

Evaluar el Pensamiento Computacional mediante Resolución de Problemas: Validación de un Instrumento de Evaluación

Evaluating Computational Thinking through Problem Solving: Validation of an Assessment Instrument

Beatriz Ortega-Ruipérez ^{1,*} y Mikel Asensio ²

¹ Universidad Internacional de La Rioja, España

² Universidad Autónoma de Madrid, España

DESCRIPTORES:

Resolución de problemas
Instrumento de evaluación
Pensamiento computacional
Validez
Educación permanente

RESUMEN:

El pensamiento computacional se está evaluando, en la mayoría de los enfoques, a través de elementos de programación. Desde aquí se promueve un enfoque de evaluación desde la resolución de problemas complejos, ya este pensamiento es utilizado como una estrategia de resolución de problemas. En este artículo se valida el constructo teórico de un instrumento de evaluación para medir pensamiento computacional mediante la resolución de problemas complejos, con una batería de pruebas compuesta por 15 ítems. En primer lugar, se describen los principios utilizados para el diseño, principios basados en el enfoque de evaluación de sistemas complejos múltiples y el marco de PISA utilizado en 2012. Posteriormente, se analiza el modelo teórico propuesto de 2 factores: representación del problema y resolución del problema, y varios modelos adicionales con ajustes a partir del modelo teórico. Se determina que el modelo que mejor ajusta es el de 2 factores, coincidiendo con la propuesta teórica. Por último, se realizan análisis, por un lado, de la adecuación de los ítems a cada factor, confirmando así la adecuación de las pruebas, y por otro lado, la correlación entre factores obteniendo un 0,969. Se concluye que el instrumento tiene un grado de validez muy elevado, por lo que resulta adecuado para medir el pensamiento computacional a través de la resolución de problemas.

KEYWORDS:

Problem solving
Assessment instrument
Computational thinking
Validity
Lifelong learning

ABSTRACT:

Computational thinking is being assessed, in most approaches, through elements of programming. From here, an evaluation approach is promoted from the resolution of complex problems, as this thinking is used as a problem-solving strategy. This article validates the theoretical construct of an assessment instrument to measure computational thinking through complex problem solving, with a test battery composed of 15 items. First, the principles used for the design are described, principles based on the multiple complex systems assessment approach and the PISA framework used in 2012. Subsequently, the proposed 2-factor theoretical model is discussed: problem representation and problem resolution, and several additional models with adjustments from the theoretical model. It is determined that the best fitting model is the 2-factor model, coinciding with the theoretical proposal. Finally, analyses are made, on the one hand of the suitability of the items to each factor, thus confirming the suitability of the items, and on the other hand, the correlation between factors, obtaining a 0.969. It is concluded that the instrument has a very high degree of validity, so that it is suitable for measuring computational thinking through problem solving.

CÓMO CITAR:

Ortega-Ruipérez, B. y Asensio, M. (2021). Evaluar el pensamiento computacional mediante resolución de problemas: validación de un instrumento de evaluación. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 14(1), 153-171.

<https://doi.org/10.15366/riee2021.14.1.009>

*Contacto: beatriz.ortega.ruiperez@unir.net

ISSN: 1989-0397

<https://revistas.uam.es/riee>

Recibido: 28 de abril 2020
1ª Evaluación: 24 de noviembre 2020
2ª Evaluación: 4 de diciembre 2020
Aceptado: 10 de diciembre 2020

1. Introducción

La evaluación de competencias para la vida debe ser un asunto prioritario en la educación para conocer cómo debemos planificar el proceso de enseñanza, de cara a conseguir que nuestros alumnos puedan lograr una educación integral. En este sentido, Román y Murillo (2009) plantean al menos tres exigencias a la evaluación: que permita validar y reforzar el desarrollo integral, ya que en la educación se prioriza lo que se evalúa; que se contextualicen los aprendizajes medidos gracias a la comprensión de factores que componen un aprendizaje significativo, algo que se puede ver facilitado por el alto desarrollo tecnológico; y que se incluyan criterios y estrategias para mejorar la aplicación de la evaluación, ya que con unos resultados fiables sobre un aprendizaje se puede mejorar el proceso de enseñanza sobre éste.

