

Argumentos del Estudiantado con Trastorno del Espectro Autista al Comparar Probabilidades Simples: un Estudio de Casos

Arguments of Students With Autism Spectrum Disorder When Comparing Simple Probabilities: a Case Study

Melody **García-Moya***

 ORCID iD 0000-0002-9634-5147

Ignacio **González-Ruiz****

 ORCID iD 0000-0003-2374-8073

Irene **Polo-Blanco*****

 ORCID iD 0000-0001-6425-6337

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar el razonamiento probabilístico de cinco estudiantes de secundaria con diagnóstico de Trastorno del Espectro Autista (TEA), tras analizar los argumentos que emplean al comparar probabilidades simples. Se consideran, en el análisis, argumentos subjetivistas u objetivistas, así como distintos tipos de estrategias empleadas para la construcción de los segundos. Los estudiantes resolvieron seis ítems en línea con lo anterior, todos ellos diseñados con una estructura similar y en un contexto de bolas en cajas: entre las dos cajas posibles, debían elegir aquella en que la probabilidad del suceso *sacar una bola negra* era mayor. Los resultados obtenidos advierten que los argumentos objetivistas determinan las elecciones de los cinco estudiantes y que, mayoritariamente, conducen a elecciones correctas. Además, en relación con los argumentos objetivistas se han reconocido distintas estrategias, siendo predominante la denominada comparación aditiva de casos favorables y desfavorables. Se han observado, también, ciertas dificultades por parte de algunos estudiantes en el reconocimiento de situaciones de equiprobabilidad. Se discuten posibles relaciones del desempeño observado con algunos rasgos cognitivos característicos de personas con TEA.

Palabras clave: Trastorno del Espectro Autista. Educación secundaria. Probabilidad. Argumentos. Estrategias.

Abstract

The objective of this paper is to characterize the probabilistic reasoning of five high school students with an Autism Spectrum Disorder (ASD) diagnosis, after analyzing the arguments they use when comparing simple probabilities, which are distinguished between subjectivist or objectivist, as well as different types of strategies used for the construction of the latter. Students solved six items in line with the above, all of them designed with a similar

* Doctora en Humanidades, Artes y Educación por la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM). Personal Docente e Investigador de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), Cuenca, Castilla-La Mancha, España. E-mail: melody.garcia@uclm.es.

** Licenciado en Matemáticas por la Universidad de Cantabria (UC), Máster en Didáctica de la Matemática por la Universidad de Granada (UGR) y doctorando en Ciencia y Tecnología por la Universidad de Cantabria (UC). Personal Docente e Investigador en la Universidad de Cantabria (UC), Santander, Cantabria, España. E-mail: gruizi@unican.es.

*** Doctora en Matemáticas por la University of Groningen (RUG). Profesora Contratada Doctora en la Universidad de Cantabria (UC), Santander, Cantabria, España. E-mail: irene.polo@unican.es

structure, and in a context of balls into boxes: between the two possible boxes, they had to choose the one in which the probability of the event *getting a black ball* is greater. The results obtained warn us that the objectivist arguments determine the choices of the five students and that, for the most part, they are correct. In addition, different strategies have been recognized, related to objectivist arguments, the so-called additive comparison of favorable and unfavorable cases being predominant. Certain difficulties have also been observed by one student when recognizing equiprobability situations. We discuss possible relationships of the observed performance with some characteristic cognitive traits of people with ASD.

Keywords: Autism Spectrum Disorder. High school. Probability. Arguments. Strategies.

1 Referentes teóricos y representación del problema

La probabilidad ocupa un lugar importante dentro del pensamiento matemático y científico dado su amplio rango de aplicaciones (BATANERO, 2006; BOROVCNIK, 2011). Por ello, cabe destacar dos razones por las que es relevante que los estudiantes aprendan probabilidad, durante sus años de escolaridad: la primera de ellas es una razón cultural y formativa, al ser la probabilidad parte del conocimiento matemático y estadístico y, por ende, cimiento de otras disciplinas científicas; mientras que la segunda es por ser meramente práctica, ya que la probabilidad ayuda a los estudiantes a acceder, utilizar, interpretar y comunicar información e ideas relacionadas con situaciones de la vida cotidiana (GAL, 2005). Por ello, es necesario tener un conocimiento diverso sobre los distintos significados vinculados con la interpretación de la probabilidad coexistentes en la actualidad y que han sido estudiados, con mayor o menor énfasis, en el contexto de la matemática escolar incluyendo al profesorado: significado intuitivo, clásico, frecuencial, subjetivo y axiomático (p. ej., BATANERO *et al.*, 2016; MORENO; CARDEÑOSO; GONZÁLEZ-GARCÍA, 2014).

Una de las investigaciones clásicas en didáctica de la probabilidad consiste en indagar las capacidades de los escolares para argumentar sus respuestas sobre elecciones en contextos de bolas en cajas en las que va variando el número de casos favorables, desfavorables y posibles en torno a un hecho (ORTIZ *et al.*, 2006; PIAGET; INHELDER, 1951). Así, por ejemplo, en Falk, Falk y Levin (1980) participan estudiantes de entre cuatro y once años en el que observan una tendencia errónea al elegir aquella caja en la que hay mayor número de casos favorables.

En Green (1982) se realiza una evaluación del razonamiento probabilístico de estudiante de entre once y dieciséis años, resultando que: (1) eligen la caja con mayor número de casos posibles; (2) eligen la caja con el mayor número de casos favorables; (3) eligen la caja que proporciona la mayor diferencia entre casos favorables y desfavorables; (4) eligen la caja en que hay mayor proporción entre casos favorables y desfavorables. En Truran (1994) se lleva a cabo una investigación con 32 estudiantes de entre ocho y quince años. Los resultados advierten

de que: (1) proporcionan respuestas en relación con su elección, carentes de justificación y (2) optan por el número menor del total de bolas.

En Cañizares (1997) se desarrolla un estudio con 320 estudiantes de diez a catorce años que manifiestan dos tipos de estrategias: (1) comparan solo casos favorables, desfavorables o posibles y (2) comparan de forma aditiva o multiplicativa los casos favorables y posibles. Se advierte que una de las variables más influyentes en las respuestas dadas por estos estudiantes es la composición de las cajas, y que manifiestan dificultades en relación con la equiprobabilidad. Asimismo, son manifiestas las dificultades identificadas en relación con la equiprobabilidad.

Unos resultados muy similares a los aquí mencionados se plasman en Hernández-Solís *et al.* (2021): una investigación llevada a cabo con 55 estudiantes de entre once y doce años. Una posible causa de estas dificultades radicaría en el hecho de que los estudiantes no hayan sido confrontados a una enseñanza de la probabilidad que valore e integre, creativamente, las intuiciones probabilísticas. Esta falta de atención contradice el papel potencialmente influyente del significado intuitivo de la probabilidad (ALVARADO; RETAMAL; PEAKE, 2021).

