



Original

Propuesta de intervención mediante un robot de suelo con mandos de direccionalidad programada: análisis observacional del desarrollo del pensamiento computacional en educación infantil



Marta Terroba^a, Juan Miguel Ribera^a, Daniel Lapresa^{a,*}, y M. Teresa Anguera^b

^a Universidad de la Rioja, España

^b Universidad de Barcelona, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 31 de agosto de 2020

Aceptado el 10 de marzo de 2021

On-line el 14 de abril de 2021

Palabras clave:

Pensamiento computacional

Robótica

Educación Infantil

Metodología observacional

T-patterns

R E S U M E N

El presente artículo presenta una propuesta de intervención para el desarrollo del pensamiento computacional en educación infantil, mediante un robot de suelo con mandos de direccionalidad programada. En el seno de la metodología observacional, 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. La fiabilidad del sistema de observación se ha garantizado en forma de concordancia interobservadores, calculada a través del coeficiente Kappa de Cohen (1960). En el seno de la teoría de la generalizabilidad, el plan de medida [Categorías] [Steps] / [Participantes] ha permitido constatar una elevada fiabilidad de precisión de generalización de los resultados. La operatividad del sistema de observación ha quedado reflejada en las estructuras regulares de conducta (T-patterns) detectadas -mediante el software THEME-, que han permitido caracterizar dificultades en la asimilación de un lenguaje computacional incipiente relacionadas con la capacidad de orientación espacial y la capacidad de secuenciación del niño -situaciones que implican giro y número de comandos empleados en la secuencia-.

© 2021 Universidad de País Vasco. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Education intervention using a ground robot with programmed directional controls: Observational analysis of the development of computational thinking in early childhood education

A B S T R A C T

The present work presents an intervention proposal for the development of computational thinking in early childhood education, through the use of a ground robot with programmed directional controls. Within the use of observational methodology, an observation system has been designed that allows the analysis and interpretation of the behavior displayed in the performance of the intervention proposal. The reliability of the observation system has been guaranteed in the form of inter-observer agreement, calculated using Cohen's (1960) Kappa coefficient. Within the theory of generalizability, the measurement plan [Categories] [Steps] / [Participants] has allowed to verify a high precision reliability of the generalization of the results. The operability of the observation system has been reflected in the regular behavior structures (T-patterns) detected -through the THEME software-, which have allowed characterizing difficulties in the assimilation of an incipient computational language related to the ability of spatial orientation and the sequencing capacity of children -situations involving turning and number of commands used in the sequence-.

© 2021 Universidad de País Vasco. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Keywords:

Computation

Robotics

Pre-primary school

Observational methodology

T-patterns

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: daniel.lapresa@unirioja.es (D. Lapresa).

Introducción

Wing (2006) introduce el concepto de pensamiento computacional y lo define como el proceso de resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, a partir de los conceptos fundamentales de la ciencia de la computación. Wing (2008), añade que las soluciones planteadas a los problemas de pensamiento computacional se deben poder representar de modo que puedan acometerse por alguna herramienta procesadora de la información. Aho (2012), concreta la definición de pensamiento computacional al planteamiento de problemas cuyas soluciones puedan representarse por pasos y algoritmos. Google for Education (2015) especifica cuatro fases del pensamiento computacional: descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y escritura de algoritmos. Numerosos estudios muestran que la formación, desde la infancia, en pensamiento computacional beneficia el razonamiento matemático y las destrezas en la resolución de problemas (del Olmo-Muñoz et al., 2020; Diago et al., 2018; Fessakis et al., 2013; Kazakoff et al., 2013; Lee et al., 2011; Sullivan y Bers, 2016). La resolución de problemas a través del pensamiento computacional permite al alumnado descomponer un problema en partes más sencillas para encontrar las soluciones posibles -o algoritmos de resolución-, favoreciendo las capacidades de análisis, razonamiento y comunicación efectiva de resultados (Clements y Sarama, 1997; Elkin et al., 2014; Papert, 1981; Wing, 2006).

La robótica puede convertirse en un sistema de enseñanza interdisciplinar muy atractivo para el aprendizaje de los escolares, generando experiencias lúdicas que incorporen la resolución de problemas y el razonamiento lógico (Bers, 2018; Bers et al., 2014; Mercader et al., 2017). La robótica educativa es una disciplina cuyo objetivo es crear y poner en funcionamiento robots y programas adecuados con fines educativos (Bers, 2008; Bers et al., 2019). La metodología *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) -una perspectiva integradora con el interés de resolver problemas prácticos aplicados al mundo real- promueve aprendizajes de forma natural y lúdica (Bers et al., 2019). Los robots educativos que en la actualidad se diseñan para los alumnos de Educación Infantil y Primaria se convierten en herramientas que favorecen la comprensión de conceptos matemáticos abstractos de modo manipulativo (Alsina, 2017) -como lo han sido otros materiales empleados tradicionalmente: bloques, cuentas, bolas, regletas, multicubos, etc. (Resnick et al., 1998)-, favoreciendo el pensamiento lógico, preciso y ordenado del alumnado, y acrecentando su capacidad para la resolución de problemas (Elkin et al., 2014) en el mundo real y cambiante que le rodea.

Un recurso posible para la resolución de problemas a través del pensamiento computacional en Educación Infantil son los robots de suelo de direccionalidad programada (Diago et al., 2018). El empleo de interfaces tecnológicas de direccionalidad programada, facilitan el desarrollo de la capacidad de orientación espacial (Città et al., 2019; Kalelioğlu, 2015; Pérez y Diago, 2018; Sarama y Clements, 2004), un componente esencial para el manejo de situaciones de la vida diaria en los escolares (Clements y Sarama, 1997; Fessakis et al., 2013; Jiménez-Gestal et al., 2019). El estudio de las conductas que se ocasionan en los procesos de descomposición de los problemas en retos más simples, la búsqueda de las similitudes que tienen en común, la focalización en aspectos importantes ignorando por menores irrelevantes y el desarrollo de reglas o secuencias de resolución de problemas -algoritmos-, se presenta como un trabajo de gran interés para el análisis del desarrollo del pensamiento computacional.

El presente artículo tiene dos objetivos: uno disciplinar y otro metodológico. En lo disciplinar se presenta una propuesta de intervención a partir de una colección de problemas que favorece el desarrollo del pensamiento computacional, mediante un robot de suelo con mandos de direccionalidad programada; en lo

metodológico -en el seno de la metodología observacional-, se ha diseñado un sistema de observación -del que se aportan evidencias de validez de contenido, fiabilidad y generalizabilidad- que permite el análisis e interpretación de la conducta desplegada en el desempeño de la propuesta de intervención. La operatividad del sistema de observación permite caracterizar el desempeño de los niños de tercer curso de Educación Infantil -5 años- en la resolución de cada uno de los problemas planteados, mostrando las dificultades en la asimilación de un lenguaje computacional incipiente.