Por ello, para evaluar el pensamiento computacional no podemos reducirnos a evaluar prácticas de programación, pues no estaremos seguros de si lo que evaluamos es el pensamiento o la capacidad para crear programas. Por ello, se promueve un enfoque de evaluación desde la resolución de problemas complejos, ya que este pensamiento es utilizado como una estrategia de resolución de problemas.

1.1. Pensamiento computacional

El pensamiento computacional (PC) (Wing, 2006) es un concepto que surge desde las Ciencias de la Computación, propuesto como unas habilidades que permite abordar los problemas complejos de forma computacional. Por tanto, a partir de esta definición podemos afirmar que se trata de un concepto que define una estrategia de pensamiento.

En su origen se definió como un pensamiento que influye en la planificación y ejecución de los problemas complejos; al utilizar técnicas que emplean habitualmente los científicos de la computación, facilitando la resolución de estos. En este caso, el PC se emplea como un pensamiento estratégico basado en un enfoque computacional de cara al establecimiento de un plan (Schoppek, 2002).

Posteriormente, surgen evidencias a favor (Kwisthout, 2012; Wing, 2014) de que es necesario un modelo computacional para la representación de problema complejos, ya que sería más fácil gestionar gran cantidad de variables consideradas de una relevancia similar entre ellas, y se facilitaría así la resolución de problemas. En este caso, el pensamiento computacional se emplea como un modelo de procesamiento de información, una estrategia de pensamiento de nivel superior que es capaz de computar un gran modelo para facilitar su representación.

Por tanto, las investigaciones posteriores sugieren que también se utiliza una estrategia computacional para construir esa representación, por lo que podríamos decir que el PC también facilita la representación de problemas complejos, y no sólo se aplica al proceso de resolución como se había planteado inicialmente.

Así, se pretende partir de una definición adecuada de este pensamiento, ya que, al igual que sugieren Blackwell et al. (2008), es importante conocer las ventajas de adoptar este nuevo estilo de pensamiento en la resolución de problemas, de modo que realmente aporte valor. Hasta ahora se suele aplicar en el diseño de programas, en ciencias de la computación (Hsu et al., 2018), pero apenas existen propuesta desde la resolución de problemas (Ortega-Ruipérez y Asensio, 2018). De hecho, en muchas ocasiones se pretende trabajar el PC desde la programación, sin mencionar que se trabaja ni cómo se hace (Heintz et al., 2016).

Este es un error común que se ha extendido de la enseñanza del PC a su evaluación. Como se puede apreciar en diferentes enfoques e instrumentos de evaluación del PC, lo que realmente se está evaluando es el conocimiento en conceptos propios de la programación (Brennan y Resnick, 2012; Koh et al., 2014; Román-González et al., 2018), pero no se evalúan procesos cognitivos propios de un pensamiento en la resolución de problemas.

De hecho, Lye y Koh (2014) realizan una revisión de la evaluación del PC desde la programación, y descubren que estos instrumentos ni siquiera evalúan las prácticas definidas para el PC, propuestas por Brennan y Resnick (2012), sino que se limitan a evaluar los conceptos del PC (para más información, revisar Ortega-Ruipérez, 2018).

En una revisión de la literatura sobre cómo se aborda la evaluación del PC, Tang et al. (2020) comprueban que sólo el 9,8% de las herramientas de evaluación del PC no tienen relación con STEM (ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas). Además, el 68,5% de las evaluaciones se realizaban a través de la programación y la robótica. Y un 21,7% eran STEM, pero no trataban sobre programación y robótica.

Por tanto, se reclama la necesidad de la creación de un instrumento de evaluación que ofrezca una forma de comprobar si mejora el pensamiento computacional al resolver problemas complejos, aplicados a cualquier ámbito, y no solo respecto a la programación y el diseño de programas informáticos.

1.2. Resolución de problemas complejos

En la otra parte de esta investigación, por tanto, se encuentra la resolución de problemas complejos (RPC), cuyo enfoque de investigación se ha ido distanciando de la investigación de resolución de problemas tradicional, debido a las características propias que contienen este tipo de problemas.

