



ANÁLISIS OBSERVACIONAL DE UNA PROPUESTA PARA TRABAJAR LAS MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL CON POP-ITS EN CUARTO CURSO DE EDUCACIÓN PRIMARIA

Lara Orcos Palma 

Universidad de La Rioja

lara.orcos@unirioja.es

Diego Adán Arrea 

CEIP El Arco, Logroño

d.adan.arrea@gmail.com

Daniel Lapresa Ajamil 

Universidad de La Rioja

daniel.lapresa@unirioja.es

Ángel Alberto Magreñán Ruiz 

Universidad de La Rioja

angel-alberto.magrenan@unirioja.es

RESUMEN: La estadística, y más concretamente las medidas de tendencia central, está presente en diversos contextos de la vida cotidiana, resultando fundamental trabajarla desde edades tempranas como ha demostrado la investigación en los últimos años. En este trabajo se presenta una propuesta metodológica para trabajar las medidas de tendencia central en 4º curso de Educación Primaria con el material conocido como *pop-its* y que en los últimos años ha ganado popularidad entre el estudiantado de casi todas las edades. Este material tiene muy buenas propiedades entre las que destaca que el estudiantado está familiarizado con él, su bajo coste o que tenga múltiples utilidades en el aula que se deben explotar. En el seno de la metodología observacional, se ha construido un instrumento de observación ad hoc que permite el análisis e interpretación de la conducta de los participantes en esta experiencia y que se ha llevado a cabo en el centro al que pertenecen. La fiabilidad del sistema se ha garantizado en forma de concordancia inter-observadores a partir del porcentaje de acuerdo y del coeficiente Kappa de Cohen. La operatividad del sistema se refleja en

los registros de datos de cada participante y en las estructuras regulares de conducta, mediante THEME. Los objetivos de este estudio son presentar una propuesta de intervención para trabajar la estadística en 4º curso de Educación Primaria mediante el uso pop-its y analizar e interpretar la conducta desplegada en el desempeño de la propuesta de intervención. Los resultados permiten evidenciar que el pop-it es un material propicio para el trabajo de las medidas de tendencia central a través de la etapa icónica y apoya la idea de fomentar su uso en futuras actuaciones docentes de los diferentes niveles de educación primaria e incluso de educación secundaria, sin obviar la educación infantil ya que proporciona nuevos escenarios de aprendizaje.

PALABRAS CLAVE: educación estadística, medidas de tendencia central, pop-it, Educación Primaria, metodología observacional.

OBSERVATIONAL ANALYSIS OF A PROPOSAL TO WORK MEASURES OF CENTRAL TENDENCY WITH POP-ITS IN PRIMARY EDUCATION

ABSTRACT: Statistics, and more specifically the measures of central tendency, is present in many contexts of everyday life, and it is essential to work on it from an early age, as a large number of authors have pointed out over the years. This paper presents a methodological proposal to introduce statistics in the 4th year of Primary Education with the material known as pop-its, which in recent years has received great attention among students of almost all ages. This material has very good properties, among which stand out the fact that students are familiar with it, its low cost and its multiple uses in the mathematics classroom that should be exploited. Within the observational methodology, an ad hoc observation instrument has been built that allows the analysis and interpretation of the behavior of the participants in this experience and that has been carried out in the center to which they belong. The reliability of the system has been guaranteed in the form of inter-observer agreement based on the agreement percentage and Cohen's Kappa coefficient. The operation of the system is reflected in the data records of each participant and in the regular behavior structures, through THEME. The objectives of this study are: to present an intervention proposal to work on statistics in the 4th year of Primary Education stage through the use of pop-its and to analyse and interpret the behaviour displayed in the performance of the intervention proposal. The results show that the pop-it is a suitable material for the work of the measures of central tendency through the iconic stage and supports the idea of promoting its use in future teaching activities of the different levels of primary education and even secondary education, without forgetting early childhood education since it provides new learning scenarios.

KEYWORDS: statistical education, measures of central tendency, pop-it, Primary Education, observational methodology.

Recibido: 07/01/2025

Aceptado: 19/03/2025

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Statistics plays an important role in our daily lives and should be taught from Early Childhood Education stage (Alsina and Escalada, 2008; Alsina, 2016). The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000) reinforced the importance of statistics in the curriculum starting in this stage. Unfortunately, curricular demands and lack of time in subsequent stages lead to statistics being taught from a purely arithmetic perspective, based on the application of formulas. Thus, by the time students reach Secondary Education, learning gaps and errors arise from didactic and epistemological obstacles. Several studies have highlighted the difficulty students have in interpreting graphs (Arteaga et al., 2018; Vera et al. 2011), especially in relation to the selection of the types of graphs that best represent a reality, the lack of proportionality between elements, and the difficulty in identifying axes. The way to alleviate these difficulties should not be for students to repeat the same types of exercises where they make mistakes, but rather to use these errors as starting points within a motivating context.

The process of experimentation with manipulative materials in mathematics promotes the construction of knowledge through action (Torra, 2016). It advocates the use of materials, standards, discussion processes, and assessment models, among others, that demonstrate student engagement in hypothesis formulation and the ability to draw inferences from the data. Within the range of materials based on their didactic use, there are specific or structured materials and non-specific or unstructured materials. In the area of statistics, there are works or websites for both types of materials; for example, Cuisennarie Rods, for working on position measurements, which is a specific material; or "lacasitos" for making pie charts, as an example of a non-specific material.

This paper presents an intervention proposal for the teaching and learning process of the basic concepts of descriptive statistics in the fourth year of Primary Education level, using non-specific manipulative materials such as Pop-Its and the assessment of the proposal throughout and observational methodology.

Methodology

This work was developed within the framework of observational methodology (Anguera, 1979), which can be considered as a mixed method, and is multimethod since some elements of quasi-experimental methodology (Arnau, 2001) are used to a lesser extent.

The purposive sampling conducted consisted of 13 students from a 4th-grade of Primary Education level class at a school located in the city of Logroño. Participants enrolled in the grade corresponding to their age, who did not present specific educational support needs, and whose completion of the assessment test met the predetermined intersession consistency requirements were included in the observational sampling: completion of the assessment test using the Pop-its; Pop-its in correct condition and in the initial position; and absence of stimuli that could impair concentration. The observation instrument was developed ad hoc for the evaluation of the intervention program. It is a combination of field format and categorical systems.

The intervention proposal was divided into four distinct phases: 1) Introduction to the use of the material; 2) Assimilation of concepts and procedures; 3) Individual work; 4)

Evaluation test. All phases of the intervention proposal were videotaped to avoid reactivity bias among students during the program evaluation test. The recording and coding of the intervention program evaluation test completed by the 13 students was done using LINCE software, version 1.2.1. Two observers were required to calculate reliability after completing a training process. Inter-observer agreement was determined using Cohen's Kappa coefficient using the GSEQ software. The first observer recorded the entire observational sample, and the second observer recorded two of the 13 observation sessions. Due to its informative potential, regular patterns of behavior hidden in the recording were detected using THEME software (v. 6 Edu).