Todas estas investigaciones se centran en la población estudiantil en general, pero ¿qué sucede con el alumnado con necesidades educativas? Por ejemplo, pongamos el foco en el Trastorno del Espectro Autista (TEA). Las personas con TEA suelen presentar dificultades en el aprendizaje de determinados conceptos matemáticos (BULLEN *et al.*, 2020; CHEN *et al.*, 2019; POLO-BLANCO *et al.*, en prensa). Estas personas manifiestan dificultades a la hora de afrontar situaciones que requieren de la comunicación recíproca y suelen mostrar intereses limitados (APA, 2013). Además, suelen tener un pensamiento predominantemente visual (GRANDIN, 1995) y presentan con frecuencia alteraciones en las funciones ejecutivas (OZONOFF; SCHETTER, 2007), tales como: habilidades organizativas y atención, así como en el manejo y adquisición de conceptos que requieren de cierto grado de abstracción (HAPPÉ *et al.*, 2006). Cabe destacar que las características mencionadas suelen estar presentes, con mayor o menor incidencia, en personas con diagnóstico TEA (APA, 2013).

Hasta donde sabemos, no hay investigaciones que pongan el foco en la población con TEA en la comparación de probabilidades. Los escasos estudios disponibles ahondan en la comprensión, que manifiestan estos estudiantes, en relación con distintos objetos matemáticos ligados a la noción de probabilidades. Ejemplo de ello, es el trabajo de López-Mojica y Ojeda Salazar (2012), que advierte de las dificultades que el estudiantado de secundaria con diagnóstico TEA manifiesta a la hora de tratar las nociones de frecuencia absoluta y espacio muestral. Asimismo, en López-Mojica (2013) se desarrolla una experiencia similar a la

mencionada, en cuyo diseño sí se tiene en cuenta las características de este trastorno (p.ej., la influencia del pensamiento visual), proporcionándose esquemas visuales y apoyos auditivos para facilitar a estos estudiantes el trabajo con espacios muestrales. Recientemente, en el trabajo de Sabariego *et al.* (2021) se ha presentado un cuestionario orientado a indagar las intuiciones probabilísticas del estudiantado con TEA, debido a que no se ha encontrado otro instrumento diseñado para tal propósito en la literatura.

Con el presente estudio, se pretende contribuir a suplir ese hueco en la literatura al poner el foco en los argumentos que determinan la elección de situaciones con bolas en cajas de estudiantes con TEA. Entendiéndose como argumento cualquier enunciado empleado para validar o explicar una respuesta (BELTRÁN-PELLICER; GODINO; GIACOMONE, 2018) que resulta esencial cuando se pretende explicar la ocurrencia de fenómenos aleatorios (VÁSQUEZ; ALSINA, 2019) al poner de manifiesto el razonamiento probabilístico del estudiante (BOROVČNIK, 2011).

De hecho, en relación con la comparación de probabilidades, se distinguen dos tipos de argumentos: (1) los *subjetivistas*, que son los contruidos a partir de creencias relativas a la ocurrencia de un suceso aleatorio y obedecen a una base más intuitiva que racional al apoyarse en información cualitativa; (2) los *objetivistas*, que son los contruidos a partir de información relativa, en este caso, a las cantidades de bolas que componen las cajas y se sustenta en información cuantitativa, poniendo de manifiesto un cierto dominio de la probabilidad en un sentido clásico o laplaciano (VERGARA; ESTRELLA; VIDAL-SZABÓ, 2020). Además, existen diversas investigaciones que han caracterizado las estrategias empleadas por estudiantes sin diagnóstico TEA en pro de la construcción de argumentos, denominados, en este caso, como objetivistas (p.ej., CAÑIZARES; BATANERO, 1997; HERNÁNDEZ-SOLÍS *et al.*, 2021, ORTIZ *et al.*, 2006).

Teniendo en cuenta los antecedentes, se intenta dar respuesta a estos interrogantes: *¿qué tipo de argumentos, subjetivistas u objetivistas, manifiestan estudiantes de secundaria con diagnóstico TEA cuando se disponen a comparar probabilidades en un contexto de bolas en cajas? ¿qué estrategias utilizan cuando construyen argumentos objetivistas?*

2 Metodología

Se lleva a cabo un estudio de naturaleza exploratoria a partir del paradigma metodológico de estudio de caso, facilitándose la participación activa de los estudiantes involucrados (YIN, 2017). Esto ha permitido realizar un análisis cualitativo de los argumentos

y las estrategias presentes en la justificación de las respuestas dadas por los estudiantes a seis contextos de incertidumbre donde se utilizan bolas en cajas.

2.1 Participantes

Los participantes debían cumplir estos criterios de inclusión: (1) tener diagnóstico TEA según el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales 5ª edición (APA, 2013); (2) tener entre doce y quince años; (3) no tener adaptación curricular significativa en la asignatura de matemáticas;

Fueron cinco los estudiantes que participaron y, todos ellos, han sido diagnosticados con TEA por un psiquiatra infantil de una entidad pública. Además, de acuerdo con sus puntuaciones en la Escala de Autismo Infantil CARS (SCHOPLER; REICHLER; RENNER, 1988), todos los participantes tienen un rango moderado de autismo. Ellos asisten a un instituto de Educación Secundaria Obligatoria, situado al noroeste de Castilla-La Mancha, donde forman parte del Aula Abierta Especificada para el alumnado TEA. Allí, todos ellos reciben una atención personalizada por parte de una especialista en pedagogía terapéutica.

A continuación, se ofrece información detallada sobre cada uno de los estudiantes en el momento de la realización del estudio.

Estudiante A es un chico de doce años y once meses. Él obtuvo un diagnóstico de comorbilidad de trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) y TEA a los siete años. Su CI es de 102 (WECHSLER, 2015). Académicamente, el estudiante recibe apoyo en el área de Matemáticas y en relación con el desarrollo de sus habilidades sociales y funciones ejecutivas, ya que presenta falta de organización en su comunicación.

Estudiante B es una chica de catorce años y cero meses. Ella fue diagnosticada a los tres años de TEA. Su CI es de 135 (WECHSLER, 2015), lo cual le lleva a tener un diagnóstico de de altas capacidades y TEA. Actualmente, tiene un plan de trabajo individualizado para reforzar sus habilidades sociales.

Estudiante C es un chico de quince años y once meses. Su CI es de 110 (WECHSLER, 2015). Repitió 2º curso de educación primaria y, actualmente, tiene un plan de trabajo individualizado sobre habilidades sociales.

Estudiante D es un chico de quince años y cuatro meses. Él tiene un diagnóstico de comorbilidad de TDAH y TEA. Su CI es de 119 (WECHSLER, 2015). Actualmente, según sus profesores, presenta dificultades para planificar y organizar su trabajo.

