El hecho de ir ubicando las piezas de plástico en función del número de pie permitió que los alumnos desarrollaran una técnica para agrupar un conjunto de datos, en este caso, el número de zapato. Por otro lado, el objetivo final de esta primera sesión, encontrar a quien pertenece el zapato desparejado, también sirvió a los infantes para desarrollar su habilidad de recuento con la finalidad de encontrar la frecuencia absoluta del valor veintiocho. La segunda sesión, les brindó la oportunidad de representar los datos de un gráfico con objetos, concretamente, las siluetas de los pies. El mismo alumnado elaboró figurativamente los valores que después formarían el

gráfico de barras, acción que les permitió comprender que cada silueta (valor) simboliza una persona. La tercera sesión resultó ser la más rica a nivel estadístico. En primer lugar, con la creación del gráfico de barras, colocando las siluetas de los pies en su respectivo número de pie, los alumnos volvieron a trabajar la organización de datos por clasificaciones a la vez que iban desarrollando la habilidad de identificación de cifras numéricas para poder posicionar la silueta en el grupo correcto. En segundo lugar, durante la actividad de comparación e interpretación de los datos del gráfico de barras, los niños aprendieron a poner atención a las diferencias y distinciones entre las distintas columnas para leer y comprender el gráfico a nivel global. En último lugar, a lo largo de este a análisis del gráfico de barras extrajeron datos más complejos a partir de los valores concretos, deduciendo que la columna número treinta era más corta que la treinta y uno debido a la medida de los pies y no porque hubiera una mayor cantidad. Finalmente, queremos señalar que la cuarta sesión ha servido para que los infantes demostraran cómo habían interiorizado la forma de clasificar los zapatos, haciendo una propuesta organizativa de las estanterías basada en el número de pie distribuyéndolas de forma ascendente (de menor a mayor), evidenciando su capacidad de ordenación numérica. En este caso, y tal y como hemos señalado anteriormente, el ciclo estadístico llevado a cabo a partir de la situación-problema culmina con una nueva oportunidad de iniciar un nuevo ciclo estadístico en torno a la relación entre el número de pie y la altura. Dicha propuesta surgida directamente de las aportaciones del alumnado nos muestra la significatividad de la actividad y la capacidad de razonamiento estadístico mostrada por alumnos de baja edad (DelMas, 2002).

De esta forma, los resultados de este estudio son un reflejo de como los infantes participantes en la actividad han interpretado y evaluado críticamente la información estadística generada relacionándola con el fenómeno estudiado. Durante la actividad no solo han sido incentivados los aprendizajes estadísticos, sino que, a su vez, se han ido desarrollando algunas de las nociones numéricas propuestas por Masoliver y Edo (2009) como son la lectura, la identificación y representación de cifras, y el orden numérico. Los resultados de este estudio nos permiten concluir que aportamos una propuesta didáctica válida y eficaz para el desarrollo de la competencia matemática temprana que promueve aprendizajes estadísticos. A través de esta intervención, los infantes se han apoderado de múltiples aprendizajes, tanto estadísticos como numéricos, desarrollando así capacidades vinculadas a la alfabetización estadística temprana (Gal, 2002).

7. Conclusiones

En este trabajo se ha diseñado e implementado un proyecto basado en una situación-problema y se ha estudiado su potencialidad para promover aprendizajes estadísticos en alumnos de Educación Infantil. Los resultados en torno a los contenidos estadísticos trabajados nos muestran que el alumnado de Educación Infantil es capaz de iniciarse en el razonamiento estadístico partiendo de un contexto real y significativo para ellos. Aunque los ejes que enmarcan el ciclo estadístico llevado a cabo podrían haberse desarrollado en otros contextos realistas, el hecho de que el alumnado tuviera una necesidad real ha propiciado una mayor participación y vinculación al proyecto desarrollado. En este sentido, observamos que el diseño de situaciones-problema y proyectos en torno a contenidos estadísticos fomenta la alfabetización estadística y, concretamente, potencia la verbalización explícita de contenidos vinculados al razonamiento estadístico en la Educación Infantil.