Método

El presente trabajo se ha desarrollado en el seno de la metodología observacional (Anguera, 1979), y es *multimethod*, dado que secundariamente se utilizan algunos elementos propios de la metodología cuasiexperimental (Arnau, 2001), además de *mixed methods* (Anguera et al., 2018). De acuerdo con Anguera et al. (2011), el diseño observacional es: nomotético, puesto que se observa el comportamiento de 24 alumnos de tercero de Educación Infantil que no actúan como clase; de seguimiento inter-sesional, a lo largo de los diferentes *steps* ($n = 7$) que constituyen la propuesta de intervención; de seguimiento intra-sesional, ya que se registran las conductas objeto de estudio *frame a frame* a lo largo de la realización de cada *step*; y multidimensional, como muestran los diferentes criterios delimitados en el instrumento de observación. La observación es directa salvo en la dimensión *Instrucción de la maestra*, que es indirecta puesto que conlleva información verbal (Anguera et al., 2018a). La observación es participante, puesto que el primer autor del trabajo interactúa con los participantes.

Participantes

En el presente trabajo se ha realizado un muestreo intencional (Anguera et al., 2019), facilitado por el interés del Centro en el desarrollo del proyecto. Los participantes han sido 24 alumnos/as (13 chicas, 54.16%; 11 chicos, 45.83%) de la clase de 3º de Educación Infantil -5 años- del CEIP La Guindalera de Logroño, La Rioja, España -centro ubicado en un barrio residencial de nueva creación con alumnado fundamentalmente nacional (2% de inmigración)-. De ellos, 11 alumnos ($M = 5.624$, $DT = 0.29$) han superado la prueba de selección y realizado la propuesta de intervención (siete chicas, 63.63%; cuatro chicos, 36.36%). El presente trabajo cuenta con los consentimientos informados pertinentes y con la aprobación del Comité de Ética de la Investigación de la Universidad de La Rioja (expediente nº CE-08-2020).

Instrumento

El instrumento de observación ha sido elaborado *ad hoc*, y se trata de una combinación de formato de campo y sistemas de categorías (Tabla 1). En cada uno de los criterios del instrumento de observación se ha anidado un sistema de categorías, que cumple las condiciones de exhaustividad y mutua exclusividad. Teniendo en cuenta las consideraciones de Anguera et al. (2007), en primer lugar se ha construido una versión inicial a partir de la revisión teórica efectuada. La construcción de la herramienta de observación se ha desarrollado a partir de un proceso dinámico de formulación inicial de categorías tentativas modificadas posteriormente conforme a una estrategia empírico-inductiva y posteriormente, de nuevo, conforme a una estrategia teórico-deductiva. Cuando ha estado lista la versión preliminar de la propuesta de instrumento de observación se ha sometido a la prueba de cautela. Esta fase se ha realizado con alumnos/as de primer, segundo y tercer curso de Educación Infantil que no forman parte del muestreo observacional de la investigación. Se ha diseñado un balanceo de grupos equivalentes incompleto (Arnau, 2001): *step* 1, alumno de 1º de Educación

Tabla 1
Estructura resumida del instrumento de observación: criterios, categorías y códigos

Criterios	Categorías y códigos
Step Fase	Step 1 (TP1); step 2 (TP2); step 3 (TP3); step 4 (TP4); step 5 (TP5); step 6 (TP6); step 7 (TP7) Determinación del recorrido previo (DPR); elección de tarjeta (ET); movimiento asociado del robot a la elección de tarjetas (MANET); motriz (MTRZ); introducción en el robot (IN)
Intento intra-fase Eficacia intento/fase	Intento primero (I1); intento segundo (I2); intento tercero (I3) Resuelve (R); no resuelve (NR); concuerda con la fase de tarjetas pero no resuelve (CFT); resuelve pero no concuerda con la determinación previa del recorrido (RNDP)
Paso Información espacial del paso Orientación del robot respecto a su posición inicial	Primer paso (P1); segundo paso (P2); tercer paso (P3) . . . vigesimocuarto paso (P24) Adelante (AD); atrás (AT); giro hacia la izquierda (GI); giro hacia la derecha (GD) Misma orientación (NPM); orientación lateral izquierda (NPLI); orientación lateral derecha (NPLD); en espejo (NPE)
Orientación del robot respecto al niño	Misma orientación (NNM); orientación lateral izquierda (NNLI); orientación lateral derecha (NNLD); en espejo (NPE)
Adaptación de la conducta al problema planteado Paso retirado	Adaptativa (ADAP); no adaptativa (NOAD) Paso anterior (PA); hasta el primer error (PPE); todos (PT); la tarjeta que está incorrecta de la secuencia (PTI); una tarjeta incorrecta de la secuencia (PUTI); una tarjeta correcta de la secuencia (PUTC)
Instrucción de la maestra	La maestra reconduce/promueve el razonamiento (MRR); la maestra reconduce/sitúa al alumno ante inacción (MRI); la maestra fija el error con una pregunta (MFE); la maestra manifiesta explícitamente el error cometido, pero no da respuesta (MENR); la maestra manifiesta explícitamente el error cometido y da respuesta (MEYR)

Infantil; *step 2*, alumno de 3°; *step 4*, alumno de 2°; *step 6*: alumno de 1° Ed. Infantil; *step 7*: alumno de 3°; teniendo en cuenta que, por su semejanza, se seleccionó uno de los *steps 2 y 3* (trayectoria sobre pauta roja marcada en la cuadrícula) y otro de los *steps 4 y 5* (trayectoria sin pauta con puntos de paso obligatorio e inicio y final determinados). Tras realizarse los registros correspondientes y no detectarse nuevas categorías en ningún criterio, se ha superado la prueba de cautela, asumiéndose las listas tipo catálogo como listas tipo repertorio (Anguera y Izquierdo, 2006), contando con la presunción de exhaustividad de los sistemas de categorías desplegados en el formato de campo.

Procedimiento

En primer lugar, se ha realizado una fase de selección de los participantes que han pasado a la propuesta de intervención. En esta fase, se han realizado tres sesiones con todo el grupo clase: una primera, consistente en la lectura y dramatización del cuento que constituye el marco simbólico del trabajo (Gowen, 1995); una segunda sesión, psicomotora, en la que se han realizado tareas de orientación espacial sobre casillas marcadas con cinta aislante; una tercera sesión -individual-, con cinco problemas a resolver de manera motriz similares a los del *step 1* de la propuesta de intervención. Todas estas sesiones han sido filmadas con la pretensión de evitar el sesgo de reactividad del alumnado durante las sesiones de observación (Anguera, 2003). La resolución correcta de las cinco tareas básicas que conforman la prueba de selección garantizan que los participantes tienen una capacidad de organización espacial y de resolución de problemas que les permita afrontar la propuesta de intervención al completo (los siete *steps*). Los estudiantes ($n = 11$) que han resuelto correctamente las cinco tareas propuestas, han pasado a realizar la propuesta de intervención diseñada para desarrollar el pensamiento computacional en escolares de Educación Infantil. La propuesta de intervención está formada por siete problemas, diseñados a modo de *steps* de dificultad creciente (véase Figura 1).