Estudiante E es un chico de quince años y nueve meses. Él fue diagnosticado a los cuatro años con TEA. Su CI es de 125 (WECHSLER, 2015). Académicamente, presenta escasa capacidad para poner en juego las funciones ejecutivas orientadas al estudio y aprendizaje y emplea un lenguaje preciso y sintético.

2.2 Procedimiento

La toma de datos se realizó en el mismo centro educativo en el que cursan sus estudios los cinco estudiantes que participan. Cada uno de ellos se personó, de forma individual, en la denominada Aula Abierta Específica. En definitiva, se realizó en un contexto familiar para ellos. El aula estaba equipada con una amplia mesa, varias sillas y contaba con iluminación natural. Además, fue adaptada para ser libre de distracciones e interrupciones.

La sesión a la que asistieron los estudiantes, de forma individual, tuvo una duración de 45 minutos, en la que resolvieron un cuestionario oral semiestructurado, adaptado a las características de las personas con TEA (SABARIEGO *et al.*, 2021).

Antes de comenzar con el estudio, la primera autora, dada su función de entrevistadora, se puso en contacto con la institución educativa en que se llevaría a cabo la investigación y mantuvo una reunión con el equipo directivo y el especialista en pedagogía terapéutica, donde les explicó el propósito del estudio y las características que tendrían que poseer los participantes. Después, realizó una entrevista individual con cada una de las familias de los participantes. En ella, informó a las familias y a los propios estudiantes. Todos ellos accedieron a firmar el permiso de grabación y participación. Las familias pusieron en conocimiento de la entrevistadora las características de los participantes, incluyendo datos procedentes de informes diagnósticos.

2.3 Instrumentos recogida de información

Para la recogida de información, se utilizó el cuestionario y el protocolo de aplicación de Sabariego *et al.* (2021). En él se encuentran seis tareas, correspondientes a los ítems del 10 al 15, sobre probabilidades simples, donde, en un mismo suceso, hay dos experimentos con dos sucesos; las características de cada uno de ellos pueden verse en el Cuadro 1.

Dichos ítems son adaptaciones de las pruebas: 6c, 6a, 6b de Green (1982) (ítems 1, 2 y 3 respectivamente), 6 del cuestionario B de Fischbein y Gazit (1984) (ítem 4), 6d de Green (1982) (ítem 5). El último ítem (ítem 6) fue incluido por sugerencia de uno de los expertos en

educación matemática y alumnado con necesidades educativas específicas de apoyo educativo, que validó el cuestionario de Sabariego *et al.* (2021).

En relación con el suceso *sacar una bola negra*, los estudiantes respondieron a estas dos preguntas formuladas en todos los ítems: *¿qué caja eliges, la 1 o la 2? ¿por qué?*

Durante la realización del primer ítem, se usaron estos materiales: (1) dos cajas iguales de cartón con tapa, donde una de ellas lleva una pegatina donde pone caja 1, y la otra, una pegatina donde pone caja 2; (2) diez bolas negras y diez bolas blancas de plástico blando y todas del mismo tamaño; (3) una tarjeta plastificada donde aparece la cantidad de bolas que contiene cada caja, tanto en formato escrito como visual (círculos blancos y círculos negros). Sin embargo, siendo fieles al cuestionario y protocolo de aplicación, para los ítems del 2 al 6 solo se usó la tarjeta plastificada correspondiente a cada ítem (Anexo de SABARIEGO *et al.*, 2021).

Ítems	Equiprobabilidad	Características	Caja 1	Caja 2
1	No	Igualdad de CD y desigualdad de CP	1 B, 1 N	1 B, 2 N
2	No	Igualdad de CF y desigualdad de CP	2 B, 2 N	3 B, 2 N
3	Sí	-	2 B, 2 N	1 B, 1 N
4	Sí	-	2 B, 4 N	4 B, 8 N
5	No	CF es múltiplo de CD	1 B, 3 N	2 B, 4 N
6	No	CF no es múltiplo de CD	2 B, 7 N	3 B, 8 N

Nota: CF = casos favorables; CD = casos desfavorables; CP = casos posibles; B = bolas blancas; N = bolas negras.

Cuadro 1- Contenido de las cajas que componen cada ítem

Fuente: autores (2022), con la información obtenida de Sabariego *et al.* (2021)

2.4 Categorías de análisis

La primera categoría de análisis tenida en cuenta fue la *elección*. Esta pudo ser correcta – si el estudiante elige la caja o cajas adecuadas; parcialmente correcta – si el estudiante reconoce que la elección de cualquiera de las cajas es adecuada, pero solo elige una; o incorrecta – el estudiante elige la caja donde es menos probable sacar una bola negra.

En la segunda categoría se presta atención al *tipo de argumento* que ha determinado la elección de las cajas propuestas en cada uno de los ítems. Este pudo ser: (1) subjetivista u (2) objetivista (VERGARA; ESTRELLA; VIDAL-SZABÓ, 2020). Considerando un argumento subjetivista cuando el estudiante basa su justificación en creencias u opiniones propias (p.ej., elijo esta caja porque yo creo que voy a tener suerte y voy a sacar una bola negra), mientras que un argumento objetivista hace alusión a que el estudiante basa su justificación en la cantidad de bolas que hay en las cajas. Además, pueden llegar a establecer relaciones entre cantidades de bolas asociadas a distintos conjuntos (p.ej., se relaciona el número de bolas negras que contiene

la caja 1 con su número total de bolas, sean blancas o negras).

En la tercera categoría se tienen en consideración los *tipos de estrategia* que los estudiantes emplean en pro de la construcción de estos argumentos (HERNÁNDEZ-SOLÍS *et al.*, 2021): (1) *comparación de casos posibles*. Carece de una base lógica y está originada por la imposibilidad de comparar el conjunto total con un subconjunto. Ocasionalmente, esta estrategia puede dar lugar a la elección correcta de cajas, ya que el estudiante compara el número de bolas totales que hay en la caja 1 con el número de bolas totales que hay en la caja 2, sin detenerse en diferenciar el color de estas; (2) *comparación de casos favorables*. Se opta por aquella que cuenta con un número mayor. Esta estrategia genera respuestas correctas siempre que el número de casos desfavorables coincide en las dos cajas, debido a que el estudiante elige la caja que más bolas negras tiene; (3) *comparación de casos desfavorables*. Se elige la caja que posee un menor número de casos desfavorables. Quien emplea esta estrategia reconoce que el aumento del número de casos desfavorables disminuye la probabilidad de ganar. Además, conlleva respuestas correctas cuando el número de casos favorables es igual en las dos cajas, en esta ocasión el estudiante elige la caja que menos bolas blancas tiene; (4) *comparación aditiva de casos favorables y desfavorables*. Consiste en comparar la diferencia entre el número de casos favorables y el número de casos desfavorables en las dos cajas, es decir, el estudiante tiene en cuenta el número de bolas blancas y negras que hay en la caja 1 y en la caja 2.