Main finding

The intervention proposal was designed to be carried out in the fourth grade of Primary Education stage using the material known as Pop-It. The contents taught were measures of central tendency, mean, median, and mode, which, according to the Spanish law are taught in the fifth grade of Primary Education.

The main findings of this study are that some participants successfully completed the evaluation test and, the founding of some behavior patterns in solving the exercises and problems. In concrete, in the first three exercises all participants correctly solved the phases of transferring the information from the dice, the calculation of the mode and the median using the material.

Regarding the problem of mean calculation, more than 60% percent of participants were able to solve at least one exercise and more than 53% were able to correctly solve both exercises with the help of the Pop-its. On the other hand, 26 T-patterns were detected that included errors in the solution of some of the problems.

Discussion and conclusions

In light of the results obtained and taking into account the importance of organizing information in many contexts of everyday life, this proposal shows that content related with measures of central tendency can be introduced to students earlier and a good moment to do it is just at the end of the previous academic course as the one the law establishes. Observational methodology was used to evaluate the proposed intervention, as this study met its basic requirements. The information obtained from the records reveals that the students accurately calculated the mode and median. The Pop-it material has been of great interest in the iconic phase, helping students to acquire conceptual knowledge and allowing them to concrete the abstract concepts it in a starting situation accessible to them, as established by Brousseau's Theory of Teaching Situations (1986).

Finally, the objectives set for this work were met both at the disciplinary level, as the proposed intervention for teaching statistics in 4th grade Primary Education was implemented using Pop-it, and at the methodological level, as the behaviour displayed by students in carrying out the proposed intervention was analysed and interpreted. Furthermore, given the pre-experimental nature of the study, the sample was small, which is the study's greatest limitation. However, it served as a starting point for continuing this line of research and, above all, for presenting the significant opportunities this material can offer for the Primary Education level classroom, especially for the teaching of mathematics.

1. INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La estadística juega un papel importante en nuestra vida cotidiana y en muchas ocasiones encontramos gráficos que debemos saber interpretar (Batanero, 2000). Resulta indiscutible su aplicabilidad en diversos ámbitos como la economía, la medicina, la política, etc. En muchas titulaciones universitarias se imparte una asignatura de estadística, no solo en las que pertenecen a las ramas científicas, también en las de ciencias sociales.

Es por ello que la estadística deba trabajarse desde edades tempranas, incluida la etapa de Educación Infantil (Alsina y Escalada, 2008; Alsina 2016). El National Council of Teachers Of Mathematics (NCTM, 2000) reforzó la importancia de la estadística en los currículos desde la etapa de Educación Infantil; de hecho, la estadística puede trabajarse en las aulas desde un enfoque transversal, dentro o incluso fuera de las matemáticas, a medida que el estudiante va trabajando el número, trabajando por ejemplo repeticiones de un color de vestimenta o de mes de nacimiento.

Es fundamental que los estudiantes sean conscientes de la importancia que la estadística juega en nuestra vida para el tratamiento de la información y para ser capaces de interpretar datos de la vida cotidiana de forma crítica (López y Calabuig, 2015). Desafortunadamente, las exigencias curriculares y la falta de tiempo hacen que la estadística se trabaje desde ese punto de vista tan aritmético, basado en la aplicación de fórmulas. Así, cuando los estudiantes llegan a la etapa de Educación Secundaria se evidencian lagunas de aprendizaje y errores derivados de obstáculos didácticos (debidos a las prácticas docentes) y epistemológicos (debidos a la propia abstracción de los objetos matemáticos).

En este trabajo se presenta una propuesta de intervención para el trabajo de las nociones básicas de estadística descriptiva en cuarto curso de Educación Primaria a través del material manipulativo no específico pop-its y la evaluación de la misma a través de la metodología observacional.

De acuerdo con Batanero (2001) el interés por la enseñanza de la estadística, dentro de la educación matemática, viene ligado al rápido desarrollo de la estadística como ciencia y como útil en la investigación, la técnica y la vida profesional, impulsado por la difusión de los ordenadores, el crecimiento de su potencia y rapidez de cálculo y las posibilidades de comunicación.

La Guía para la Evaluación y la Instrucción en la Educación Estadística (Franklin et al., 2007) fue diseñada con el fin de promover la alfabetización estadística entre los estudiantes de todas las etapas escolares. Plantea que son cuatro las etapas que sigue el proceso estadístico, desde la formulación de preguntas hasta la interpretación de los resultados pasando por la recolección y el análisis de datos (Franklin et al., 2007). Además, incide en la variabilidad muestral como un concepto

fundamental en términos de mediciones en un mismo objeto o individuo (Del Pino y Estrella, 2012).

La estadística otorga al estudiante las herramientas para interpretar la información que le rodea y la sociedad es la que ha demandado que la estadística esté presente en muchos de los currículos (Estrella, 2017).

Sin embargo, de acuerdo con Almeida (2017), la estadística se sigue enseñando de manera superficial y con métodos obsoletos entre otros motivos, por el hecho de que suele estar, por norma general, encuadrada al final del temario (Serradó et al., 2006). Son varias las investigaciones que emanan la dificultad que presentan los estudiantes en la interpretación de gráficos (Arteaga et al., 2018; Cazorla, 2002; Guimarães, 2002; Pagan et al. 2008; Vera et al. 2011) sobre todo en relación con la selección de los tipos de gráficos que mejor representan una realidad, la falta de proporcionalidad entre los elementos y la dificultad para identificar los ejes. Como indican Friel et al. (2001) la comprensión gráfica se define como “la habilidad de los lectores de gráficos para entender y extraer el significado de gráficos creados por otros o por ellos mismos” (p. 132). Sin embargo, autores como Batanero y Godino (2002) hablan de la escasa atención en las escuelas al proceso de interpretación de gráficos.

La forma de paliar estas dificultades no debe consistir en que el estudiante repita el mismo tipo de ejercicios donde comete errores, sino tomar esos errores como puntos de partida y en el seno de un contexto motivador; de acuerdo con Rodríguez (2010) “situaciones didácticas contextualizadas en lo social, donde se tomen en cuenta sus experiencias previas, como punto de partida para planificar nuevos problemas a plantear” (p. 139). Para ello, los docentes deben tener un conocimiento profundo de la estadística que se debe impartir a nivel escolar y de esta forma podrán ayudar a los estudiantes a paliar los errores que presentan, haciendo un uso correcto y contextualizado de la terminología estadística (Estrella et al., 2015).

El proceso de experimentación con materiales manipulativos en el área de matemáticas favorece la construcción del conocimiento a través de la acción (Torra, 2016). El juego y los materiales son mucho más que meros recursos didácticos, ya que hacen que los niños y las niñas no se aburran y que se despierte su curiosidad (Flórez y Vivas, 2007).