A continuación, se detalla el protocolo de intervención previamente definido que ha guiado el desarrollo de la propuesta de intervención. La colocación de cuadrículas, cajetín de tarjetas, maestra y posición inicial del alumno (y del robot) queda predefinida (véase Figura 2). Cada *step* da comienzo con la explicación del reto a resolver, la presentación de las tarjetas que se pueden utilizar y las condiciones que hay que satisfacer para resolver el *step*. La interacción de la maestra con el alumno -cuyo objetivo se

resume en animar y fomentar la respuesta al problema planteado- se ha desarrollado bajo las siguientes premisas: no corregir respuestas erróneas; no condicionar una respuesta determinada; no interrumpir las verbalizaciones de los alumnos ni intervenir en ellas; animar al final de cada decisión para que el alumno continuara con el siguiente paso; en caso de que los estudiantes estén un minuto sin avanzar de paso, la maestra, por medio de preguntas, facilita el análisis de la situación por parte del alumno -nunca da la respuesta correcta-.

Para resolver cada *step* los participantes han tenido tres intentos. Los participantes pueden comenzar un nuevo intento siempre que no se sobrepasara el minuto cinco desde que da comienzo la resolución del problema. Todos los estudiantes han llevado a cabo la resolución de los siete problemas o *steps* planteados, independientemente de la respuesta dada en los mismos (adaptativa o no adaptativa).

Registro y codificación

El registro se ha realizado por orden, primero de participantes -del uno al once- y de *steps* -del uno al siete-. En total, se cuenta con 77 sesiones de observación correspondientes a la resolución de cada uno de los siete *steps* de la propuesta de intervención por los 11 participantes seleccionados. Para el registro y la codificación de los 77 paquetes de datos que conforman el muestreo observacional del presente trabajo, se ha recurrido al software LINCCE, versión 1.2.1 (Gabin et al., 2012) (véase Figura 2).

De acuerdo con la clasificación clásica de Bakeman (1978), en el presente trabajo se han registrado datos Tipo IV, concurrentes y tiempo-base. Es decir, los datos incorporan los parámetros orden y duración y coocurren -tal y cómo se desprende del carácter multidimensional del diseño observacional, y de que el instrumento de observación sea una combinación de formato de campo y sistemas de categorías-. Asimismo, de acuerdo con Bakeman y Quera (1995), el tipo de datos es de multievento.

Calidad del dato

La constancia inter-sesional ha quedado garantizada a partir de la satisfacción, en cada una de las sesiones de observación, de la siguiente lista de mínimos: franja horaria (de 10 a 12 horas, evitando las primeras y las últimas horas de la mañana), aula de desdoble de Educación Infantil del centro educativo; disposición de los materiales y participantes; maestra y protocolo de interven-

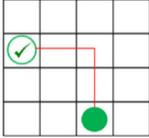
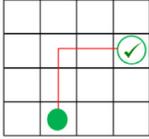
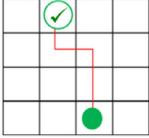
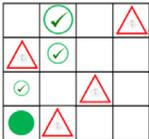
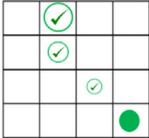
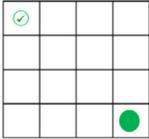
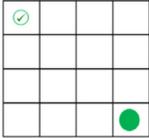
Step	Problema	Representación gráfica
Step 1	Recorrido a realizar de forma motriz, siguiendo unas órdenes previamente establecidas, para llegar hasta el protagonista del juego simbólico	
Step 2	Problema a resolver por el robot de suelo de direccionalidad programada. El robot debe recorrer el camino señalado para llegar hasta el protagonista del juego simbólico	
Step 3	Problema a resolver por el robot de suelo de direccionalidad programada. Problema que incluye con dos giros, para llegar hasta el protagonista del juego simbólico	
Step 4	Problema a resolver por el robot de suelo de direccionalidad programada. No se presenta el camino marcado. Hay unas condiciones que debe cumplir en su recorrido: recoger por orden al protagonista pequeño, al mediano y al grande. Está prohibido pasar por las casillas en las que hay un peligro	
Step 5	Problema a resolver por el robot de suelo de direccionalidad programada. No se presenta el camino marcado. Hay unas condiciones que debe cumplir en su recorrido: recoger por orden al protagonista pequeño, al mediano y al grande	
Step 6	Problema a resolver por el robot de suelo de direccionalidad programada. Problema en el que el robot tiene que recorrer el camino más corto para llegar hasta el protagonista del juego simbólico	
Step 7	Problema a resolver por el robot de suelo de direccionalidad programada. Problema en el que el robot tiene que recorrer el camino más largo para llegar hasta el protagonista del juego simbólico	

Figura 1. Problemas constitutivos de la propuesta de intervención.

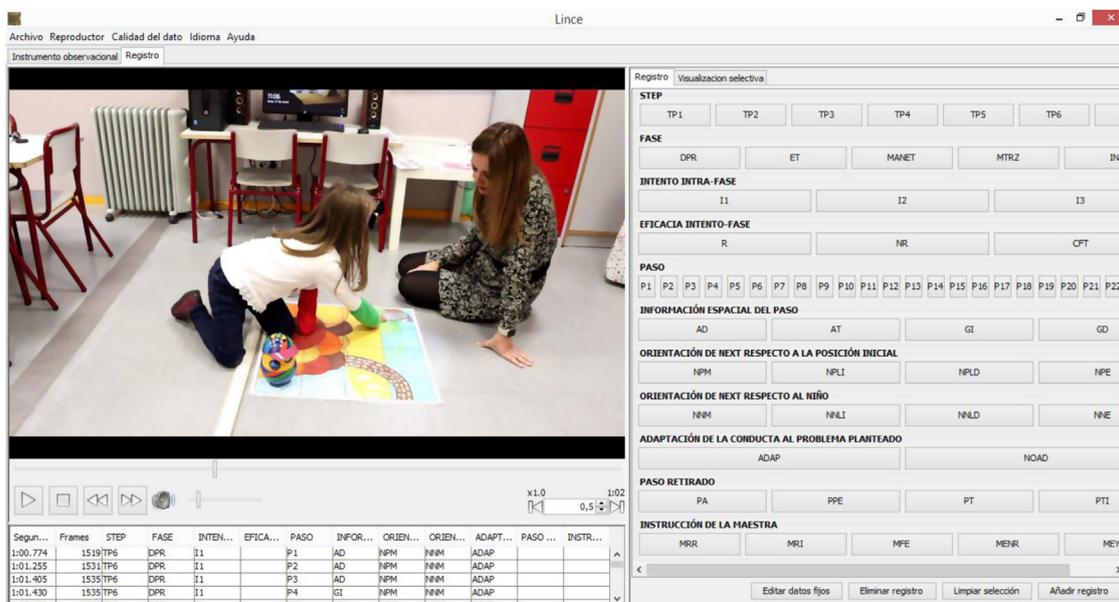


Figura 2. Captura de un momento del registro y codificación del paquete de datos correspondiente a la participante 2, step 6, en el seno del software LINCe, versión 1.2.1.