Funke y Frensch (1995) proponen una definición de los problemas complejos que suponen a la persona que lo resuelve unos requisitos concretos para poder ser resueltos. Principalmente estas peculiaridades residen en que, para resolver problemas complejos, la persona no dispone de todos los datos del contexto desde el inicio del problema. Este motivo hace que necesite evaluar continuamente cada estado del problema en el que se encuentra desde que parte del estado inicial, para recoger nuevos datos y valorar si avanza hacia el estado objetivo o debe reformular el problema debido a que cambia su representación sobre éste. Al no tener los datos desde el inicio del problema, los problemas complejos también se denominan problemas dinámicos, diferentes a los problemas estáticos (Herde et al., 2016).

Las características particulares que definen a los problemas complejos requieren estrategias más elaboradas que las empleadas tradicionalmente en la resolución de problemas, para enfrentarse a este tipo de problemas de forma que logremos resolverlos. De ello se deduce que es fundamental estudiar qué estrategias son más adecuadas para abordar problemas complejos. Y para ello, debemos generar instrumentos de evaluación diferentes a los utilizados tradicionalmente para el estudio de resolución de problemas, para investigar cómo se estructura la RPC.

La RPC, como tema de investigación independiente, se ha empezado a estudiar con más fuerza durante estos últimos años. Como recoge Funke (2013), la investigación sobre resolución de problemas ha aumentado durante los últimos años, y con la llegada de nuevos métodos para el rastreo de procesos, la creación de micro-mundos virtuales y la definición de nuevos constructos, las teorías están siendo ajustadas.

Inicialmente, Funke (2001) propuso los enfoques originales MicroDYN y MicroFIN, siendo uno de ellos cuantitativo y el otro cualitativo, respectivamente, para la evaluación de la RPC. El enfoque de las pruebas MicroDYN se basa en el marco de sistemas lineales de ecuaciones estructurales (LSE), mientras que el enfoque de MicroFIN se basa en el marco de sistemas autómatas de estados finitos (FSA).

Más recientemente, Greiff et al. (2012) han propuesto un enfoque de sistemas complejos múltiples, que aúna ambos marcos, y que permite aumentar su complejidad en cuanto a la evaluación (Herde et al., 2016). Su propuesta consiste en sistemas informáticos que permitan reproducir y medir la interacción entre el problema y la persona, de una forma más sencilla y fiable que las pruebas de lápiz y papel.

Las tres ventajas principales del enfoque de sistemas complejos múltiples son: (1) permite discriminar varios niveles de competencia, (2) estima con una alta fiabilidad la adquisición del conocimiento y la aplicación del conocimiento, y (3) limita dificultades en las puntuaciones finales de RPC debidas a errores aleatorios aislados al comienzo de la evaluación (Herde et al., 2016).

Este enfoque resulta adecuado para el estudio del empleo de estrategias de nivel superior en la resolución de problemas complejos, ya que nos permite distinguir entre una primera fase de adquisición del conocimiento sobre el problema y una segunda fase de aplicación del conocimiento para el control del problema (Funke, 2001).

La mejora de la evaluación con el uso de test informatizados ya se viene prediciendo desde los años noventa. Olea y Ponsoda (1998) ya hablaban de que los avances psicométricos y los avances informáticos estaban causando una auténtica revolución en el diseño de pruebas psicológicas y educativas, ya que, la convergencia entre ambos campos incrementa el valor diagnóstico de las pruebas de evaluación, al medir el rendimiento de procesos cognitivos implicados en la resolución de estas.

Este enfoque se incorporó parcialmente en las tareas utilizadas para la evaluación de la RPC en el *Programme for International Student Assessment* (Herde et al., 2016), o programa PISA, en su edición de 2012, ya que se basó en pruebas digitales en las que los alumnos interaccionan de forma continua con los datos de problemas dinámicos.

Las pruebas creadas para este enfoque pretenden tener conexión con temas de la vida real, intentando con ello superar las limitaciones que detectaron Gallardo-Gil, et al. (2010) sobre el enfoque de PISA 2006, enfoque que consideran haberse restringido a pruebas con temas académicos. Además, este enfoque reduce las limitaciones metodológicas que han mostrado las pruebas PISA en ediciones anteriores, como ha mostrado análisis de estas pruebas (González-Mayorga et al., 2017).

Por todo lo expuesto, resulta necesario investigar sobre cómo evaluar si el pensamiento computacional facilita la resolución de problemas complejos. Aquí se propone y analiza psicométricamente una herramienta que pretende ayudar a avanzar en la evaluación del pensamiento computacional más allá de las prácticas de programación, contexto en el que desarrollan dicho pensamiento, y que, por tanto, no permite generalizar.