3 Fiabilidad

Todas las sesiones fueron grabadas y transcritas para su posterior análisis. La primera autora codificó para cada ítem: la caja escogida por el estudiante, el argumento y la estrategia empleadas. El interobservador fue un profesor generalista en ejercicio, con una experiencia acreditada en educación especial de tres años. No conocía las hipótesis del estudio y revisó el 30% de las grabaciones. El acuerdo interobservador fue calculado dividiendo el número de acuerdos por el número de acuerdos más los desacuerdos y multiplicando por 100. La confiabilidad interobservador fue del 100% en la elección de cajas, 100% en el reconocimiento de los tipos argumentos y 100% en la estrategia empleada.

La confiabilidad del procedimiento midió el desempeño de la investigadora con respecto a las conductas planificadas, que fueron: la entrevistadora (1) plantea de forma correcta los ítems a los estudiantes; (2) proporciona a los estudiantes el material manipulativo necesario para realizar cada ítem; (3) permite que los estudiantes resuelvan de forma autónoma el ítem

planteado; (4) felicita a los estudiantes por el trabajo que han realizado al finalizar cada ítem. El acuerdo de procedimiento se calculó dividiendo el número de conductas observadas de la investigadora por el número de conductas planificadas y multiplicando por 100 del 33% de las sesiones. La confiabilidad del procedimiento fue del 100%.

4 Resultados

Los resultados globales advierten que de forma mayoritaria los ítems han sido resueltos por los estudiantes a partir de argumentos objetivistas, siendo claramente predominantes en el estudiante E y totalmente predominantes en los estudiantes A, B, C y D. Dichos argumentos se han construido llevando a cabo las cuatro estrategias que se han definido en el apartado de categorías de análisis.

Para poder facilitar una visión global al lector sobre si los estudiantes han elegido correctamente o no la caja donde es más probable sacar una bola negra y el tipo de estrategias que han utilizado en cada uno de los ítems, se ha creado el Cuadro 2.

Estudiante	Ítems (elección correcta)					
	1 (caja 2)	2 (caja 1)	3 (cajas 1 y 2)	4 (caja 1 y 2)	5 (caja 1)	6 (caja 1)
A	CFD	CFD	CFD**	CFD**	CFD**	CFD
B	CFD	CFD	CFD**	CP*	CF	CD
C	CFD	CFD	CFD**	CFD*	CFD	CFD
D	CF	CD	CFD*	CP*	CFD	CFD
E	CFD	CD	CP*	CF*		CFD

Nota: CP = casos posibles; CF = casos favorables; CD = casos desfavorables; CFD = comparación aditiva de casos favorables y desfavorables. Sin asterisco= respuesta correcta; * = respuesta parcialmente correcta; ** = respuesta incorrecta.

Cuadro 2- Elección de las cajas y estrategias asociadas a argumentos objetivistas
Fuente: autores (2022)

Se presentan, a continuación, los resultados correspondientes a cada uno de los cinco estudiantes. Se indica el número de elecciones correctas, se clasifican los argumentos que las determinan como subjetivistas u objetivistas y, en relación con los últimos, se identifican las estrategias empleadas. Para que cualquier lector disponga de una mayor facilidad a la hora de comprender los fragmentos de texto empleados para ilustrar estos resultados, hemos añadido entre corchetes: palabras, expresiones o aclaraciones que, o bien han omitido, o bien fueron sustituidas por gestos.

Estudiante A. Realiza elecciones correctas de las cajas en los ítems 1, 2 y 6. Por el contrario, resultan incorrectas las correspondientes a los ítems 3, 4 y 5. En todos los casos, tanto las elecciones correctas como las incorrectas, están determinadas por argumentos objetivistas.

En los seis ítems el estudiante adopta la misma estrategia: CFD. Por ejemplo, en el ítem 2 argumenta que:

[hay] 2 [bolas blancas] de 4 [bolas en total] y 2 [bolas negras] de 4 [bolas en total mientras señala la caja 1], en esta son 3 [bolas blancas] de 5 [bolas en total] y 2 [bolas negras] de 5 [señalando la caja 2] (Respuesta del estudiante A al ítem 2, 2022).

Adicionalmente, en los ítems 4, 5 y 6, además de la estrategia anterior, pone de manifiesto la *correspondencia uno a uno*, consistente en la formación de pares de bolas blanca-negra, caja a caja. A modo de ejemplo, basta con remitirnos al ítem 5, donde explica lo siguiente:

quito una... [refiriéndose a una bola negra y a una bola blanca y señalando la caja 2]. Es lo mismo que si quito una [bola negra] y quito una [bola blanca, señalando la caja 1]. Pero aquí [señalando, de nuevo, la caja 2] además de que [de] estas quedan más [refiriéndose a las bolas negras], cuando las matas, quedan [aún] dos [bolas negras, señalando otra vez la caja 2] (Respuesta del estudiante A al ítem 5, 2022).

Asimismo, en la Figura 1 puede verse al estudiante A realizando la correspondencia uno a uno en la tarjeta donde se especifican las bolas que componen las cajas del ítem 5.

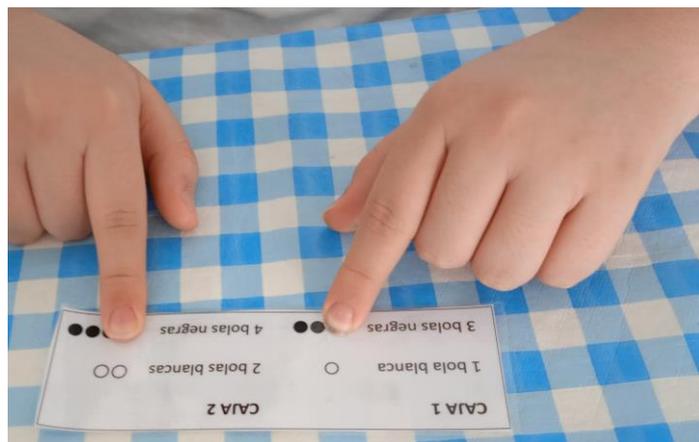


Figura 1- Correspondencia uno a uno del ítem 5 por el estudiante A
Fuente: autores (2022)

En el ítem 3 asigna valores porcentuales, en vez de los propios de las probabilidades, a todos los sucesos elementales tras reconocer el espacio muestral con que identifica a cada caja. Sin embargo, la asignación que realiza resulta incorrecta, ya que considera bolas distintas a aquellas poseedoras del mismo color:

esto sería [señalando la caja 1] [...] 25 [% de la primera bola blanca], 25 [% de la segunda bola blanca], 25 [% de la primera bola negra], 25 [% de la segunda bola negra], pero claro [señalando ahora a la caja 2] aquí es un 50 [% de la bola blanca] y 50 [% de la bola negra], hay más posibilidades en la caja 2 (Respuesta del estudiante A al ítem 3, 2022).