Tabla 2
Coeficiente Kappa de Cohen por dimensiones y steps en los registros de los participantes con ID3 e ID13

	Step 1		Step 2		Step 3		Step 4		Step 5		Step 6		Step 7	
	ID3	ID13	ID13	ID13	ID3	ID13								
Step	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.0
Fase	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.97	1
Int. intra-fase	1	1	1	1	1	1	0.91	1	1	1	1	1	1	0.96
Eficacia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Paso	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Inf. espacial	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.92	1	1	1
Robot-p.inicial	1	1	1	1	1	1	1	0.93	0.94	1	0.93	1	1	1
Robot-niño	1	1	1	0.84	1	1	0.92	1	0.93	0.88	0.92	0.93	1	0.97
Adaptación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.84	1
Paso retirado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Instr. maestra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total registro	1	1	1	0.98	1	1	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98	0.90

Tabla 3
Resultados correspondientes al diseño de generalizabilidad [Categoría][Step]/[Participantes]

Fuentes de variación	Suma cuadrados	Grados libertad	Cuadrado medio	%	Error estándar
[participante]	1096.67	10	109.66	0.16	0.10
[step]	24645.15	6	4107.52	7.22	2.87
[participante][step]	3320.06	60	55.33	1.05	0.15
[categorías]	149481.43	64	2335.64	35.72	5.29
[participante][categorías]	5443.12	640	8.50	0.41	0.07
[step][categorías]	142334.47	384	370.66	46.39	2.42
[participante][step][categorías]	24742.87	3840	6.44	9.02	0.14

ción; maestra que se ocupó de la filmación de las sesiones; todos los participantes realizaron satisfactoriamente la prueba de selección; todos los participantes llevaban puestos dos manguitos -uno verde para la mano derecha y otro rojo para la mano izquierda-.

Fiabilidad de los datos

Para determinar la concordancia inter-observadores se ha recurrido al coeficiente Kappa de Cohen (1960), a través del programa informático LINCE. Dos han sido los observadores que han realizado el registro y codificación de los datos. Uno de ellos, el primer autor del presente trabajo, que ha participado activamente en el desarrollo del sistema de observación. El segundo observador ha seguido un proceso de formación -respetando las etapas propuestas por Arana et al. (2016)- avanzando desde un proceso teórico (la explicación conceptual del instrumento de observación), teórico-práctico (el funcionamiento del instrumento de observación en el seno del software de registro y codificación, LINCE) y finalizando con una aplicación práctica del instrumento de observación en el seno del programa de registro con cuatro sesiones de observación correspondientes a cuatro steps resueltos por un participante fuera de muestreo. Tras obtener un Kappa de Cohen superior a 0.80, entre los registros de los cuatro steps por ambos observadores, se ha dado por terminado el proceso de formación. Posteriormente ambos observadores han procedido al registro de los siete steps de los participantes nº 3 y nº 13 (un 18.18% del muestreo observacional).

Generalizabilidad de los resultados

La calidad del dato también se ha abordado en el seno de la Teoría de la Generalizabilidad (Cronbach et al., 1972), mediante el software SAGT, versión 1.0. (Hernández-Mendo et al., 2016), a partir de Blanco-Villaseñor y Escolano-Pérez, 2017: (1) *Plan de observación*. Se han dispuesto de forma “cruzada” las facetas Categorías (C), con 65 niveles -las categorías correspondientes a los criterios variables del instrumento de observación-; Steps (S), con siete niveles; y Participantes (J), con 11 niveles; (2) *Plan de estimación*. En las tres facetas se ha realizado una estimación para una población

infinita; (3) *Plan de medida*. Se ha realizado el plan de medida: [Categoría] [Step] / [Participantes], para evaluar la generalizabilidad de los resultados a partir del número de participantes que han desarrollado la propuesta de intervención; y (4) *Plan de optimización*. En el presente diseño no ha sido necesario desarrollar el plan de optimización del diseño como se comprueba en el apartado de resultados.

Análisis de los datos

Para mostrar el potencial de la herramienta observacional diseñada, se ha recurrido, por su potencial informativo, a una de las técnicas de análisis más relevantes que en la actualidad se utilizan para realizar análisis diacrónicos de conducta (Santoyo et al., 2020): la detección de T-patterns mediante el software THEME. En concreto se ha recurrido a la versión libre (v.6 Edu). El software THEME, se fundamenta en un poderoso algoritmo desarrollado por Magnusson (1996, 2000) que permite detectar estructuras regulares de conducta ocultas en el registro. Aunque la principal aportación de THEME es la detección de T-patterns, el software 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-, lo que aporta unas posibilidades muy relevantes de cara al análisis de la secuencialidad puesto que permite deducir si las conductas son consecutivas o si en el T-pattern existen lagunas -conductas intercaladas- entre los multieventos detectados (Lapresa et al., 2013; Lapresa et al., 2013a).

Se han seleccionado los parámetros de búsqueda que a continuación se detallan (véase manual de referencia: PatternVision Ltd & 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, por lo que el porcentaje de probabilidad de aceptar un intervalo crítico debido al azar es de un 0.5%; (c) se ha fijado la reducción de redundancias en un valor de 90 de forma que, si más del 90% de las ocurrencias de un nuevo patrón detectado comienzan y finalizan casi en el mismo tiempo que los patrones ya detectados, el nuevo patrón se desecha; (d) se ha utilizado el tipo de T-patterns free; y, (e) validación de resultados: se han validado los resultados aleatorizando los datos en 100 ocasiones.