El modelo llamado “Ambiente de aprendizaje de razonamiento estadístico” (SRLE, por sus siglas en inglés), pretende promover un razonamiento estadístico en los estudiantes a través de la comprensión significativa (Garfield y Ben-Zvi, 2008). Aboga por el uso de materiales, normas, procesos de discusión y modelos de evaluación, entre otros, que evidencien que el estudiante se involucra en la formulación de hipótesis y puede hacer inferencia de los datos. Según este modelo, el aprendizaje está centrado en el estudiante y el docente es el facilitador del desarrollo del conocimiento planteando retos y preguntas en un contexto cercano. De esta forma, la evaluación se hace sobre el proceso de razonamiento.

Los resultados de la investigación de Herreros y Sanz (2020) demuestran que los estudiantes de Educación Primaria tienen escasos conocimientos estadísticos y que el uso de estrategias como el Aprendizaje basado en Juegos (GBL de sus siglas en inglés), que involucra la manipulación de materiales, les ayuda a que alcancen las competencias estadísticas ya que las dificultades que tienen derivan, por tanto, de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Son muchos los métodos, como el método Singapur, que abogan por el uso de materiales manipulativos en las aulas (Turizo et al., 2019). Este método se basa en el enfoque C-P-A, concreto, pictórico y abstracto, desarrollado a partir de la teoría de Jerome Bruner sobre la adquisición del conocimiento conceptual en tres fases: enactivo, icónico y simbólico. Inicialmente, los estudiantes manipulan el material concreto para pasar, posteriormente, a la representación de los procesos matemáticos y elaboración de imágenes mentales y, finalmente, a relacionar tales procesos con las formulaciones matemáticas abstractas (Bruner 1996). La etapa icónica es fundamental para el desarrollo de los conceptos matemáticos ya que es previa a que se logre ese proceso de abstracción, y ahí es donde el material manipulativo resulta fundamental para que finalmente el estudiante pueda conceptualizar (Bruner, 2001).

Dentro de lo que son los materiales en función de su uso didáctico, encontramos los específicos o estructurados y los no específicos o no estructurados. Los primeros han sido creados con un fin didáctico mientras que los segundos no tienen esa intencionalidad, pero su uso en el aula puede ser muy interesante al ser un material de uso cotidiano para el alumno (Godino et al., 2006). En el área de la estadística, podemos encontrar trabajos o páginas web de ambos tipos de materiales; por ejemplo, las Regletas de Cuisennarie, para trabajar las medidas de posición, que es un material específico; o los “lacasitos” para hacer diagramas de sectores, como ejemplo de material no específico.

Lo cierto es que el uso de materiales no específicos nos proporciona infinidad de posibilidades en el aula. En este trabajo se propone el uso del material conocido como pop-it. Este material, nacido para combatir el estrés y especialmente indicado para niños con TDAH y/o Trastorno del Espectro Autista o TEA, está hecho de silicona y consiste en una serie de burbujas colocadas dentro de formas muy variadas. Las bondades de este material residen en que, además de ser un material manipulable, deformable, lavable, económico y conocido por todos los estudiantes, permite corregir fácilmente un error cometido ya que las burbujas pueden ser “explotadas” desde ambas caras del propio pop-it.

En el caso concreto de la estadística, el uso de este tipo de material puede favorecer la transición de la fase enactiva a la simbólica, pasando por la icónica; es decir, que el estudiante trabaje no solo la representación de los datos haciendo

diagramas si no también las medidas de tendencia central para la simplificación de los mismos tras ese paso inicial de representación.

El presente trabajo tiene dos objetivos; uno disciplinar y otro metodológico. En lo disciplinar, se presenta una propuesta de intervención para trabajar la estadística en 4º curso de Educación Primaria mediante el uso del material conocido como pop-it. En lo metodológico, se ha diseñado un sistema de observación que permite el análisis e interpretación de la conducta desplegada en el desempeño de la propuesta de intervención. Los resultados (estructuras regulares de conducta) permitirán caracterizar la forma en la que los participantes (niños de 8-9 años) resuelven mediante los pop-its los problemas planteados.

2. METODOLOGÍA

El presente trabajo se ha desarrollado en el seno de la metodología observacional (Anguera, 1979) –que de acuerdo con Anguera et al. (2018) puede considerarse *mixed methods* en sí misma–; y es *multimethod* ya que en menor medida se utilizan algunos elementos de la metodología cuasiexperimental (Arnau, 2001).

El diseño observacional (Anguera et al., 2011) es: nomotético, 13 alumnos de 4º de Educación Primaria que no actúan como clase; puntual, de seguimiento intra-sesional, las conductas desplegadas por cada participante durante la realización de la tarea de evaluación del programa de intervención; y multidimensional, tal y como podrá comprobarse en los criterios constitutivos del instrumento de observación. La observación es directa y no participante.

2.1. Participantes

El muestreo intencional realizado (Anguera et al., 2019) está constituido por 13 alumnos/as de una clase de 4º de Educación Primaria del CEIP de Logroño. Se han incluido en el muestreo observacional aquellos participantes que se encuentran escolarizados en el curso correspondiente a su edad, que no presentan necesidades específicas de apoyo educativo y cuya realización de la prueba de evaluación ha satisfecho los requisitos de constancia inter-sesional prefijados: resolución de la prueba de evaluación utilizando los pop-its; pop-its en correcto estado y en posición inicial; ausencia de estímulos que pudieran mermar la concentración.

El presente trabajo cuenta con la aprobación del Comité de Ética de la Investigación de la Universidad de La Rioja (expediente nº CE_20_2021) así como con los consentimientos informados necesarios.

2.2. Instrumento de observación

El instrumento de observación ha sido elaborado ad hoc para la evaluación del programa de intervención. Es una combinación de formato de campo y sistemas de categorías (tabla 1). Cada uno de los criterios del instrumento de observación se despliega en sistemas de categorías, que cumplen las condiciones de exhaustividad y mutua exclusividad (Anguera et al., 2007).

La versión inicial a partir de la revisión teórica efectuada se sometió a la prueba de cautela con 17 alumnos/as –que no forman parte del muestreo observacional de la investigación–. Mediante la superación de la prueba de cautela se satisface la presunción de exhaustividad de los sistemas de categorías anidados en el formato de campo (Anguera e Izquierdo, 2006).