Para conseguir estos logros es necesario coordinar diversas aproximaciones metodológicas. En primer lugar, es necesario basar la actividad en una situación problemática cercana, para asegurar que los infantes pueden dotar de significado a los sucesos o fenómenos estudiados (Obando y Múnera, 2003). También es necesario anticipar las necesidades de los alumnos y coordinarlas con los contenidos a trabajar y competencias a desarrollar, en este caso capacidades lógico-matemáticas asociadas a la estadística en Educación Infantil (Alsina, 2019). Es necesario atender al uso de recursos didácticos (materiales manipulativos) para promover procedimientos específicos clave en la resolución del problema (Canals, 2002) y desarrollar una planificación que rompa en partes abordables el problema (Albarracín, 2021) mientras se promueve que los alumnos hagan preguntas, plateen hipótesis y generen sus propias ideas (De Graaff y Kolmos, 2003).

Referencias

Aksela, M. y Haatainen, O. (2019). Project-Based Learning (PBL) in practise: active teachers' views of its advantages and challenges. En *Integrated Education for the Real World: 5th International STEM in Education Conference Post-Conference Proceedings* (pp. 9–16). Queensland University of Technology.

Albarracín, L. (2021). Large number estimation as a vehicle to promote mathematical modeling. *Early Childhood Education Journal*, *49*(4), 681-691.

Albarracín, L., Aymerich, À. y Gorgorió, N. (2017). An open task to promote students to create statistical concepts through modelling. *Teaching Statistics, 39*(3), 100-105.

Albarracín, L. y Gorgorió, N. (2020). Mathematical modeling projects oriented towards social impact as generators of learning opportunities: a case study. *Mathematics, 8*(11), 2034.

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.

Alsina, À. (2019). La estadística y la probabilidad en educación infantil: un itinerario de enseñanza. En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín y E. Molina-Portillo (Eds.). *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. https://www.ugr.es/~fqm126/civeest/ponencias/alsina.pdf

Alsina, À. y Vásquez, C. (2016). La probabilidad en educación primaria. De lo que debería enseñarse a lo que se enseña. *Uno, 71*, 46-52.

Baum, S. D., Goertzel, B. y Goertzel, T. G. (2011). How long until human-level AI? Results from an expert assessment. *Technological Forecasting and Social Change, 78*(1), 185-195. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.09.006

Batanero, C., Díaz, C., Contreras, J. M. y Roa, R. (2013). El sentido estadístico y su desarrollo. *Números, 83*, 7-18.

Batanero, C., Estepa, A., Godino, J. D. y Green, D. R. (1996). Intuitive strategies and preconceptions about association in contingency tables. *Journal for Research in Mathematics Education, 27*, 151-169.

Ben-Zvi, D. y Arcavi, A. (2001). Junior high school students' construction of global views of data and data representation. En J. Garfield, D. Ben-Zvi, y C. Reading (Eds.). *Background readings of the Second International Research Forum on Statistical Reasoning,*

Thinking, and Literacy (pp. 73-110). Centre for Cognition Research in Learning and Teaching, University of New England.

Burrill, G. y Biehler R. (2011), Fundamental statistical ideas in the school curriculum and in training teachers. En C. Batanero, G. Burrill y C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics, Challenges for teaching and teacher education* (pp. 57-69). Springer.

Canals, M. A. (2002). La educación matemática en las primeras edades. En E. Palacián y J. Sancho (eds.), *Actas X Jornadas para el Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas* (pp. 49-60). Universidad de Zaragoza.

Carbonneau, K. J., Marley, S. C. y Selig, J. P. (2013). A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. *Journal of Educational Psychology, 105*(2), 380-400.

Covadonga, R. M. (2015). Actitudes hacia la estadística de los alumnos del grado de pedagogía, educación social, y maestro de educación infantil y maestro de educación primaria de la UCM. *Educación XXI, 18*(2), 351-374.

Crites, T. y Laurent, R. T. (2015). *Putting essential understanding of statistics into practice, Grades 9-12*. National Council of Teachers of Mathematics.

De Graaff, E. y Kolmos, A. (2003). Characteristics of problem-based learning. *International Journal of Engineering Education, 19*(5), 657–662.

DelMas, R. C. (2002). Statistical literacy, reasoning, and thinking: a commentary. *Journal of Statistics Education, 10*(2). doi.org/10.1080/10691898.2002.11910674

Doerr, H. M. y Tripp, J. S. (1999). Understanding how students develop mathematical models. *Mathematical Thinking and Learning, 1*, 231–254.

Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review, 70*(1), 1-25.

Gal, I. (2004). Statistical literacy: meanings, components, responsabilities. En D. Ben-Zvi y J. Garfield (Eds.). *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking* (pp. 47-78). Kluwer Academic Publishers.

Gal, I. (2005). Towards "Probability Literacy" for all citizens: building blocks and instructional dilemmas. En G. Jones (Ed.). *Exploring probability in school: challenges for teaching and learning* (pp. 39-63). Springer.

Hahn, C. (2015). La recherche internationale en éducation statistique: état des lieux et questions vives. *Statistique et Enseignement, 6*(2), 25-39.

Himelo-Silver, E. C. (2004). Problem-based learning: what and how do students learn? *Educational Psychology Review, 16*(3), 235-266.

Lehrer, R. y Romberg, T. (1996). Exploring children's data modeling. *Cognition and Instruction, 14*, 69-108.

Lekwa, A. J., Reddy, L. A. y Shernoff, E. S. (2019). Measuring teacher practices and student academic engagement: A convergent validity study. *School Psychology Quarterly, 34*(1), 109-118. https://doi.org/10.1037/spq0000268

Lesh, R., Amit, M. y Schorr, R. Y. (1997). Using “real-life” problems to prompt students to construct statistical models for statistical reasoning. En I. Gal y J. Garfield (Eds.). *The assessment challenge in statistics education* (pp. 65–84). IOS Press.

Masoliver, C. y Edo, M. (2009). Todos nuestros zapatos tienen números. En N. Planas y A. Alsina (Eds.). *Educación matemática y buenas prácticas* (pp. 81-92). Graó.

Montessori, M. (1964). *L’enfant*. Monthier.

Muñiz-Rodríguez, L., Rodríguez-Muñiz, L. J. y Alsina, À. (2020). Deficits in the statistical and probabilistic literacy of ctizens: effects in a world in crisis. *Mathematics, 8*(11), 1872.

NCTM (2003). *Principios y estándares para la educación matemática*. Thales.

Obando, G. D. J. y Múnera, J. J. (2003). Las situaciones problema como estrategia para la conceptualización matemática. *Revista Educación y Pedagogía, 15*, 185-199.

Osman, A. y Kriek, J. (2021). Science teachers’ experiences when implementing problem-based learning in rural schools. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education, 25*(2), 148-159. https://doi.org/10.1080/18117295.2021.1983307

Risma, D. A., Putri, R. I. I. y Hartono, Y. (2013). On developing students' spatial visualisation ability. *International Education Studies, 6*(9), 1-12.

Rochera, M. J., Barberá, E. y Onrubia, J. (1990). La enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas: una perspectiva psicológica. En C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi (Comp.). *Desarrollo psicológico y educación 2. Psicología de la educación escolar* (pp. 487-508). Alianza editorial.

Savery, J. R. (2019). Comparative pedagogical models of problem-based learning. En M. Moallem, W. Hung y N. Dabbagh (Eds.). *The Wiley Handbook of Problem-Based Learning* (pp. 81-104). Wiley.

Servei d'Ordenació Curricular d'Educació Infantil i Primària. (2012). *Currículum i orientacions educació infantil segon cicle*. http://educacio.gencat.cat/web/.content/home/departament/publicacions/colleccions/curriculum/curriculum-infantil-2n-cicle.pdf

Ubilla, F. (2019). Componentes del sentido estadístico identificados en un ciclo de investigación estadística desarrollado por futuras maestras de primaria. En J. M. Marbán, M. Arce, A. Maroto, J. M. Muñoz-Escolano y Á. Alsina (Eds.). *Investigación en Educación Matemática XXIII* (pp. 583-592). SEIEM.

Ubilla, F. (2020). ¿Qué rol juegan los datos en el ciclo de investigación estadística? *UNO, 91*, 63-68.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco del grupo de investigación GIPEAM - 2021SGR00497. Esta publicación es parte del proyecto de I+D+i PID2021-126707NB-I00, financiado/a por MCIN/ AEI/10.13039/501100011033/ y “FEDER Una manera de hacer Europa”. Lluís Albarracín es profesor agregado Serra Húnter en la Universitat Autònoma de Barcelona.