Estudiante B. Resultan acertadas las elecciones de las cajas en los ítems 1, 2, 5 y 6 e incorrecta la relativa al ítem 3. Asimismo, la correspondiente al ítem 4 es parcialmente correcta, ya que rechaza la posibilidad de elegir, al mismo tiempo, las dos cajas a pesar de que explica

que el suceso *sacar una bola negra* es igualmente probable en ambas. En cualquier caso, los argumentos objetivistas determinan las elecciones que realiza en los seis ítems. Así, en los ítems 1, 2 y 3 emplea la estrategia de CFD. Por ejemplo, en el ítem 1 elige la caja 2 y explica que:

hay más bolas negras [que en la caja 1]. Hay tres bolas y el 77% son negras y el 33% son blancas [en la caja 2]. En esta [señalando la caja 1] son el 50% de las bolas [bola negra y bola blanca] (Respuesta del estudiante B al ítem 1, 2022).

Además, en el ítem 3, pese a aplicar la estrategia mencionada, la restringe, únicamente, al espacio muestral que identifica en la caja 2, la caja que elige: *hay el mismo porcentaje de sacar una bola negra o una bola blanca*. Contrariamente, en el ítem 4 adopta la estrategia de CP:

[elijo] la caja 1 porque tiene menos bolas [en total] y [por]que también tiene el mismo porcentaje [refiriéndose, a la probabilidad de sacar una bola negra] que la caja 2; pero bueno como hay menos cantidad [de bolas en total] es más probable que toque la bola negra y prosigue diciendo que elige la caja 1 porque tiene menos bolas (Respuesta del estudiante B al ítem 4, 2022).

En el ítem 5 usa la estrategia CF. Precisamente, elige la caja 1 y explica que *[en la caja 1] hay un 75% de que te salga una bola negra y en la [caja] 2 hay un 50%*. Alternativamente, en el ítem 6 recurre a la estrategia de CD. En este sentido, elige la caja 1 y argumenta que: *teniendo menos cantidad de bolas blancas es más probable que te toque una [bola] negra*. Cabe destacar que en los ítems 1, 2 y 5 el estudiante asigna valores porcentuales a los sucesos *sacar una bola negra* y *sacar una bola blanca*, a modo de probabilidades, tanto para la caja 1 como para la caja 2. Curiosamente, en los ítems 3, 4 y 6, a pesar de referirse implícitamente a la probabilidad de los sucesos, no asigna ningún valor (Respuestas del estudiante, 2022).

Estudiante C. Se decide por la caja correcta en las elecciones que realiza en los ítems 1, 2, 5 y 6. Por el contrario, no sucede lo mismo con el ítem 3, donde opta por una y, solo una, de las dos cajas posibles. La elección es parcialmente correcta en el ítem 4, ya que sí reconoce la situación de equiprobabilidad que se presenta, pese a que, finalmente, elige una única caja. Los argumentos objetivistas son los determinantes en sus elecciones. Cabe destacar que, al comienzo de la solución al ítem 3, manifiesta su creencia acerca de la disposición de las bolas en la pareja de cajas. Finalmente, esto no interfiere en su elección:

en la caja 1 pueden estar dos bolas juntas, las dos blancas o las dos negras. Además, elige la caja 2 porque en: *la caja 1 hay un 50% de posibilidad [el estudiante señala la tarjeta] y en la caja 2 hay menos [bolas] negras y menos [bolas] blancas* (Respuesta del estudiante C al ítem 3, 2022).

En el ejemplo anterior podemos observar que emplea la estrategia CFD. En el resto de los ítems adopta la misma. Así, por ejemplo, en el ítem 2 elige la caja 1 y señala: *en la [caja] 2*

hay tres [bolas blancas] y dos [bolas negras]. Completa lo anterior añadiendo que: en la [caja] 1 porque hay un 50% de sacar una bola negra e indica cuál es el motivo que le lleva a rechazar la caja 2: porque [en ella] hay más bolas blancas. Cabe destacar que, en los ítems 2 y 3, asocia un valor porcentual al suceso sacar una bola negra, en referencia a la probabilidad correspondiente a dicho suceso (Respuestas del estudiante C, 2022).

Estudiante D. La prueba concluye resultando correctas las elecciones de las cajas que realiza en los ítems 1, 2, 5 y 6. En los ítems 3 y 4 las elecciones son parcialmente correctas, ya que, pese a reconocer que el suceso sacar una bola negra es igualmente probable en las cajas 1 y 2, se decide por una de ellas, excluyendo la posibilidad de elegir ambas. Los argumentos objetivistas determinan las elecciones que lleva a cabo en los seis ítems.

Observamos que el estudiante emplea cuatro estrategias bien diferenciadas entre sí. Primeramente, en el ítem, 1, opta por CF y elige la caja 2 y esgrime lo siguiente: *dos posibilidades de cada tres van a ser negras, y en la [caja] 1, una de cada dos es negra.* En el ítem 2 reconocemos la estrategia CD y elige la caja 1 explicando que:

tiene dos posibilidades de cuatro [señalando dos bolas blancas de la caja 1 representadas en la tarjeta] pero en la caja 2 hay más número de [bolas] blancas que de [bolas] negras. Entonces te saldrán más [bolas] blancas (Respuesta del estudiante D al ítem 2, 2022).

También, la estrategia CFD que emplea en los ítems 3, 5 y 6. Por ejemplo, en el ítem 3 señala que:

las dos [cajas] son igual de probables. En la caja 1 la mitad de las veces te saldrá la negra y la mitad de las veces te saldrá la blanca. En la caja 2 cada cuatro negras te pueden salir dos blancas (Respuesta del estudiante D al ítem 3, 2022).

Finalmente, puede verse la estrategia CP en el ítem 4: *son igual de probables de sacar negra las dos [cajas].* En este caso, elige la caja 1: *porque tiene menos [bolas], es más reducido [el número de bolas]* (Respuestas del estudiante D, 2022).

Estudiante E. La prueba concluye con selecciones correctas de las cajas en los ítems 1, 2, 5 y 6. Las elecciones que realiza en los ítems 3 y 4 son parcialmente correctas, puesto que llega a reconocer la posibilidad de elegir las dos parejas de cajas que se le presentan, pero termina optando por solo una en ambos casos. La elección del ítem 5 está determinada por un argumento subjetivista:

elijo la caja 1 porque al haber [solo] una bola blanca [en ella] las otras [sin especificar la cantidad] van a ser [bolas] negras y entonces va a ser más suerte, bajo mi punto de vista, al menos (Respuesta del estudiante E al ítem 5, 2022).

La circunstancia anterior difiere de lo acontecido en los ítems 1, 2, 3, 4 y 6. En ellos únicamente propone argumentos objetivistas.

En particular, en los ítems 1 y 6 adopta una estrategia común: CFD. Por ejemplo, en el ítem 6 elige la caja 1 y lo argumenta explicando que: *hay menos bolas blancas que en la caja 2, aunque también menos bolas negras que en la caja 2*. Añade, además, que: *es más probable que salga una bola negra si solo hay dos [bolas] blancas*. En el ítem 2 el estudiante emplea la estrategia CD y elige la caja 1 ya que: *[en dicha caja] hay menos bolas blancas que en la [caja] 2* (Respuestas del estudiante E, 2022).