Tabla 1. Instrumento de observación: dimensiones, categorías y códigos

Dimensiones	Categorías y códigos
Ejercicio	Ejercicio1 (E1); Ejercicio 2 (E2)
Problema	Trasladar dado (TD); Señalar Moda (SM); Señalar Mediana (SE); Calcular Media (CE)
Subfase media	Vertical a horizontal (VH); Nivelación (NV)
Dado Elemento	Elemento 1 (D1); Elemento 2 (D2); Elemento 3 (D3); Elemento 4 (D4); Elemento 5 (D5); Elemento 6 (D6)
Dado destino	Bloques hacia el valor más pequeño (BMM); Bloques sin orden (BQ); Individual (I)
Error Moda	Error al calcular la moda (E1); Error al señalar la Moda (E2)
Error Mediana	Error Mediana (RR1); Error al señalar la Mediana (RR2)
Error Media	Error de confusión de conceptos con media y mediana (MM1); Error al señalar el valor de la media (MM2), Error de nivelación al trasladar los datos (MM3), Error dejar de traspasar un valor por omisión (MM4)
Resultado problema	Resuelve (RV); No Resuelve (NR)

2.3. Procedimiento

La propuesta de intervención se dividió en cuatro fases diferenciadas: 1) Iniciación al uso del material; 2) Asimilación de conceptos y procedimientos; 3) Trabajo individual; 4) Prueba de evaluación. Todas las fases de la propuesta de intervención fueron filmadas con una videocámara para evitar el sesgo de reactividad (Riba, 1993) del alumnado durante la prueba de evaluación del programa.

Fase 1) Iniciación al uso del material (dos sesiones de dos horas): en primer lugar, y a partir de una plantilla impresa, los alumnos construyeron su propio dado. Con

un pop-it por pareja, realizaron ejercicios de conteo, codificación y representaciones de barras. Para ello debían poner el pop-it con las barras que marcan la separación entre colores tomadas de forma vertical y dejando el color rojo a la izquierda (véase Figura 1). A partir de preguntas sobre colores relacionados con sus actividades diarias (colores favoritos, color de camiseta, etc.) se fue trasladando cada respuesta al pop-it –comenzando desde abajo–. Este ejercicio ayuda con el conteo y con las representaciones de datos en forma de diagrama de barras. Además, al girar el pop-it se obtienen los diagramas de barras horizontales. A continuación, se les pidió que asignaran un color del pop-it a los números del dado –así, además de trabajar la representación también se está trabajando la codificación–; que procedieran a tirar el dado y a anotar en el pop-it los resultados obtenidos en cada tirada.

Fase 2) Asimilación de conceptos y procedimientos (2 sesiones de dos horas): se concreta la codificación de la siguiente manera: rojo =1; naranja=2; amarillo=3; azul=4; verde=5; morado=6. Por turnos, un participante tira el dado y el compañero anota las puntuaciones obtenidas en cada tirada. Posteriormente, en lugar de tirar un número indeterminado de veces, se les pidió que tiraran el dado 15 veces y trasladaran el resultado de cada tirada al pop-it. Se abordó el concepto de moda –incluyéndose casos multimodales–. También se abordó el concepto de mediana –al quedar los datos ordenados en el pop-it se facilita su cálculo teniendo en cuenta el número de tiradas–. El proceso para calcular la media requiere de tres pop-its –uno colocado verticalmente y dos horizontalmente de forma que se trabaja de la siguiente manera:

- En primer lugar, se procede a la traslación de las tiradas de dados al pop-it vertical, donde cada columna representa, en este caso, un número que viene ordenado de 1 a 6 (además, en este caso, cada columna del pop-it tiene asignado un color diferente, como aparece descrito arriba, por lo que la distinción es muy fácil). Así, se logra una representación de gráfico de barras, en la que, por ejemplo, si han salido 2 unos, 4 doses, 1 tres, 3 cuatros, 1 cincos y 1 seis, en la columna roja habrá 2 “burbujas” marcadas, en la naranja habrá 4 “burbujas” marcadas, en la amarilla habrá 1 “burbuja” marcada, en la azul habrá 3 “burbujas” marcadas, en la columna verde habrá 1 “burbuja” marcada y en la morada habrá 1 “burbuja” marcada, es decir, que se representan el número de apariciones de cada color (que se corresponde con un número del 1 al 6). Las burbujas se empiezan a marcar desde abajo siempre.
- Una vez obtenida la representación de las tiradas de los dados, se utilizarán los dos pop-its horizontales para hacer la traslación de todos los datos, que ya están ordenados. En esta traslación, ahora en cada columna se dejará el dato numérico, en lugar del número de veces que aparece cada dato, que es la información que se tenía en el pop-it vertical. Así, siguiendo el ejemplo (2 unos, 4 doses, 1 tres, 3 cuatros, 1 cincos y 1 seis), las dos primeras

columnas sólo tendrán una burbuja marcada, las 4 siguientes tendrán dos burbujas, la siguiente tendrá 3 burbujas marcadas, las 3 siguientes tendrán cuatro burbujas marcadas, la siguiente tendrá 5 marcada y la última tendrá 6 burbujas marcadas.

- A continuación, se deben igualar los valores de todos los datos, trasladando los valores sobrantes de los datos que lleguen más alto, parte derecha, y compensando con las burbujas por defecto de los valores menores, la parte izquierda, para obtener el valor promedio. Es decir, se va a hacer que se igualen las filas de los pop-its horizontales de forma que todas tengan el mismo valor y así obtener el promedio. Además, se ha podido trabajar de forma que, si no se conseguía que todas las columnas tuvieran el mismo valor, esto indicaba que el valor de la media no era un número entero y permitía acotar entre qué dos valores iba a estar dicho valor.

Fase 3) trabajo individual (una sesión de una hora): con una relación de tiradas prefijada por el profesor –imágenes de las caras del dado obtenidas en una serie de 12 tiradas– colocadas en el orden resultante de las tiradas, los participantes debían: representar el diagrama de barras asociado haciendo uso del pop-it; trasladar dicho diagrama a su valor numérico en términos de veces que aparece cada valor. A partir de lo anterior, los alumnos debían calcular mediana, moda y media de los resultados obtenidos en la serie de tiradas.

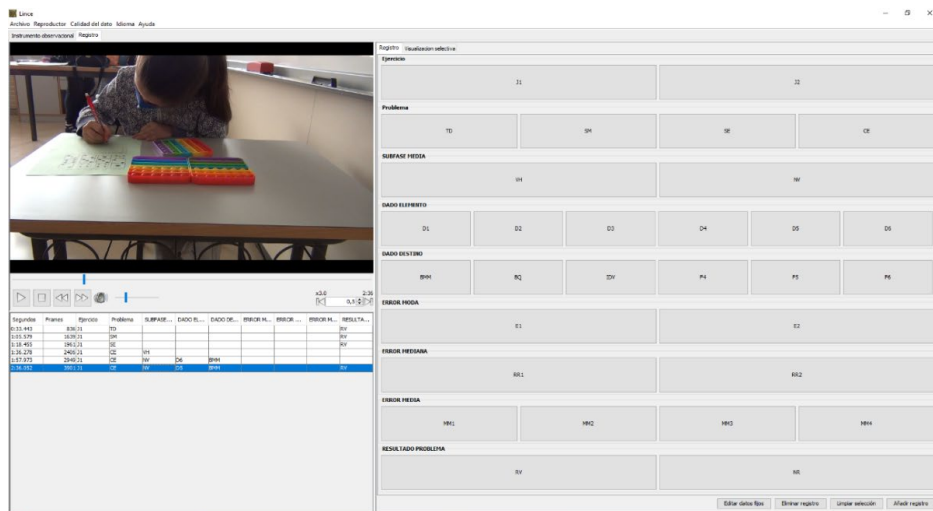
Fase 4) Prueba de evaluación: la prueba de evaluación –sesión de observación de cada uno de los participantes– consistió en dos problemas, en los que a partir de dos paquetes de 12 tiradas de dados, se debía responder a las siguientes preguntas: trasladar los valores de las tiradas del dado al pop-it (TD); señalar la Moda (SM); señalar la mediana (SE); calcular la media (CE) –para calcular la media los participantes deben trasladar los valores de vertical a horizontal (VH), que consiste en trasladar del número de repeticiones de cada valor a cada valor por separado pero de forma ordenada, después nivelar (NV), bien por bloques a los valores más bajos (BMM) o bien por bloques sin orden (BQ) o individuales (I)–.