2. Método

2.1. Objetivos y diseño

El objetivo de esta investigación es validar el constructo teórico de un instrumento de evaluación de la resolución de problemas complejos en español, que sirve para medir estrategias de RPC como la estrategia computacional. Para ello, se concretan dos objetivos específicos.

El primer objetivo específico es comprobar si el modelo teórico planteado de 2 factores es el modelo con el que el instrumento es el que mejor describe el instrumento. Para este objetivo se parte de una propuesta teórica de 4 fases en la resolución de problemas (explorar y comprender, representar y formular, planificar y ejecutar, observar y reflexionar), que asimismo se pueden agrupar en 2 fases o factores que implican diferentes procesos cognitivos (representación del problema las dos primeras y resolución del problema las dos últimas). Para confirmar el objetivo se van a comparar diferentes modelos, con diferente número de factores a considerar (1, 2 y 4) y haciendo a su vez distintos ajustes en cada modelo.

El segundo objetivo específico es profundizar en la adecuación de los ítems en el modelo finalmente seleccionado, de cara a confirmar que el instrumento es adecuado según la propuesta teórica, y por tanto se puede confirmar que mide lo que pretende.

Para responder a estas cuestiones se utiliza el método de estimación ULSMV, método que produce errores estándar estimados más precisos de las cargas factoriales para ítems ordinales categóricos y tamaños muestrales reducidos (Li, 2014).

2.2. Población y Muestra

Los participantes de la investigación son dos muestras de alumnos de 4º ESO, en total 66 participantes. Los participantes tienen 15 años, edad para la que ha sido diseñado el marco de PISA 2012, y que se ha tomado de referencia para la creación del instrumento de evaluación. Del total de los participantes, 28 de ellos son alumnos de un centro concertado de Valdemoro, Madrid, y los otros 38 participantes pertenecen a una Escuela de Las Rozas, Madrid.

El instrumento pretende ser válido para evaluar la capacidad de resolver problemas complejos en cualquier sujeto de 15 años que tenga como lengua materna el español, ya que la prueba requiere su total comprensión para poder eliminar el posible efecto.

2.3. Instrumento

El diseño de las pruebas del instrumento se enmarca en el programa PISA mide diferentes aspectos en alumnos de 15 años a nivel internacional, permitiendo realizar comparaciones entre los diferentes países participantes, de cara a detectar puntos débiles en los sistemas de enseñanza y así mejorarlos (Schleicher, 2006). En la edición de PISA 2012 se incluyen pruebas de RPC, basadas en el enfoque de sistemas complejos múltiples. Pero no se mantienen en ediciones posteriores. En la edición de PISA 2015, se evalúa la resolución de problemas de forma colaborativa, adoptando un marco diferente (Greiff et al., 2013).

En este caso, vamos a utilizar el marco de evaluación PISA 2012 (OECD,2010), que se puede ver en el Cuadro 1, para crear pruebas que conformen nuestro instrumento de evaluación, ya que este marco adopta las caracte-

rísticas de evaluación de los sistemas múltiples complejos (MCS), que supone mejoras respecto a otros enfoques de evaluación. Por tanto, según las características de los MCS, se han desarrollado pruebas informáticas con situaciones en las que se tiene que interactuar con el problema.

Por tanto, el marco utilizado permite la evaluación del uso de la estrategia computacional en la RPC, ya que la estrategia computacional, también denominada pensamiento computacional, se aplica en la resolución de problemas complejos al descomponerlos en problemas más sencillos de abordar, por lo que estas pruebas nos permitirán conocer la relación entre ambos.