Alternativamente, identificamos otras estrategias a las que recurre. Así, en el ítem 3 usa CP argumentando que:

elijo la caja 2 porque hay menos bolas [totales], pero en ambas cajas hay un 50-50 de probabilidad de sacar una bola negra y añade que elige la caja 2 porque: al ser menos cantidad no me hago más un lío (Respuesta del estudiante E al ítem 3, 2022).

En el ítem 4, recurre a CF y explica:

es otro 50-50 pero elegiría la caja 2 porque hay más bolas negras, entonces voy a tener más posibilidades [de acierto] (Respuesta del estudiante E al ítem 4, 2022).

Cabe destacar, como puede apreciarse en los ejemplos anteriores, el uso de un lenguaje que interpretamos en términos de razón a la hora de referirse a la probabilidad del suceso de *sacar una bola negra*.

5 Discusión y conclusión

La finalidad de esta investigación consiste en clasificar los argumentos empleados por cinco estudiantes con diagnóstico TEA, en un contexto de bolas en cajas en que se precisa la comparación de probabilidades, en base a la dicotomía subjetivista-objetivista (BOROVNICK, 2011; VERGARA; ESTRELLA; VIDAL-SZABÓ, 2020). Se han usado los seis ítems que, en línea con el planteamiento anterior, se incluyen en Sabariego *et al.* (2021), los cuales han sido resueltos por los cinco estudiantes mencionados. Se pone el foco sobre los argumentos que determinan las elecciones de cada uno de ellos, sabiendo que deben hacerlo por aquellas en que, a su juicio, el suceso *sacar una bola negra* tiene una mayor probabilidad.

Asimismo, se identifican las estrategias a las que recurren para construir argumentos objetivistas, dado su papel preeminente en la enseñanza de la probabilidad (ALVARADO; RETAMAL; PEAKE, 2021), teniendo en cuenta las ya distinguidas en Cañizares (1997) e, igualmente, estudiadas en Cañizares y Batanero (1997), Hernández-Solís *et al.* (2021) para el caso de estudiantes sin diagnóstico TEA con edades similares. Precisamente, hasta el momento actual, en la literatura no encontramos investigaciones llevadas a cabo con alumnado con TEA

(p.ej., FALK; FALK; LEVIN, 1980; TRURAN, 1994); de ahí la contribución de este artículo.

Los resultados de la presente investigación advierten que los argumentos subjetivistas determinan la elección de cajas en, tan solo, una de las treinta respuestas. Concretamente, es el estudiante E quien lo emplea en el ítem 5, resultando la elección de la caja correcta. Además, el estudiante C manifiesta, en el ítem 3, una creencia acerca de cómo debe ser la disposición de las bolas en las cajas (CAÑIZARES; BATANERO, 1997) que, sin embargo, no es determinante en la elección de la caja que realiza. En el resto de las respuestas (29 de treinta) se han empleado argumentos objetivistas, lo que está en línea con otros trabajos con estudiantes sin diagnóstico TEA con edades comprendidas entre los dieciséis y diecisiete años (ALVARADO; RETAMAL; PEAKE, 2021). Así, son mayoritariamente predominantes en el estudiante E – determinan en 5 de las 6 elecciones – y totalmente predominantes en los estudiantes A, B, C y D – determinan las 6 elecciones. A la hora de construir estos argumentos, hemos identificado las siguientes estrategias, manifestándose cada una de ellas la frecuencia que se indica a continuación:

- (1) CP aparece en la construcción de tres de los 29 argumentos objetivistas. En particular, recurren a ella los estudiantes B (ítem 4), D (ítem 4) y E (ítem 3).
- (2) CF es considerada en la construcción de tres de los 29 argumentos objetivistas y, específicamente, empleada por los estudiantes B (ítem 5), D (ítem 1) y E (ítem 4),
- (3) CD es tomada en cuenta a la hora de construir tres de los 29 argumentos objetivistas y a la que recurren los estudiantes B (ítem 6), D (ítem 2) y E (ítem 2).
- (4) CFD es usada en la construcción de veinte de los argumentos objetivistas y empleada por los cinco estudiantes. Así, puede verse en A (ítems 1, 2, 3, 4, 5 y 6), B (ítems 1, 2 y 3), C (ítems 1, 2, 3, 4, 5 y 6), D (ítems 3, 5 y 6) y E (ítems 1 y 6). Cabe señalar, además, que B (ítem 3) y E (ítem 6) llevan a cabo esta estrategia considerando, únicamente, la caja elegida, no las dos que conforman la pareja.

En términos globales, se puede afirmar que trece de los veinte argumentos objetivistas contruidos a partir de la estrategia CFD han dado lugar a la elección de la caja con mayor probabilidad de *sacar una bola negra*. Entendemos que este dato es relevante, ya que la anterior es la estrategia predilecta por los cinco estudiantes. Precisamente, el diagnóstico de los cinco estudiantes podría explicar las causas potenciales que justificarían algunos de los errores que han cometido al resolver los seis ítems. Así, cabe señalar que todos los estudiantes han manifestado dificultades a la hora de expresar sus ideas o llevar a cabo estrategias – las empleadas en la construcción de argumentos objetivista – así como para mantener un diálogo fluido. Se podría relacionar lo anterior con la interpretación literal del lenguaje frecuente en personas con TEA, máxime en un contexto de interacción social, como es el que se desarrolla

en esta prueba (APA, 2013; HAPPÉ, 1993).

Los ítems 3 y 4, correspondientes a situaciones de equiprobabilidad, fueron los más difíciles de resolver para los participantes del estudio, y ninguno realizó una elección correcta de las cajas en ellos. Los estudiantes D y E sí, reconocieron que en ambas cajas había la misma probabilidad de sacar una bola negra. Sin embargo, concretamente, los estudiantes A, B y C se decantaron por una y, solo una, de las cajas de cada pareja; es decir, realizaron elecciones excluyentes. Así, el estudiante A lo hizo en los ítems 3 y 4 mostrando las mismas dificultades identificadas en estudiantes sin diagnóstico TEA con edades similares (CAÑIZARES, 1997; GREEN, 1982). Sin embargo, los estudiantes B y C solo lo hicieron en el ítem 3. Tal vez, esto se deba a que resolvieron el ítem 3 antes que el ítem 4, siguiendo con el orden preestablecido.

El impacto que en ellos habría supuesto romper con las situaciones planteadas previamente en los ítems 1 y 2, en que sí, se favorecen las elecciones excluyentes, les podría haber generado un cierto desconcierto. Además, unido a lo anterior está el hecho de que la pareja de cajas propuesta en el ítem 3 se asocia a espacios muestrales más reducidos; es decir, poseedores de una menor cantidad de bolas negras, que las que hay en las cajas del ítem 4.