Las tiradas, que se presentaron gráficamente en forma de cara de dado fueron: Primer ejercicio: 1-4-4-2-2-3-3-6-5-1-2-3; Segundo ejercicio: 1-4-6-6-3-4-5-6-1-4-2-6.

2.4. Registro y codificación

El registro y codificación de la prueba de evaluación del programa de intervención realizada por los 13 alumnos se ha realizado mediante el software LINCE, versión 1.2.1 (Gabín et al., 2012), en el que se ha incorporado el instrumento de observación. (Arnau, 2001).

Figura 1. Captura de un momento del registro y codificación (participante 7)



2.5. Calidad del dato

Dos han sido los observadores requeridos para el cálculo de la fiabilidad tras haber satisfecho un proceso de formación a partir de Arana et al. (2016). La concordancia inter-observadores, se ha determinado mediante el coeficiente Kappa de Cohen (1960), a través del software GSEQ (Bakeman y Quera, 1995, 2011). El primer observador ha realizado el registro de la totalidad del muestreo observacional y el segundo observador un 15,38% del total del muestreo observacional (dos de las 13 sesiones de observación, participantes 1 y 3).

Se han obtenido los siguientes resultados. Participante 1: porcentaje de acuerdo= 92%, Kappa de Cohen= 0.92; participante 3: porcentaje de acuerdo= 100%, Kappa de Cohen= 1. De esta forma, se ha obtenido una consideración del acuerdo entre los registros comparados de almost perfect –a partir de los valores clásicos de referencia de Landis y Koch (1977, p. 165)– que permite garantizar la fiabilidad de los datos obtenidos a partir del sistema de observación diseñado.

2.6. Análisis de los datos

Se ha recurrido, por su potencial informativo, a la detección de estructuras regulares de conducta ocultas en el registro con el software THEME (v. 6 Edu) (Magnusson, 1996, 2000). Aunque la principal aportación de THEME es la detección de *T-patterns* bajo el parámetro duración, también ofrece la posibilidad de detectar estructuras secuenciales bajo el parámetro orden –a partir de una asignación de

duración constante a cada unidad de conducta (Lapresa et al., 2013a; Lapresa et al., 2013b)–.

Se han seleccionado los parámetros de búsqueda que a continuación se detallan (véase manual de referencia: Pattern Vision Ltd y Noldus Information Technology bv, 2004): a) mínimo de ocurrencias: se ha fijado una frecuencia de ocurrencia igual o mayor de 2; b) nivel de significación de 0,005, con lo que el porcentaje de probabilidad de aceptar un intervalo crítico debido al azar es de un 0,5%; c) en cuanto a la reducción de redundancias se ha fijado que en el 90%; d) se ha utilizado el tipo de T-patterns fast. Toda vez aplicados estos filtros cuantitativos se ha utilizado como filtro cualitativo (Amatria et al., 2017) para la selección de T-patterns, que incorporen en sus eventos constitutivos errores en la resolución de los problemas de la prueba.

3. RESULTADOS

3.1. De la información contenida en los registros de cada participante

Sirva como ejemplo de la operatividad del instrumento de observación, los registros correspondientes a los participantes 1, 6 y 7 en la prueba de evaluación del programa de intervención. La conducta desplegada por los tres participantes para resolver satisfactoriamente la prueba de evaluación es la misma (tabla 2). Precisar que el participante 6, pese a resolver correctamente el problema de cálculo de la media correspondiente al segundo ejercicio comete el error de incluir en la respuesta del examen un valor que no es el correcto (MM2) a pesar de haber realizado oportunamente el procedimiento para solucionar el problema.

EJERCICIO 1		
		
(1) J1, TD, RV Traslada correctamente los valores al Pop-it	(2) J1, SM, RV Señala la moda que se corresponde con dos valores (2 y 3)	(3) J1, SE, RV Señala la mediana después de calcular cuál es la posición central



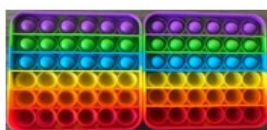
(4) J1, CE, VH
Realiza el traslado de repeticiones de número a valor numérico, por ejemplo el valor 1 se repite dos veces y en este paso se traslada a dos valores 1.



(5) J1, CE, NV, D6, BMM
El valor sobrante del 6 lo traspasa al 1 de la izquierda



(6) J2, CE, NV, D5, BMM
Los dos valores de 5 que sobran los traspasa al 2 que queda y al primer 3



(7) J2, CE, NV, D4, BMM, RV
Traslada los cuatro 4 que sobran a los 3 y queda todo compensado.

EJERCICIO 2



(8) J2, TD, RV
Traslada correctamente los valores al Pop-it



(9) J2, SM, RV
Señala la moda que se corresponde el valor 6



(10) J2, SE, RV
Señala la mediana después de calcular la posición central



(11) J2, CE, VH
Realiza el traslado de repeticiones de número a valor numérico, por ejemplo, el valor 4 se repite tres veces y en este paso se traslada a tres valores 4.



(12) J2, CE, NV, D6, BMM
Los cuatro valores 6 los traspasa a los dos 1 y dos 2 de la izquierda



(13) J2, CE, NV, D5, BMM, RV
Traslada los cinco 5 que sobran al 3 y los 4 y ya queda todo compensado.

3.2. De la información contenida en los registros correspondientes a los problemas: trasladar la información de los dados, resolver moda y resolver mediana

En cada uno de los dos ejercicios (E1 y E2) existen cuatro problemas. Para los tres primeros (trasladar la información de los dados, resolver moda y resolver mediana) no ha sido necesario incluir subfases en el instrumento de observación de la prueba de evaluación. El 100% de los participantes han resuelto correctamente las fases trasladar la información de los dados, resolver moda y resolver mediana. El único error lo comete el participante 5 al pasar los resultados de las tiradas del dado al pop-it y saltarse un dado (lo cual, en este caso concreto, no afecta al resultado).