Tabla 4
Registro correspondiente al participante 1, *step* 1. El tiempo está expresado en *frames*

Time (frames)	Event
1251	TP1,ET,I1,P1,AD,NPM,NNM,ADAP
1388	TP1,ET,I1,P2,AD,NPM,NNM,ADAP
1491	TP1,ET,I1,P3,G1,NPM,NNM,ADAP
1691	TP1,ET,I1,P4,AD,NPLI,NNLI,ADAP
1922	TP1,ET,I1,P5,AD,NPLI,NNLI,ADAP
1974	TP1,ET,I1,R
2497	TP1,MTRZ,I1,P1,AD,NNM,ADAP
2575	TP1,MTRZ,I1,P2,AD,NNM,ADAP
2605	TP1,MTRZ,I1,P3,G1,NNM,ADAP
2641	TP1,MTRZ,I1,P4,AD,NNLD,ADAP
2672	TP1,MTRZ,I1,P5,AD,NNLD,ADAP
2698	TP1,MTRZ,I1,R

nes -mediante el procedimiento *shuffling*- y aceptado sólo aquellos patrones cuya probabilidad de ser fruto del azar es igual a 0-. Una vez realizada la búsqueda se han aplicado una serie de filtros cualitativos (Amatria et al., 2017) para la selección de T-patterns que reflejan errores en pasos de la resolución del problema.

Resultados

De la concordancia entre las observaciones

Los valores del coeficiente Kappa de Cohen (1960) que aportan información sobre la fiabilidad, en forma de concordancia entre paquetes de datos, se exponen en la Tabla 2. En todos los bloques de datos utilizados para la determinación de la fiabilidad se ha obtenido una consideración del acuerdo, a partir de los valores de referencia fijados por (Landis y Koch, 1977, p. 165), de *almost perfect* (Kappa de Cohen superior a 0.80).

De la generalizabilidad de los resultados

En la Tabla 3 se presentan los resultados del diseño [Categorías] [Steps]/ [Participantes]. Su análisis revela que la variabilidad queda asociada a la faceta categorías: 35.721%, y a la faceta de interacción [Step][Categorías] con un 46.396%. El análisis de los coeficientes de generalizabilidad en esta estructura de diseño determina que se consigue una fiabilidad de precisión de generalización de 0.989. Este resultado nos permite avalar el número de participantes con el que se ha realizado la presente investigación.

De la información contenida en los registros de cada *step*

Sirva como ejemplo de la operatividad del instrumento de observación el registro correspondiente al participante 1 en el *step* 1, en el que se recoge la manera en la que se resuelve el *step* planteado (véase Tabla 4). En este caso, la resolución planteada se corresponde con la representación gráfica de la solución ideal del *step* 1 (véase Figura 1).

De la información contenida en la agrupación de clústers de los T-patterns detectados

Por su relevancia, se exponen los T-patterns detectados mediante el software THEME (v.6 Edu), conforme los parámetros de búsqueda y al filtro cualitativo de selección prefijado. Este filtro cualitativo se refiere a la presencia, en los T-patterns detectados, de conductas no adaptativas -es decir, aquellas en las que el paso que da el estudiante en el elemento secuencial correspondiente no conduce a la resolución del problema-. La presencia de estas conductas no adaptativas aporta información relevante acerca de las dificultades del niño en lo relativo a la asimilación de un lenguaje computacional incipiente. Teniendo en cuenta la cuestión de

la degradación (véase Lapresa et al., 2015), se ha seleccionado el T-pattern que incluye un mayor número de participantes y que cuenta con una mayor cantidad de multieventos constitutivos.

En la Tabla 5 se muestra el número de orden de cada T-pattern seleccionado, el patrón en formato cadena, los participantes que los realizan, y la media de intervalos internos entre multieventos -de forma que si el intervalo interno es igual a 1, se tiene la seguridad de que las conductas reflejadas en el patrón son consecutivas-.

Discusión

Se ha diseñado una propuesta de intervención para el desarrollo del pensamiento computacional en Educación Infantil, mediante un robot de suelo con mandos de direccionalidad programada. Cada uno de los *steps* que conforman la propuesta supone un reto promotor del razonamiento lógico (Bers, 2018), contextualizado en un marco lúdico de juego simbólico (Gowen, 1995). Para la evaluación de la propuesta de intervención se ha recurrido a la metodología observacional (Anguera, 1979), ya que se cumplen los requisitos fundamentales de comportamiento habitual, realización en contexto natural y perceptividad de las conductas realizadas (Anguera, 2003). Otro elemento característico de la metodología observacional es que el instrumento de observación utilizado no es estándar, sino que ha sido elaborado *ad hoc* para este estudio, a partir de un proceso dinámico de trasvase entre el marco teórico y la realidad, y habiendo superado la prueba de cautela que permite definir la lista tipo repertorio que conforma cada sistema de categorías (Anguera et al., 2007).

En lo relativo a la fiabilidad del sistema de observación, los resultados obtenidos revelan una elevada concordancia interobservadores calculada a través del coeficiente Kappa de Cohen (1960). Se ha obtenido una consideración del acuerdo “casi perfecto” correspondiente a valores de Kappa de Cohen superiores a 0.80, a partir de los valores de referencia clásicos de Landis y Koch (1977). En lo relativo a la generalizabilidad, el plan de medida [Categorías] [Steps]/ [Participantes], ha permitido asegurar que, con el número de participantes analizados, se consigue una elevada fiabilidad de precisión de generalización (0.989), lo cual avala la homogeneidad de la conducta desplegada por los participantes.

La operatividad del sistema de observación desarrollado se refleja, por un lado, en los registros correspondientes a cada paquete de datos de cada participante en cada *step*; y, por otro, en los T-patterns detectados, mediante el software THEME. Y es que, es en los análisis diacrónicos donde la metodología observacional muestra todo su potencial (Anguera et al., en prensa). Respecto a los registros correspondientes a cada paquete de datos, el instrumento de observación diseñado permite representar la conducta del niño y su interacción con la maestra de una manera lineal -temporal- y esquemática. Esta representación facilita la comprensión de cada uno de los pasos realizados por los participantes en la realización de cada uno de los *steps* que constituyen la propuesta de intervención.

La interpretación de las estructuras regulares de conducta detectadas (T-patterns), constituye un magnífico reflejo de las dificultades concretas de asimilación de un lenguaje computacional incipiente en el alumnado de 5 años; y de las posibilidades de autoevaluación del proceso que aporta la resolución de los problemas a través del pensamiento computacional. Las dificultades concretas de asimilación de un lenguaje computacional incipiente en el alumnado de 5 años, se caracterizan a partir de los errores reflejados en los T-patterns, relacionados con la capacidad de orientación espacial y la capacidad de secuenciación del niño -ya sea en lo relativo a situaciones que implican giro o al número de tarjetas (comandos) empleadas en la secuencia-. Cada uno de los *steps* planteados supone un requerimiento de la capacidad de orientación espacial

Tabla 5
T-patterns detectados con los parámetros de búsqueda y criterios de selección previamente definidos