Cuadro 1

Instrumento PISA 2012 para la resolución de problemas complejos (OECD, 2010), basado en el enfoque de sistemas múltiples complejos (Greiff et al., 2012)

	Explorar y comprender	Representar y formular	Planear y ejecutar	Observar y reflexionar
1	Pueden explorar de forma limitada, si detectan algo muy similar.	Sabe cómo funciona un dispositivo simple, si detecta algo muy similar.	Resuelven problemas si hay una condición simple y pocos pasos para el objetivo.	Tienden a no planificar con anticipación o establecer subobjetivos.
2	Pueden explorar un escenario de un problema no familiar y entender una pequeña parte.	Algunas veces, logran entender y controlar dispositivos digitales con controles no familiares.	Pueden probar una hipótesis simple y resolver un problema con una restricción específica.	Pueden planificar y ejecutar un solo paso a la vez para lograr un subobjetivo, y tienen cierta capacidad para monitorizar el proceso.
3	Pueden inferir relaciones simples entre variables. Con condiciones interrelacionadas, dejan una variable constante para ver el cambio en otras.	Pueden manejar información presentada en varios formatos. Pueden controlar dispositivos digitales simples, pero tiene problemas para más complejos.	Pueden tratar con una condición, por ejemplo, para generar varias soluciones y chequear cuál de ellas satisface la condición.	Pueden idear y ejecutar pruebas para confirmar o refutar hipótesis. Ellos entienden la necesidad de planear y monitorizar el progreso, y son capaces de intentar una opción diferente si es necesario.
4	Pueden explorar un problema bastante complejo. Entienden la relación entre sus componentes.	Pueden hipotetizar por qué un sistema funciona mal, y cómo probarlo. Pueden dominar dispositivos bastante complejos.	Pueden probar sistemáticamente posibilidades y chequear si múltiples condiciones se satisfacen.	Pueden planear unos pocos pasos y monitorizar el progreso. Suelen ser capaces de ajustar sus planes en función del feedback.
5	Pueden explorar sistemáticamente un problema complejo para entender cómo se estructura lo relevante.	Cuando se enfrente a un dispositivo complejo y no familiar, responden rápidamente al feedback para controlar el dispositivo.	Para conseguir una solución, piensan de forma anticipada para encontrar la mejor estrategia que aborda todas las restricciones dadas.	Pueden ajustar inmediatamente sus planes cuando detectan dificultades inesperadas o cuando cometen errores que les sacan del camino.
6	Pueden explorar estratégicamente para entender un problema, y la información puede estar en varios formatos que requieran interpretación.	Desarrollan modelos mentales completos y de varios escenarios, para resolverlos de forma eficaz. Si la tecnología compleja no les es familiar, aprenden de forma óptima a controlarla.	Pueden establecer hipótesis generales sobre un sistema y probarlo a fondo. Pueden guiar una premisa a través de una conclusión lógica o reconocer cuando falta información.	Para lograr una solución, pueden crear planes complejos, flexibles y de múltiples pasos que monitorizan de forma continua. Cuando es necesario, modifican sus estrategias, según todo tipo de restricciones.

Nota. Elaboración propia.

El instrumento de evaluación se compone de varias pruebas diferentes que permiten evaluar esta competencia en diferentes contextos, de forma que se pueda reducir la posibilidad de que sea el efecto del contexto el que afecte al resultado en lugar del nivel de competencia real. Se emplean tanto problemas personales como socia-

les, y tecnológicos como no tecnológicos, como veremos más adelante. En el marco PISA 2012 (OECD, 2010), las pruebas discriminan varios niveles de competencia, y en este caso concreto, son seis niveles de competencia.

Además, recoge la evaluación de diferentes fases de la competencia de resolución de problemas. De esta forma, cada una de las fases presenta unos requisitos concretos para cada uno de los niveles de competencia (Cuadro 1), siendo la base para la creación de estas pruebas. De las cuatro fases, las dos primeras fases se corresponden con la adquisición del conocimiento, mientras que las dos segundas fases se corresponden con la aplicación del conocimiento, que pueden estudiarse con alta fiabilidad desde el enfoque de sistemas complejos múltiples (Herde et al., 2016).

- *Adquisición:* La primera de las fases de la resolución de problemas corresponde con la exploración y comprensión del problema, explorar la situación para entender la relación entre los diferentes elementos o variables del problema. La segunda fase consiste en la representación y formulación del problema, de cara al establecimiento de hipótesis sobre cómo es el problema y cómo van a poder resolverlo.
- *Aplicación:* La tercera fase de resolución de problemas es la planificación y ejecución del plan para resolver el problema, que parte de la representación que nos hayamos hecho del mismo. La cuarta y última fase es la observación y reflexión sobre si los pasos que estamos llevando a cabo nos están conduciendo a la resolución del problema, o si por el contrario las acciones que realizamos nos alejan de su resolución.