Particularmente, el estudiante A, más allá de lo anterior, presenta una tendencia a considerar las bolas como elementos independientes, distinguibles y, por tanto, distintos entre sí; más allá de si se trata de bolas poseedoras del mismo color. Se entiende que esto podría deberse a dificultades relacionadas con las funciones ejecutivas, en tanto que podrían obstaculizar que el estudiante identifique los subconjuntos de bolas negras y blancas (OZONOFF; SCHETTER, 2007). Por esta razón, se identifica en el estudiante el empleo de la correspondencia uno a uno en los ítems 4, 5 y 6 (PIAGET, 1950), lo que hace suponer que no se está ante un hecho fortuito: se trata de los ítems que presentan parejas de cajas con un mayor contenido de bolas. Además, la elección de la caja 2 en el ítem 5, podría deberse a las dificultades que tiene para operar con valores concretos, las mismas que muestran estudiantes sin diagnóstico TEA con edades de entre nueve y catorce años (FISCHBEIN; GAZIT, 1984; FISCHBEIN; NELLO; MARINO, 1991).

6 Limitaciones y futuros trabajos

Se desea poder contar con un mayor número de estudiantes para proporcionar resultados que permitan correlacionar las ya consideradas con otras variables, tales como su contexto social, rangos de edad, conocimientos previos sobre probabilidad o CI. Precisamente, los cinco estudiantes que han participado en esta investigación cuentan con un CI cuyo valor está por

encima del mínimo considerado normal, identificándose a alguno de ellos con las altas capacidades. Sin embargo, esto no es impedimento para que hayan manifestado dificultades en la resolución de la prueba que podrían vincularse a características del TEA, como se ha puesto de manifiesto en investigaciones previas con estudiantes con TEA sin discapacidad intelectual (BULLEN *et al.*, 2020; CHEN *et al.*, 2019; POLO-BLANCO *et al.*, en prensa). Si bien, no debemos olvidar que el estudio que se presenta es de naturaleza exploratoria, dejando de lado la posibilidad de generalizar los resultados obtenidos.

Se prevé reconsiderar dos aspectos que podrían mejorar el diseño de la prueba. Visto lo sucedido en los ítems 3 y 4, en los que se plantea un escenario de equiprobabilidad en relación con el suceso *sacar una bola negra*, optaríamos por reformular las preguntas allí planteadas: entendemos que una pregunta excluyente conlleva a una elección excluyente. La literalidad lingüística propia de estos estudiantes es un elemento que debemos tener en cuenta a la hora de realizar adaptaciones de tareas (APA, 2013).

Se quiere indagar en la influencia atribuible al contexto de los ítems a la hora de proporcionar argumentos subjetivistas u objetivistas. Hay investigaciones que ponen de manifiesto las dificultades que tienen los estudiantes con diagnóstico TEA a la hora de resolver problemas contextualizados al margen de sus áreas de interés (POLO-BLANCO *et al.*, 2021), incluso en aquellos que cuentan con un CI de un valor superior a los considerados normales (FOLEY-NICPON; ASSOULINE; STINSON, 2012). Concretamente, se piensa en recurrir a las denominadas áreas de interés especial (GIARELLI *et al.*, 2010), tan importantes en el diagnóstico TEA, habida cuenta de las posibilidades que ofrecen para el aprendizaje de ciertas áreas curriculares (GUNN; DELAFIELD-BUTT, 2016).

Con todo, se pretende seguir profundizando en el razonamiento del estudiantado con diagnóstico TEA, ya que esto permitirá identificar los aspectos que les obstaculizan el aprendizaje de la probabilidad. Asimismo, se considera de especial interés la posibilidad de tener a nuestro alcance información certera con la que poder realizar intervenciones adaptadas a sus necesidades en el marco de la enseñanza de la probabilidad.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a los estudiantes, sus familias, al personal educativo que conforma el Aula Abierta Especificada para alumnado TEA y al equipo directivo del centro educativo donde se ha efectuado la investigación.

Financiación

Trabajo parcialmente financiado por el proyecto con referencia PID2019-105677RB-I00 del MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por el contrato predoctoral con referencia PREJCCM2019/7 del Fondo Social Europeo.

Referencias

- ALVARADO, H.; RETAMAL, L.; PEAKE, C. Evaluación y desarrollo del enfoque intuitivo a la comprensión de probabilidades: alcances producidos por estudiantes de secundaria. **Bolema**, Rio Claro, v. 35, n. 71, p. 1723-1750, dic. 2021.
- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION – APA. **Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)**. Washington D.C.: American Psychiatric Association, 2013.
- BATANERO, C. Razonamiento probabilístico en la vida cotidiana: Un desafío educativo. En: FLORES, P.; LUPIÁNEZ, J. (ed.). **Investigación en el aula de matemáticas**. Estadística y Azar. Granada: Sociedad de Educación Matemática Thales, 2006. p. 1-17
- BATANERO, C.; CHERNOFF, E. J.; ENGEL, J.; LEE, H. S.; SÁNCHEZ, E. **Research on teaching and learning probability**. Nueva York: Springer, 2016.
- BELTRÁN-PELLICER, P.; GODINO, J. D.; GIACOMONE, B. Elaboración de indicadores específicos de idoneidad didáctica en probabilidad: aplicación para la reflexión sobre la práctica docente. **Bolema**, Rio Claro, v. 32, n. 61, p. 526-548, ago. 2018.
- BOROVCNIK, M. Strengthening the Role of Probability Within Statistics Curricula. En: BATANERO C.; BURRILL G.; READING C. (ed.). **Teaching Statistics in School Mathematics- Challenges for Teaching and Teacher Education**. Dordrecht: New ICMI Study Springer, 2011. p. 77-83.
- BULLEN, J. C.; SWAIN LERRO, L.; ZAJIC, M.; MCINTYRE, N.; MUNDY, P. A developmental study of mathematics in children with autism spectrum disorder, symptoms of attention deficit hyperactivity disorder, or typical development. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, Stanford, v. 50, n. 12, p. 4463-4476, abr. 2020.
- CAÑIZARES, M.J. **Influencia del razonamiento proporcional y combinatorio y de creencias subjetivas en las intuiciones probabilísticas primarias**. 1997. 191f. Tesis (Doctorado en Didáctica de la Matemática) - Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Granada, Granada, 1997.
- CAÑIZARES, M.J.; BATANERO, C. Influencia del razonamiento proporcional y de las creencias subjetivas en la comparación de probabilidades. **Uno**, Barcelona, v. 14, n. 1, p. 99-114, ene. 1997.
- CHEN, L.; ABRAMS, D. A.; ROSENBERG-LEE, M.; IUCULANO, T.; WAKEMAN, H. N.; PRATHAP, S.; CHEN, T.; MENON, V. Quantitative analysis of heterogeneity in academic achievement of children with autism. **Clinical Psychological Science**, Evanston, v. 7, n. 2, p. 362-380, mar. 2019.
- FALK, R.; FALK, R.; LEVIN, I. A potential for learning probability in young children. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 11, n. 2, p. 181-204, may. 1980.