Nº orden	Patrón formato cadena	Participantes	Media del intervalo interno
1.1.	((((tp1,et,i1,p6,ad,npli,nnli,noad tp1,et,i1,nr)(tp1,mtr,z,i1,p1,ad,nnm,adap tp1,mtr,z,i1,p2,ad,nnm,adap))((tp1,mtr,z,i1,nr tp1,et,i2,pti)(tp1,et,i2,r tp1,mtr,z,i2,pt))((tp1,mtr,z,i2,p1,ad,nnm,adap (tp1,mtr,z,i2,p2,ad,nnm,adap tp1,mtr,z,i2,p3,gi,nnm,adap))((tp1,mtr,z,i2,p4,ad,nnld,adap tp1,mtr,z,i2,p5,ad,nnld,adap tp1,mtr,z,i2,r))))	3 y 8	Todos 1
1.2.	(tp1,et,i1,p6,ad,npli,nnli,noad tp1,et,i1,nr)	3, 8 y 11	Todos 1
2.1.	((tp2,et,i1,p1,ad,npm,nnm,adap tp2,et,i1,p2,ad,npm,nnm,adap)((tp2,et,i1,p6,ad,npld,nnld,noad (tp2,et,i1,nr tp2,in,i1,p1,ad,npm,nnm,adap))(((tp2,in,i1,p2,ad,npm,nnm,adap tp2,in,i1,p5,ad,npm,nnm,adap)(tp2,et,i2,mrr tp2,et,i2,pa))(tp2,in,i2,pt tp2,in,i2,p1,ad,npm,nnm,adap)(tp2,in,i2,p2,ad,npm,nnm,adap tp2,in,i2,p5,ad,npm,nnm,adap))))	8 y 11	1-4-1-1-1-3-3-1-2-1-1-3
3.1.	((((tp3,et,i1,p1,ad,npm,nnm,adap tp3,et,i1,p2,ad,npm,nnm,adap) tp3,et,i1,p3,gi,nnm,nnm,adap)(tp3,et,i1,p4,ad,npli,nnli,adap tp3,et,i1,p5,ad,npli,nnli,noad))	1, 3 y 5	Todos 1
3.2.	((tp3,et,i1,p3,gi,nnm,nnm,adap ((tp3,et,i1,p4,gd,npli,nnli,noad tp3,et,i1,p5,ad,npm,nnm,nnm,adap)(tp3,et,i1,nr tp3,in,i1,p1,ad,npm,nnm,adap))((tp3,in,i1,p5,ad,npm,nnm,adap tp3,in,i1,cft)((tp3,et,i2,ppe (tp3,et,i2,p4,ad,npli,nnli,adap tp3,in,i2,pt))(tp3,in,i2,p1,ad,npm,nnm,adap (tp3,in,i2,p3,gi,nnm,nnm,adap tp3,in,i2,p4,ad,npm,nnm,adap))))))	8 y 10	1-1-1-1-1-1-2-1-2-1-1
4.1.	((tp4,et,i1,p2,gd,npm,nnm,adap tp4,et,i1,p3,ad,npld,nnld,adap) tp4,et,i1,p4,ad,npld,nnld,noad)	4, 7, 8, 9, 10 y 11	Todos 1
5.1.	((((tp5,et,i1,p2,gi,nnm,nnm,adap tp5,et,i1,p3,ad,npli,nnli,adap)((tp5,et,i1,p4,gd,npli,nnli,noad tp5,et,i1,p5,ad,npm,nnm,nnm,adap)(tp5,et,i1,p6,ad,npm,nnm,nnm,adap tp5,et,i1,nr))((tp5,in,i1,p1,ad,npm,nnm,adap ((tp5,in,i1,p2,gi,nnm,nnm,adap tp5,in,i1,p3,ad,npm,nnm,adap)(tp5,in,i1,p5,ad,npm,nnm,adap tp5,in,i1,cft))((tp5,in,i2,pt tp5,in,i2,p1,ad,npm,nnm,adap)((tp5,in,i2,p2,gi,nnm,nnm,adap tp5,in,i2,p3,ad,npm,nnm,adap))))	4 y 7	1-1-1-1-1-1-1-1-2-2-8-1-1-1-1
5.2.	((tp5,et,i1,p4,ad,npli,nnli,adap tp5,et,i1,p5,ad,npli,nnli,noad)((tp5,et,i1,nr tp5,in,i1,p1,ad,npm,nnm,adap)(tp5,in,i1,p2,gi,nnm,nnm,adap tp5,in,i1,p3,ad,npm,nnm,adap)(tp5,in,i1,p4,ad,npm,nnm,adap tp5,in,i1,p5,ad,npm,nnm,adap)(tp5,in,i1,cft tp5,et,i2,nr))))	1 y 9	1-1-1-1-1-1-1-1-1-6
6.1.	((((tp6,dpr,i1,p3,ad,npm,nnm,adap tp6,dpr,i1,p4,gi,nnm,nnm,adap)(tp6,dpr,i1,p5,ad,npli,nnli,adap tp6,dpr,i1,p6,ad,npli,nnli,adap))((tp6,dpr,i1,r tp6,et,i1,p1,ad,npm,nnm,adap) tp6,et,i1,p5,ad,npli,nnli,adap)((tp6,et,i1,p6,ad,npli,nnli,adap (tp6,et,i1,nr (tp6,in,i1,p1,ad,npm,nnm,adap tp6,in,i1,p2,ad,npm,nnm,adap)) tp6,in,i1,p3,ad,npm,nnm,adap))((tp6,in,i1,p5,ad,npm,nnm,adap tp6,in,i1,p6,ad,npm,nnm,adap))	3 Y 9	1-1-1-2-1-4-1-2-1-1-1-2-1
7.1.	(tp7,et,i2,mrr (tp7,et,i2,p12,ad,npe,nne,noad (tp7,et,i2,p13,ad,npe,nne,noad tp7,et,i2,nr)))	4 y 9	10-1-2
7.2.	(tp7,dpr,i1,p6,ad,npm,nnm,adap ((tp7,dpr,i1,p9,ad,npli,nnli,adap tp7,dpr,i1,r)(tp7,et,i1,p13,ad,npe,nne,noad tp7,et,i1,nr)))	4 y 5	3-1-34-4

del niño -respecto a sí mismo, respecto al robot, o respecto a una casilla de referencia-. Se ha evidenciado la dificultad del alumnado de 5 años para resolver el paso que implica una orientación del robot diferente a la suya propia. a) En el *step 7* -el único *step* en el que se ha registrado una orientación en espejo entre el niño y el robot, se han detectado T-patterns que muestran errores cometidos, cuando la orientación del niño es contraria a la del robot: el T-pattern con número de orden 7.2 muestra como los participantes 4 y 5 realizan correctamente la fase de recorrido previo pero en la fase de elección de tarjetas, ante esta situación descrita, cometen el error; el T-pattern con número de orden 7.1, refleja como los participantes 4 y 9 comienzan un segundo intento en la fase elección de tarjeta -tras una intervención de la maestra en la que promueve el razonamiento del alumno- pero fallan en el paso en el que la orientación del robot es contraria a la del niño. b) Se han detectado dos T-patterns que reflejan un mismo error en la fase de elección de tarjetas cuando el robot se encuentra girado 90° a su izquierda: el T-pattern con número de orden ID 3.1. (participantes 1, 3 y 5 en el *step 3*) y el T-pattern con número de orden ID 5.2 (participantes 1 y 9, en el *step 5*), en el que los participantes seleccionan, de forma incorrecta, una tarjeta con el comando “adelante” en lugar de “giro a la derecha”. c) Cuando el robot se encuentra girado 90° a su derecha, en la fase de elección de tarjetas, se ha detectado el mismo

error que en la situación anterior, pero con orientación contraria. En concreto, el T-pattern con número de orden 4.1 (participantes 4, 7, 8, 9, 10 y 11, en el *step 4*) en el que los participantes seleccionan, de forma incorrecta, una tarjeta con el comando “adelante” en lugar de “giro a la izquierda”.