3.3. De la información contenida en los registros correspondientes al problema calcular media

En relación al problema 4, calcular la media, siete participantes han sido capaces de resolverlo en ambos ejercicios con la ayuda de los pop-its (el 53,85%); un participante ha resuelto uno de los problemas (7,69%), y cinco no han sido capaces de resolver ninguno de los problemas de calcular la media (38,46%).

En la tabla 3 se exponen los registros correspondientes a la conducta desplegada en la resolución (o no) del problema de cálculo de la media correspondiente a ambos ejercicios, de cada uno de los participantes. Resulta relevante recordar que el problema del cálculo de media -de acuerdo con el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria- es un contenido destinado a alumnos de cursos superiores (en concreto de 5º y 6º de Educación Primaria; es decir, uno e incluso dos cursos posteriores), pero que con la ayuda de los pop-its más de la mitad de los alumnos son capaces de resolverlo correctamente.

Tabla 3. *Registros correspondientes a los problemas de cálculo de la media por ejercicio y participantes*

Ejercicio	Registro	Participantes
1	J1, CE, NV, D6, BMM	1, 6, 7
	J1, CE, NV, D5, BMM	
	J1, CE, NV, D4, BMM, RV	
	J1, CE, NV, D6, BQ	5, 11
	J1, CE, NV, D5, BQ	
	J1, CE, NV, D4, BQ, RV	
	J1, CE, NV, D2, BQ	9
	J1, CE, NV, D3, BQ, RV	

2	J1, CE, NV, D3, BQ	4
	J1, CE, NV, D5, BQ, MM2, RV	
	J1, CE, VH, MM1, NR	2, 3 ,12, 13
	J1, CE, NV, MM3, NR	8, 10
	J2, CE, NV, D6, BMM	1, 7
	J2, CE, NV, D5, BMM, RV	
	J2, CE, NV, D3, BQ	9
	J2, CE, NV, D1, BQ, RV	
	J2, CE, NV, D6, BMM	11
	J2, CE, NV, D5, BQ, RV	
	J2, CE, NV, D6, BMM	6
	J2, CE, NV, D5, BMM, MM2, RV	
	J2, CE, NV, D6, BQ	4
	J2, CE, NV, D5, BQ, MM2, RV	
	J2, CE, NV, D2, BQ	10
	J2, CE, NV, D3, BQ	
	J2, CE, NV, D4, BQ, MM2, RV	
	J2, CE, NV, MM3, NR	8
	J2, CE, VH, MM4, NR	5
	J2, CE, VH, MM1, NR	2, 3, 12, 13

3.4. De la información contenida en los *T-patterns* detectados que incluyen errores en la resolución de los problemas

A continuación, se aborda la operatividad del sistema de observación diseñado mediante la detección de estructuras regulares de conducta que incluyen errores en la ejecución. Con los parámetros de búsqueda prefijados, se han detectado 26 *T-patterns* que incluyen errores en la resolución de alguno de los problemas. Como todos estos *T-patterns* se relacionan por un lado con los participantes 2, 3, 12 y 13 y, por otro, con los participantes 8 y 10, en la tabla 4 se presentan los registros completos correspondientes.

Tabla 4. Registros correspondientes a los problemas de cálculo de la media por ejercicio y participantes

Participantes 2,3,12 y 13	Participante 8	Participante 10
J1,TD, RV	J1,TD,RV	J1,TD,RV
J1,SM,RV	J1,CE,VH	J1,SM,RV
J1,SE, RV	J1,CE,NV,MM3,NR	J1,SE,RV
J1,CE,VH,MM1,NR	J1,SM,RV	J1,CE,VH
J2,TD,RV	J1,SE,RV	J1,CE,NV,MM3,NR
J2,SM,RV	J2,TD,RV	J2,TD,RV

J2,SE,RV	J2,CE,VH	J2,SM,RV
J2,CE,VH,MM1,NR	J2,CE,NV,MM3,NR	J2,SE,RV
	J2,SM,RV	J2,CE,VH
	J2,SE,RV	J2,CE,NV,D2,BQ
		J2,CE,NV,D3,BQ
		J2,CE,NV,D4,BQ,MM2,RV

4. DISCUSIÓN

Se ha diseñado una propuesta de intervención para trabajar la estadística en 4º curso de Educación Primaria mediante el uso del material conocido como pop-it. Las medidas de tendencia central, media, mediana y moda, se empiezan a trabajar en el 5º curso de Educación Primaria, tal y como establece la legislación española. No obstante, esta propuesta, a la luz de los resultados obtenidos y teniendo en cuenta la importancia que la organización de la información tiene en muchos contextos de la vida cotidiana, pone de manifiesto que tales contenidos pueden empezar a trabajarse antes, y qué mejor momento que justo al final del curso anterior, como una ampliación, durante ese periodo en que los estudiantes han terminado de trabajar los contenidos correspondientes a su curso.

Para la evaluación de la propuesta de intervención se ha recurrido a la metodología observacional (Anguera, 1979), al cumplirse en este trabajo su perfil básico (Anguera, 2003): espontaneidad del comportamiento, que tenga lugar en contextos naturales, su continuidad temporal –que posibilita el seguimiento intrasesional realizado–, y la perceptividad del comportamiento –a partir de las filmaciones efectuadas–. Además, se ha debido recurrir a un instrumento observacional diseñado ad hoc al no existir ningún instrumento estándar que permita evaluar la propuesta de intervención.

La fiabilidad del sistema de observación diseñado se ha garantizado en forma de concordancia inter-observadores a partir del cálculo del porcentaje de acuerdo y del coeficiente Kappa de Cohen –coeficiente estadístico que mide la concordancia entre registros corrigiendo el factor azar–, mediante el software GSEQ (Bakeman y Quera, 1995, 2011).

La operatividad del sistema de observación desarrollado se refleja en los registros correspondientes a los paquetes de datos de cada participante; y a las estructuras regulares de conducta detectadas, mediante el software THEME.

La información obtenida a partir de los registros revela que los estudiantes han calculado la moda y la mediana adecuadamente. El material pop-it ha resultado de gran interés en la fase icónica para lograr la adquisición del conocimiento conceptual y permitir a los estudiantes llegar a la abstracción del contenido

concretándolo en una situación de partida accesible para ellos, tal y como establece la Teoría de las Situaciones Didácticas de Brousseau (1986). Las premisas dadas por el docente y la situación de manipulación del material –entendida como un juego– han permitido al estudiante adquirir un conocimiento nuevo de forma significativa y no mecánica, como suele suceder actualmente en las aulas, entre otros motivos, por trabajarse generalmente al final del curso escolar.