Para cubrir la validez de criterio en el instrumento, se han utilizado dos pruebas empleadas en la propia evaluación de PISA 2012, que han sido liberadas, de forma que no todas las pruebas son de elaboración propia. Las pruebas de PISA escogidas son Climatizador y Billetes. La primera pertenece al marco de LSE, al que pertenece MicroDYN; y la segunda al marco de FSA, al que pertenece MicroFIN.

Respecto a las pruebas creadas que terminan de conformar nuestro instrumento de evaluación, tres de estas pruebas tienen un enfoque cualitativo, relativo por tanto al enfoque de MicroFIN, y son Vídeo, Agenda e Tren. La cuarta prueba tiene un enfoque cuantitativo, basado en MicroDYN, y es la prueba Coche.

En total hay seis preguntas del enfoque MicroFIN frente a cuatro preguntas del enfoque MicroDYN, lo que reduce el posible desequilibrio que podría provocar si existiesen diferencias en los resultados de ambos enfoques. Si, además, sumamos las preguntas de las pruebas extraídas de PISA, serían un total de nueve preguntas del enfoque MicroFIN frente a seis preguntas del enfoque MicroDYN.

Como se puede ver en el Cuadro 2, para crear una batería de pruebas equilibrada, cada una de las preguntas de estas pruebas evalúan una fase diferente en un nivel distinto o en varios niveles distintos según los resultados. Consideramos que no es necesario incluir pruebas del nivel 1, por lo que se evalúan los niveles del 2 al 6.

Cuadro 2

Relación entre las pruebas y las diferentes fases de RPC en los niveles evaluados

	%*	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
2	60-100	Billetes 2. Parcial	Agenda 1. Parcial	Agenda 2	Vídeo 2. Parcial
3	40-70	Vídeo 1	Climatizador 1. Agenda 1 Completa	Billetes 1	Vídeo 2. Completa
4	30-50	Coche 1. Parcial	Tren 1	Climatizador 2. Parcial Coche P3 Parcial	Billetes 3
5	10-30	Billetes 2. Completa	Coche 2. Parcial	Climatizador 2. Completa	Tren 2
6	0-10	Coche 1. Completa	Coche 2. Completa	Coche 3	Coche 4

Notas: * Porcentaje esperado de aciertos
Elaboración propia.

Además, en el Cuadro 2 se puede ver cuál es el porcentaje esperado de aciertos para cada nivel de competencia, en base a los resultados obtenidos en PISA 2012 y al marco teórico de requisitos para cada nivel en

cada una de las fases (Cuadro 1). Por último, durante el diseño de las pruebas, también se ha mantenido un equilibrio en el contexto que ofrece cada prueba (Cuadro 3).

Cuadro 3

Contexto de las pruebas en función de si es o no es tecnológico, o si es personal o social

Prueba	Contexto			
	Tecnológico	No tecnológico	Personal	Social
Climatizador	X		X	
Billetes	X			X
Vídeo		X		X
Agenda		X	X	
Tren		X		X
Coche	X		X	

Nota. Elaboración propia.

Las pruebas han sido creadas en base a este marco. Los niveles y las diferentes fases permiten obtener una definición precisa, ya que este marco se basa en investigaciones con larga trayectoria sobre el tema (OECD, 2010).

Los principales autores de la RPC, o dinámicos (Funke, 2001; ver más en Herde et al., 2016), han profundizado en el campo para demostrar la suficiencia de evaluación de este instrumento, que se basa en la existencia y la importancia de procesos generales de resolución de problemas, independientes de dominio (Greiff et al., 2013).

La existencia de estos procesos generales de resolución de problemas se basa en el empleo de estrategias como la que queremos estudiar, la estrategia computacional, que es aplicable a cualquier dominio. El empleo de este tipo de estrategias independientes de dominio es especialmente útil para la resolución de problemas complejos. De esta forma, el enfoque en el que se basa el diseño del instrumento permite comprobar la efectividad del uso de la estrategia computacional en cuanto a la RPC.

Por tanto, el empleo de estos procesos generales es útil en todos los contextos, y especialmente útiles para estructurar problemas en situaciones desconocidas, hacen que el diseño de esta investigación se base en un constructo ampliamente validado.