En segundo lugar, se han constatado limitaciones en la asimilación de un lenguaje computacional incipiente, a partir de los T-patterns detectados que reflejan errores en la elección de las tarjetas relacionados con el comando “giro”. El comando giro -a la izquierda o a la derecha- supone la realización de la instrucción sin desplazamiento de casilla. Para mover de una casilla a otra es necesario el comando “adelante”. Se han detectado T-patterns que muestran la dificultad que supone en el niño de 5 años tener presente esta premisa: (a) el T-pattern con número de orden 3.2, muestra cómo los participantes 8 y 10, en el *step 3*, omiten el comando “adelante” entre el giro a la izquierda y el giro a la derecha planteado; (b) el T-pattern con número de orden 5.1., refleja como los participantes 4 y 7, en el *step 5*, no introducen el comando “adelante” antes del giro; (c) el T-pattern con número de orden 5.2., que ya ha sido presentado en el apartado de dificultades derivadas de la capacidad de orientación espacial del niño, muestra cómo los participantes 1 y 9, en el *step 5*, seleccionan sólo cinco de los siete pasos que debe contener la secuencia correcta; en todos

los casos se ha producido la omisión del comando “adelante” tras la realización de giro.

Muestra de las limitaciones de la capacidad de secuenciación del niño (Elkin et al., 2014), son los errores relacionados con el número de tarjetas empleadas en la resolución del problema y que no se ven afectados por la presencia del comando “giro”. En el problema de resolución motriz (*step 1*), el T-pattern con número de orden 1.2, refleja cómo los participantes 3, 8 y 11 seleccionan, en su primer intento, una tarjeta de más en la secuencia -la última, con el comando “adelante”-. El mismo error de secuenciación se ha detectado en el *step 2*. En concreto, el T-pattern con número de orden 2.1, muestra cómo los participantes 8 y 11, seleccionan, en su primer intento, una tarjeta de más en la secuencia -la última, con el comando “adelante”-. El T-pattern con número de orden 6.1 muestra cómo los participantes 3 y 9, habiendo satisfecho correctamente los seis primeros pasos del *step 6*, cometen errores en la última parte de la secuenciación en la que sólo deben activarse comandos “adelante”.

La descomposición de los problemas en partes más simples y la elaboración de algoritmos de resolución han permitido al alumnado realizar una autoevaluación del proceso a través del pensamiento computacional (Wing, 2006), como nos muestran los T-patterns que incorporan una autoevaluación del procedimiento. En el *step 1*, el único *step* que cuenta con fase motriz, los T-pattern con número de orden 1.1 (participantes 3 y 8) y número de orden 1.2 (participantes 3, 8 y 11) muestran cómo el alumnado descubre por sí mismo, en la fase motriz, el error concreto en la secuencia de tarjetas seleccionadas y lo autocorrigió satisfactoriamente, y sin intervención de la maestra, en el segundo intento de la fase elección de tarjetas. Por otro lado, a partir del *feedback* que brinda el recorrido seguido por el robot, el T-pattern con número de orden 2.1 muestra una autocorrección -en un segundo intento y retirando la tarjeta correspondiente al comando equivocado- de los participantes 8 y 11 en el *step 2*, tras descubrir el error de programación como consecuencia del recorrido del robot.

El empleo de un robot educativo ha favorecido la comprensión y análisis de los retos planteados, pero la interacción de la maestra con los participantes ha resultado ser un aspecto muy relevante para analizar el razonamiento en el alumnado (Bers et al., 2019; Alonso-Tapia y Nieto, 2019) a partir de los errores cometidos -a la finalización del intento-, promoviendo la autocorrección por parte de los participantes. Sirva de ejemplo el T-pattern con número de orden 2.1. (*step 2*) que refleja cómo la maestra promueve el razonamiento en los participantes 8 y 11 al inicio del segundo intento de la fase de elección de tarjetas, que finalizará con la satisfacción del reto por los participantes. El sistema de observación diseñado ha permitido caracterizar las dificultades en la asimilación de un lenguaje computacional incipiente del alumnado de Educación Infantil. Los resultados obtenidos, permiten la optimización de las secuencias didácticas que constituyen los problemas con robots de suelo de direccionalidad programada, favoreciendo la mejora de programas educativos que estimulen el desarrollo del pensamiento computacional en las escuelas (Bers et al., 2019; Lee et al., 2011). En un trabajo posterior se pretende ampliar el estudio desarrollado a niños de todos los cursos de Educación Infantil para poder profundizar en el desarrollo del pensamiento computacional en Educación Infantil y de las dificultades aparejadas.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo del subproyecto *Vías de integración entre datos cualitativos y cuantitativos, desarrollo del caso múltiple, y synthesis review como ejes principales para un futuro innovador en investigación de actividad física y deporte* [PGC2018-098742-B-C31] (2019-2021) (Ministerio de Ciencia, Innovación y

Universidades / Agencia Estatal de Investigación / Fondo Europeo de Desarrollo Regional), que forma parte del proyecto coordinado *New approach of research in physical activity and sport from mixed methods perspective* (NARPAS_MM) [SPGC201800X098742CV0]; así como del proyecto *Tecnología i aplicació multimedia i digital als dissenys observacionals* [2014 SGR 971], Generalitat de Catalunya Research Group, Grup de recerca i innovació en dissenys (GRID).