Sin embargo, los registros de las sesiones de observación –correspondientes a la prueba devaluación de la propuesta de intervención– reflejan que casi la mitad de los participantes han tenido dificultades en el cálculo de la media, en muchos casos al confundirla con la mediana por la similitud en el nombre (error MM1: no usa el pop-it para realizar la media, sino que atribuye el valor de la mediana a la media). Aunque los tres conceptos, media, mediana y moda se engloban dentro de las medidas de tendencia central de los datos, la media, al requerir de operaciones aritméticas para su cálculo, puede considerarse tras esta experiencia, que entraña mayores dificultades de aprendizaje que las otras dos medidas, que se obtienen directamente a partir de la información generada por el material tras realizarse la fase de trasladar los valores de las tiradas del dado (TD). Este hecho se contrapone a lo que suele suceder cuando la estadística se enseña de forma tradicional, ya que los estudiantes suelen calcular bien la media, al hacerlo de forma mecánica con el algoritmo, y tienen más dificultad con la mediana (Becerril et al., 2019). Esto es debido al trasfondo que sobreviene el concepto, ya que el estudiante necesita comprender que los datos deben primero ordenarse, para calcular la posición o posiciones intermedias, y después asignar el valor asociado a dicha posición en los datos ya ordenados. Este trabajo, en sintonía con Garrett y García (2008), pone de manifiesto que, efectivamente, hay un vacío en el aprendizaje significativo de los conceptos media, mediana y moda, y es por ello que consideramos que este material, puede suponer una gran ayuda en el trabajo de dichos conceptos, haciendo, además, que el estudiantado se involucre más por el hecho de considerar que está jugando, ya que el material lo asocian con juego.

Por último, se han podido cumplir los objetivos marcados para este trabajo tanto a nivel disciplinar, ya que se ha puesto en práctica la propuesta de intervención para trabajar la estadística en 4º curso de Educación Primaria mediante el uso pop-it, como a nivel metodológico, ya que se ha podido analizar e interpretar la conducta desplegada en el desempeño de la propuesta de intervención por parte del alumnado. Por otro lado, y dado que el estudio es preexperimental, se ha contado con una muestra reducida que es la gran limitación que presenta el estudio, pero ha servido como un punto de partida para continuar con esta línea y, sobre todo, para presentar las grandes oportunidades que puede brindar este material para el aula de primaria, especialmente para matemáticas. Así, como futuras líneas de investigación de este artículo surgen: llevar a cabo la propuesta con un grupo más grande y mayor

tiempo, así como adaptarlo para otros contenidos, ya que las opciones que abre son numerosas en muchas áreas de las matemáticas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo del proyecto Integración entre datos observacionales y datos provenientes de sensores externos: Evolución del software LINCE PLUS y desarrollo de la aplicación móvil para la optimización del deporte y la actividad física beneficiosa para la salud [EXP_74847] (2023). Ministerio de Cultura y Deporte, Consejo Superior de Deporte y Unión Europea. Este estudio ha sido parcialmente financiado por las ayudas REGI22/62 de la Comunidad Autónoma de La Rioja concedida al grupo de investigación “Álgebra y Didáctica de la Matemática” de la Universidad de La Rioja.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, M. (2017). La enseñanza de la Estadística en Educación Primaria. *Publicaciones Didácticas*, 79, 262-312. <https://pdfs.semanticscholar.org/e017/fa2ba8897c9b50a757d210c27e550514145d.pdf>
- Alsina, A. (2016). La estadística y la probabilidad en educación primaria ¿Dónde estamos y hacia dónde debemos ir? *Aula de innovación educativa*, (251), 12-17.
- Alsina, A. y Escalada, C. (2008). *Aula de Infantil*, 44, 26-30.
- Amatria, M., Lapresa, D., Arana, J., Anguera, M.T. y Jonsson, G.K. (2017). Detection and Selection of Behavioral Patterns Using Theme: A Concrete Example in Grassroots Soccer. *Sports*, 5(1), 20; <https://doi.org/10.3390/sports5010020>
- Anguera, M. T. (1979). Observational Typology. *Quality & Quantity. European-American Journal of Methodology*, 13(6), 449-484.
- Anguera, M. T. (2003). Observational Methods (General). En R. Fernández-Ballesteros (Ed.), *Encyclopedia of Psychological Assessment, Vol. 2* (pp. 632-637). Sage.
- Anguera, M. T. e Izquierdo, C. (2006). Methodological approaches in human communication: From complexity of perceived situation to data analysis. En G. Riva, M. T. Anguera, B. K. Wiederhold y F. Mantovani (Coords.), *From Communication to Presence. Cognition, Emotions and Culture towards the Ultimate Communicative Experience* (pp. 203-222). IOS Press.
- Anguera, M. T., Blanco-Villaseñor, A., Hernández-Mendo, A. y Losada, J. (2011). Diseños observacionales: ajuste y aplicación en psicología del deporte. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 11(2), 63-76.

- Anguera, M. T., Blanco-Villaseñor, A., Jonsson, G. K., Losada, J. L. y Portell, M. (Eds.) (2019). *Systematic Observation: Engaging Researchers in the Study of Daily Life as It Is Lived*. Frontiers Media. <http://doi.org/10.3389/978-2-88945-962-9>
- Anguera, M. T., Blanco-Villaseñor, A., Losada, J. L., Sánchez-Algarra, P. y Onwuegbuzie, A. J. (2018). Revisiting the Difference Between Mixed Methods and Multimethods: Is It All in the Name? *Quality & Quantity*, 52, 2757-2770. <https://doi.org/10.1007/s11135-018-0700-2>
- Anguera, M. T., Magnusson, M. S. y Jonsson, G. K. (2007). Instrumentos no estándar. *Avances en Medición*, 5(1), 63-82.
- Anguera, M. T., Portell, P., Hernández-Mendo, A., Sánchez-Algarra, P. y Jonsson, G. K. (in press). Diachronic analysis of qualitative data. En A. J. Onwuegbuzie y B. Johnson (Eds.), *Reviewer's Guide for Mixed Methods Research Analysis*. Routledge.
- Arana, J., Lapresa, D., Anguera, M.T. y Garzón, B. (2016). *Ad hoc* procedure for optimising agreement between observational records. *Anales de Psicología*, 32(2), 589-595. <http://doi.org/10.6018/analesps.32.2.213551>
- Arnau, J. (2001). *Diseños experimentales*. Edicions Universitat de Barcelona.
- Arteaga, P., Díaz-Levicoy, D. y Batanero, C. (2018). Investigaciones sobre gráficos estadísticos en Educación Primaria: revisión de la literatura. *Revista digital Matemática, Educación e Internet*, 18(1), 1-12.
- Bakeman, R. (1978). Untangling streams of behavior: sequential analysis of observation data. En G. P. Sackett (Ed.), *Observing Behaviour, Vol. II: Data Collection and Analysis Methods* (pp. 63-78). University Park Press.
- Bakeman, R. y Quera, V. (1995). *Analyzing interaction: Sequential analysis with SDIS and GSEQ*. Cambridge University Press.
- Bakeman, R. y Quera, V. (2011). *Sequential Analysis and Observational Methods for the Behavioral Sciences*. Cambridge University Press.
- Batanero, C. y Godino, J. D. (2002). *Estocástica y su didáctica para maestros*. Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada.
- Batanero, C. (2000). ¿Hacia dónde va la educación estadística? Departamento de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada.
- Batanero, C. (2001). *Didáctica de la Estadística*. Grupo de Investigación en Educación. Estadística. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada.
- Becerril, J. D., Martínez, G. y Romero, M. (2019). Dificultades en la construcción de las nociones de media, mediana y moda en alumnos de segundo grado de