FISCHBEIN, E.; GAZIT, A. Does the teaching of probability improve probabilistic intuitions? **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 15, n.1, p. 1-24, feb. 1984.

FISCHBEIN, E.; NELLO, M. S.; MARINO, M. S. Factors affecting probabilistic judgements in children and adolescents. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 22, n. 6, p. 523-549, dic. 1991.

FOLEY-NICPON, M.; ASSOULINE, S. G.; STINSON, R. D. Cognitive and academic distinctions between gifted students with autism and Asperger syndrome. **Gifted Child Quarterly**, Charlotte, v. 56, n. 2, p. 77-89, 2012.

GAL, I. (2005). Towards 'probability literacy' for all citizens. En: JONES, G. (ed.). **Exploring probability in school: Challenges for teaching and learning**. Nueva York: Kluwer Academic Publishers, 2005. p. 43-71.

GIARELLI, E.; WIGGINS, L. D.; RICE, C. E.; LEVY, S. E.; KIRBY, R. S.; PINTO-MARTIN, J. Sex differences in the evaluation and diagnosis of autism spectrum disorders among children. **Disability and Health Journal**, Siracusa, v. 3, n. 2, p. 107-116, 2010.

GRANDIN, T. **Thinking in pictures**. Nueva York: Vintage Books, 1995.

GREEN, D. R. **Probability concepts in school pupils aged 11-16 years**. 1982. 476f. Tesis (Doctorado en Filosofía) - University of Technology de Loughborough, Loughborough, 1982.

GUNN, K. C.; DELAFIELD-BUTT, J. T. Teaching children with autism spectrum disorder with restricted interests: a review of evidence for best practice. **Review of Educational Research**, State College, v. 86, n. 2, p. 408-430, 2016.

HAPPÉ, F. G. Communicative competence and theory of mind in autism: a test of relevance theory. *Cognition*. **International Journal of Cognitive Science**, Serbia, v. 48, n. 2, p. 101-119, ago. 1993.

HAPPÉ, F.; BOOTH, R.; CHARLTON, R.; HUGHES, C. Executive function deficits in autism spectrum disorders and attention-deficit/hyperactivity disorder: examining profiles across domains and ages. **Brain and cognition**, Montreal, v. 61, n. 1, p. 25-39, jun. 2006.

HERNÁNDEZ-SOLÍS, L. A.; BATANERO, C.; GEA, M. M.; ÁLVAREZ-ARROYO, R. Comparing probabilities in urns: A study with primary school students. **Uniciencia**, Heredia, v. 35, n. 2, p. 129-143, jul. 2021.

LÓPEZ-MOJICA, J. M. **Pensamiento probabilístico y esquemas compensatorios en la educación especial**. 2013. 234f. Tesis (Doctorado en Matemática Educativa) - Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Ciudad de México, 2013.

LÓPEZ-MOJICA, J.; OJEDA SALAZAR, A. M. La probabilidad en educación especial: experiencia en el sexto grado. En: FLORES, R. (ed.). **Acta Latinoamericana de Matemática Educativa**. Ciudad de México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A. C., 2012. p. 395-404.

MORENO, A.; CARDEÑOSO, J. M.; GONZÁLEZ-GARCÍA, F. El pensamiento probabilístico de los profesores de biología en formación. **Bolema**, Rio Claro, v. 28, n. 50, p. 1418-1442, dic. 2014.

ORTIZ, J. J.; MOHAMED, N.; BATANERO, C.; SERRANO, L.; RODRÍGUEZ, J. D. Comparación de probabilidades en maestros en formación. En: BOLEA, M. P.; MORENO, M.; GONZÁLEZ, M.J. (ed.). **Investigación en educación matemática: Actas del X Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática**. Huesca: Instituto de Estudios Altoaragoneses, 2006. p. 267-276.

OZONOFF, S.; SCHETTER, P. L. Executive dysfunction in Autism Spectrum Disorders: From research to practice. En: MELTZER, L. (ed.). **Executive function in education: From theory to practice**. Nueva York: Guilford, 2007. p. 287-308.

PIAGET, J. **The Psychology of Intelligence**. Londres: Routledge, 1950.

PIAGET, J.; INHELDER, B. **La genèse de l'idée de hasard chez l'enfant**. Paris: Presses Universitaires de France, 1951.

POLO-BLANCO, I.; GONZÁLEZ-LÓPEZ, M. J.; BRUNO, A. Influencia del contexto en problemas de multiplicación y división: Estudio de caso de un alumno con autismo. **Siglo Cero**, Salamanca, v. 52, n. 1, p. 59-78, abr. 2021.

POLO-BLANCO, I.; SUÁREZ-PINILLA, P.; GOÑI-CERVERA, J.; SUÁREZ-PINILLA, M.; PAYÁ, B. Comparison of mathematics problem-solving abilities in autistic and non-autistic children: the influence of cognitive profile. **Journal of Autism and Developmental Disorders**. California. En prensa.

SABARIEGO, P.; POLO-BLANCO, I.; GARCÍA-MOYA, M.; GOÑI-CERVERA, J. Diseño, construcción y validación de un cuestionario para evaluar el pensamiento probabilístico en alumnado con Trastorno del Espectro Autista. En: VICO BOSCH, A.; VEGA CARO, L.; BUZÓN GARCÍA, O. (ed.). **Entornos virtuales para la educación en tiempos de pandemia: perspectivas metodológicas**: Dykinson S. L. España: Madrid. 2021. p.438-468).

SCHOPLER, E.; REICHLER, J.; RENNER, B. **The Childhood Autism Rating Scale (C.A.R.S.)**. Los Ángeles: Western Psychological Services, 1988.

TRURAN, J. Examination of a relationship between children's estimation of probabilities and their understanding of proportion. En: PONTE, J.P.; MATOS, J.F. (ed.). **Proceedings of the XVIII PME**. Lisboa: Universidad de Lisboa, 1994. p. 337-344.

VÁSQUEZ, C.; ALSINA, A. Observing mathematics teaching practices to promote professional development: An analysis of approaches to probability. **International Electronic Journal of Mathematics Education**, Modestum, v. 14, n. 3, p. 719-733, jul. 2019.

VERGARA, A.; ESTRELLA, S.; VIDAL-SZABÓ, P. Relaciones entre pensamiento proporcional y pensamiento probabilístico en situaciones de toma de decisiones. **Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa**, Ciudad de México, v. 23, n. 1, p. 7-36, mar. 2020.

WECHSLER, D. **Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños WISC- V**. Madrid: Pearson. 2015.

YIN, R.K. **Case Study Research: Design and Methods**. 6. ed. Los Angeles: Sage, 2017.

**Submetido em 15 de Março de 2022.
Aprovado em 06 de Setembro de 2022.**