Referencias

- Aho, A. V. (2012). Computation and computational thinking. *The Computer Journal*, 55(7), 832–835. <https://doi.org/10.1093/comjnl/bxs074>
- Alonso-Tapia, J., y Nieto, C. (2019). Clima emocional de clase: naturaleza, medida, efectos e implicaciones para la educación. *Revista de Psicodidáctica*, 24(2), 79–87. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2018.08.002>
- Alsina, A. (2017). Caracterización de un modelo para fomentar la alfabetización matemática en la infancia: vinculando la investigación con las buenas prácticas. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 12, 59–78. <https://doi.org/10.35763/aiem.v1i12.181>
- 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. *Sport*, 5(20), 1–16. <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* (2) (pp. 632–637). Sage.
- Anguera, M. T., y 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, F. Mantovani, y (Coord (Eds.), (Coord.), *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*. Lausanne: Frontiers Media. <https://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 Medicina*, 5(1), 63–82.
- Anguera, M. T., Portell, M., Chacón-Moscoso, S., y Sanduvete-Chaves, S. (2018). Indirect observation in everyday contexts: Concepts and methodological guidelines within a mixed methods framework. *Frontiers in Psychology*, 9, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00013>
- Anguera, M. T., Portell, P., Hernández-Mendo, A., Sánchez-Algarra, P., y Jonsson, G. K. (en prensa). Diachronic analysis of qualitative data. In A.J. Onwuegbuzie and 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 optimizing agreement between observational records. *Anales de Psicología*, 32(2), 589–595. <https://doi.org/10.6018/analesps.32.2.213551>
- Arnau, J. (2001). *Diseños experimentales*. Edicions Universitat de Barcelona.
- 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.
- Bers, M. U. (2008). *Blocks, robots and computers: learning about technology in early childhood*. Teacher's College Press.
- Bers, M. U. (2018). *Coding as a playground: programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge press.
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., y Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145–157. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020>
- Bers, M. U., González, C., y Armas, U. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Computers & Education*, 138, 130–145. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.013>
- Blanco-Villaseñor, A., y Escolano-Pérez, E. (2017). Observational data analysis using generalizability theory and general and mixed linear models: an empirical study of infant learning and development. *Anales de Psicología*, 33(3), 450–460. <https://doi.org/10.6018/analesps.33.3.271021>
- Clements, D. H., y Sarama, J. (1997). Research on logo: a decade of progress. *Computers in the Schools*, 14(1), 9–46. https://doi.org/10.1300/J025v14n01_02
- Città, G., Gentile, M., Allegra, M., Arrigo, M., Conti, D., Ottaviano, S., Reale, F., y Sciortino, M. (2019). The effects of mental rotation on computational thinking. *Computers & Education*, 141, 103613. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103613>
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 37–46.
- Cronbach, L. J., Gleser, G. C., Nanda, H., y Rajaratnam, N. (1972). *The dependability of behavioral measurements: theory of generalizability for scores and profiles*. Wiley.

- Del Olmo-Muñoz, J., Cózar-Gutiérrez, R., y González-Calero, J. A. (2020). Computational thinking through unplugged activities in early years of primary education. *Computers & Education*, 150, 10832. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103832>
- Diago, P. D., Arnau, D., y González-Calero, J. A. (2018). La resolución de problemas matemáticos en primeras edades escolares con Bee-bot. *Matemáticas. Educación y Sociedad*, 1(2), 36–50.
- Elkin, M., Sullivan, A., y Bers, M. U. (2014). Implementing a robotics curriculum in an early childhood Montessori classroom. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 13, 153–169. <https://doi.org/10.28945/2094>
- Fessakis, G., Gouli, E., y Mavroudi, E. (2013). Problem solving by 5–6 years old kindergarten children in a computer programming environment: A case study. *Computers and Education*, 63, 87–97. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.016>
- 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>
- Google for Education (2015). Exploring computational thinking. <https://www.google.com/edu/resources/programs/exploring-computational-thinking/>.
- Gowen, J. W. (1995). Research in review. The early development of symbolic play. *Young Children*, 50(3), 75–84.
- Hernández-Mendo, A., Blanco-Villaseñor, A., Pastrana, J. L., Morales-Sánchez, V., y Ramos-Pérez, F. J. (2016). SAGT: Aplicación informática para análisis de generalizabilidad. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 11(1), 77–89. <https://doi.org/10.4321/s1578-84232012000100006>
- Jiménez-Gestal, C., Berciano, A., y Salgado, M. (2019). Cómo trabajar la orientación espacial de modo significativo en Educación Infantil: implicaciones didácticas. *Educación Matemática*, 31(2), 61–74. <https://doi.org/10.24844/EM3102.03>
- Kalelioğlu, F. (2015). Una nueva forma de enseñar habilidades de programación a estudiantes de K-12: código. org. *Computers in Human Behavior*, 52, 200–210. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.05.047>
- Kazakoff, E. R., Sullivan, A., y Bers, M. U. (2013). The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Education Journal*, 41(4), 245–255. <https://doi.org/10.1007/s10643-012-0554-5>
- Landis, J. R., y Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, 159–174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Lapresa, D., Anguera, M. T., Alsasua, R., Arana, J., y Garzón, B. (2013). 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. (2013). Comparative analysis of the sequentiality using SDIS-GSEQ and THEME: A concrete example in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 31(15), 1687–1695. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.796061>
- Lapresa, D., Camerino, O., Cabedo, J., Anguera, M. T., Jonsson, G. K., y Arana, J. (2015). Degradación de T-patterns en estudios observacionales: un estudio sobre la eficacia en el ataque de fútbol sala. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 15(1), 71–82. <https://doi.org/10.4321/S1578-84232015000100007>
- Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., Malyn-Smith, J., y Werner, L. (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, 2(1), 32–37. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929902>
- 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>
- Mercader, J., Presentación, M. J., Siegenthaler, R., Moliner, V., y Miranda, A. (2017). Motivación y rendimiento académico en matemáticas: un estudio longitudinal en las primeras etapas educativas. *Revista de Psicodidáctica*, 22(2), 157–163. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2017.05.007>
- Papert, S. (1981). *Mindstorms: children, computers and powerful ideas*. Basic Books.
- PatternVision Ltd, & 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.
- Pérez, G., y Diago, P. D. (2018). Estudio exploratorio sobre lenguajes simbólicos de programación en tareas de resolución de problemas con Bee-bot. *Magister: Revista de Formación del Profesorado e Investigación Educativa*, 30(1 y 2), 9–20. <https://doi.org/10.17811/msg.30.1.2018.9-20>
- Resnick, M., Martin, F., Berg, R., Borovoy, R., Colella, V., Kramer, K., y Silverman, B. (1998). Digital manipulatives: new toys to think with. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 281–287. <https://doi.org/10.1145/1592761.1592779>
- Santoyo, C., Jonsson, G. K., Anguera, M. T., Portell, M., Allegro, A., Colmenares, L., y Torres, G. Y. (2020). T-patterns integration strategy in a longitudinal study: A multiple case analysis. *Physiology & Behavior*, 222, 112–904. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.112904>
- Sarama, J., y Clements, D. H. (2004). Building blocks for early childhood mathematics. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 181–189. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.014>
- Sullivan, A., y Bers, M. U. (2016). Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 3–20. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9304-5>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717–3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>