- Secundaria. *Memoria del Congreso Nacional de Investigación sobre Educación Normal*, 3, 2283-2293. https://www.conisen.mx/documents/memorias/Memoria_CONISEN_2019.pdf
- Brousseau, G. (1986). Fundamentos y métodos de la Didáctica de la Matemática. *Recherches en didactique des mathematiques*, 7(2), 33-115.
- Bruner, J. (1996). Frames for thinking: Ways of making meaning. En D. R. Olson y N. Torrance (Eds.), *Modes of thought: Explorations in culture and cognition* (pp. 93-105). Cambridge University Press.
- Bruner, J. (2001). *El Proceso Mental en el Aprendizaje*. Narcea.
- Cazorla, I. (2002). *A relação entre a habilidade viso-pictórica e o domínio de conceitos estatísticos na leitura de gráficos*. [Tesis doctoral, Universidad de Campinas, Campinas]. http://www.pucrs.br/ciencias/viali/tic_literatura/teses/Cazorla.pdf
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 37-46.
- Del Pino, G. y Estrella, S. (2012). Educación estadística: relaciones con la matemática. Pensamiento educativo. *Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 49(1), 53-64.
- Estrella, S. (2017). Enseñar estadística para alfabetizar estadísticamente y desarrollar el razonamiento estadístico. En A. Salcedo (Ed.), *Alternativas Pedagógicas para la Educación Matemática del Siglo XXI* (pp. 173-194). Universidad Central de Venezuela.
- Estrella, S., Olfos, R. y Mena-Lorca, A. (2015). El Conocimiento Pedagógico del Contenido de Estadística en Profesores de Primaria. *Revista Educacao e Pesquisa*, 41 (2), 477-493.
- Flórez, R. y Vivas, M. (2007). La formación como principio y fin de la acción pedagógica. *Revista educación y pedagogía*, 19(47), 165-173.
- Franklin, C., Kader, G., Newborn, D., Moreno, J., Peck, R., Perry, M. y Scheaffer, R. (2007). *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) Report*. American Statistical Association.
- Friel, S., Curcio, F. y Bright, G. (2001). Making Sense of Graphs: Critical Factors Influencing Comprehension and Instructional Implications. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32(2), 124-158.
- Gabín, B., Camerino, O., Anguera, M. T. y Castañer, M. (2012). Lince: Multiplatform sport analysis software. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 46, 4692-4694. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.320>

- Garfield, J. y Ben-Zvi, D. (2008). Helping students develop statistical reasoning: Implementing a statistical reasoning learning environment. *Teaching Statistics*, 31(3), 72-77.
- Garrett, A. J. y García, J. A. (2008). Caracterización de la comprensión de algunos aspectos de la media aritmética: Un estudio con alumnos de secundaria y universitarios. *Enseñanza de la Matemática*, 17(1), 31-57.
- Godino, J. D., Contreras, A. y Font, V. (2006). Análisis de procesos de instrucción basado en el enfoque ontológico-semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactiques des Mathematiques*, 26(1), 39-88.
- Guimarães, G. L. (2002). *Interpretando e construindo gráficos de barras* [Tesis doctoral, Dissertation, Universidad Federal de Pernambuco]. <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/8222>
- Herreros, D. y Sanz, M. T. (2020). Estadística en educación primaria a través del aprendizaje basado en juegos. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 3(1), 33-47.
- Landis, J. R. y Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, 159-174. <http://doi.org/10.2307/2529310>
- Lapresa, D., Anguera, M. T., Alsasua, R., Arana, J. y Garzón, B. (2013a). Comparative analysis of T-patterns using real time data and simulated data by assignment of conventional durations: the construction of efficacy in children's basketball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13(2), 321-339. <https://doi.org/10.1080/24748668.2013.11868651>
- Lapresa, D., Arana, J., Anguera, M.T. y Garzón, B. (2013b). Comparative analysis of the sequentiality using SDIS-GSEQ and THEME: a concrete example in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 31(15), 1687-1695. <http://doi.org/10.1080/02640414.2013.796061>
- López, P. y Calabuig, T. (julio, 2015). La estadística y la probabilidad en la formación inicial del profesorado. Una propuesta educativa que las acerca a un mundo más sostenible. *Jornadas sobre el Aprendizaje y la Enseñanza de las Matemáticas*, Cartagena, España. <https://17jaem.semm.com/aportaciones/n1.pdf>
- Magnusson, M. S. (1996). Hidden real-time patterns in intra- and inter-individual behavior. *European Journal of Psychological Assessment*, 12(2), 112-123. <https://doi.org/10.1027/1015-5759.12.2.112>
- Magnusson, M.S. (2000). Discovering hidden time patterns in behavior. *T-patterns and their detection. Behavior Research Methods, Instruments y Computers*, 32(1), 93-110. <https://doi.org/10.3758/BF03200792>
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school Mathematics*: NCTM. https://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/PSSM_ExecutiveSummary.pdf

- Pagan, A., Leite, A. P., Magina, S. y Cazorla, I. (2008). A leitura e interpretação de gráficos e tabelas no Ensino Fundamental e Médio. En V. Gitirana, F. Bellemain y V. Andrade (Eds.), *Anais do 2º Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática* (pp. 1-10). Universidad Federal de Pernambuco.
- Pattern Vision Ltd y Noldus Information Technology bv (2004). *Theme, powerful tool for detection and analysis of hidden patterns in behaviour*. Reference manual, version 5.0. Noldus Information Technology bv.
- Riba, C. (1993). Sesgos de la observación: la reactividad. En M. T. Anguera, *Metodología Observacional en la investigación psicológica* (pp. 77-148). Promociones y Publicaciones Universitarias.
- Rodríguez, M. E. (2010). La matemática: ciencia clave en el desarrollo integral de los estudiantes de educación inicial. *Zona Próxima*, (13), 130-141.
- Serradó, A., Azcárate, P. y Cardeñoso, J. M. (2006). Analyzing teacher resistance to teaching probability in compulsory education. En A. Rossman y B. Chance (Eds.), *Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*. Salvador de Bahía, Brasil.
- Torra, M. (2016). Más material manipulable para enseñar matemáticas en educación infantil. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 5(1), 59-64.
- Turizo, L. G., Carreño, C. A. y Crissien, T. J. (2019). El Método Singapur: reflexión sobre el proceso enseñanza – aprendizaje de las matemáticas. *Pensamiento Americano*, 12(23), 183-199. <https://doi.org/10.21803/pensam.v12i22.255>
- Vera, O. D., Díaz, C. y Batenero, C. (2011). Dificultades en la formulación de hipótesis estadísticas por estudiantes de Psicología. *UNIÓN. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 27, 41-61.