Las pruebas se aplican en formato digital, ya que requieren de interacción dado el marco de sistemas complejos múltiples y están disponible como archivo a ejecutar (.exe) tanto en Windows como en Linux. Las pruebas están accesibles en el enlace <https://bit.ly/2JaucjC>, y cada ítem está explicado al detalle en Ortega-Ruipérez (2018). Las imágenes de las pruebas se encuentran anexados como Apéndice.

2.4. Procedimiento de recogida y análisis de datos

Algunas de las pruebas elaboradas se emplearon en una prueba piloto que se realizó en formato papel durante el curso 2015/2016, de cara a comprobar dudas en la interpretación de las pruebas y mejorar su redacción. Estas pruebas están basadas en el marco de sistemas autómatas de estados finitos (FSA), es decir, las pruebas con las que se interactúa de forma cualitativa, bajo el enfoque MicroFIN: agenda, vídeo y tren.

Con algunas adaptaciones en función del feedback y en base al marco en el que se fundamenta PISA 2012 para hacer de ellas pruebas interactivas, es decir, que se tenga que interactuar con el problema, se ha creado esta versión computarizada de las pruebas para hacer esta validación del constructo teórico antes de utilizarlas en la investigación principal.

La recogida de datos se ha hecho en dos fases. En una primera fase se recogieron y analizaron los datos de la muestra que se ha utilizado exclusivamente para la investigación (28 participantes). Se realizaron

análisis descriptivos del porcentaje de aciertos por pregunta para comprobar que se sitúan en el nivel de competencia esperado.

Una vez se dio por suficiente una primera estadística descriptiva de las pruebas, se recogieron los datos de la segunda muestra ($n = 38$) para contrastar estos análisis descriptivos entre ambas muestras, de cara a comprobar que no hay diferencias significativas entre ambas muestras y que la muestra total arroja resultados similares. Inicialmente esta segunda muestra iba a ser mayor, contando con otros 2 centros con un número similar de sujetos. Sin embargo, la supervisión de la enseñanza de programación no se pudo dar lo suficiente para asegurar que los alumnos aprendían programación de una forma productiva y no reproductiva (Zapata-Ros, 2015). Finalmente, se cuenta en total con un número de participantes ajustado pero suficiente ($n = 66$) que permite realizar análisis de validación del constructo teórico a través del método de estimación ULSMV para ítems ordinales y tamaños muestrales reducidos.

2.5. *Análisis de datos*

Para conocer qué modelo factorial es el más adecuado para explicar este instrumento, se analizan diferentes estadísticos que nos proporciona el método de estimación ULSMV. Para ello se ha utilizado el programa estadístico Mplus.

El primer estadístico analizado es el Chi-Cuadrado, que somete al modelo a un contraste en el que supone que el modelo es igual a un modelo donde no existe correlación en ninguna variable, donde un alto valor de Chi-Cuadrado predice que el modelo no se adecúa bien. Por tanto, cuanto menor sea el estadístico, mejor predice el modelo al instrumento. Asimismo, el P-Valor del estadístico debe resultar no significativo para representar un buen ajuste del modelo.

El segundo estadístico analizado es el índice de error de aproximación cuadrático medio (RMSEA), un índice fiable para evaluar el ajuste general del modelo cuando éste no tiene error de especificación. Este estadístico tiene un intervalo de confianza del 90%. Se considera aceptable cuando es inferior a 0,08 y bueno cuando es inferior a 0,05.

El tercer estadístico es el índice de ajuste comparativo (CFI) que nos permite conocer si el modelo se ajusta adecuadamente a los datos, considerando un buen modelo a partir de 0,95. Este estadístico se debe tener en cuenta junto a otros. Por ello, el cuarto y último estadístico es el índice de Tucker-Lewis (TLI), con un objetivo similar al estadístico anterior, para adoptar una estrategia de evaluación por varios índices, que permita tomar una decisión más fiable, ya que los dos índices deben lograr buenos resultados para seleccionar un modelo concreto, debiendo estar el TLI también por encima de 0,95.

Para seleccionar los modelos a comparar se ha elegido el índice RMSEA, eligiendo únicamente los modelos con un 0,05 como máximo, obteniendo en total 6 modelos.

Los modelos 1 y 2 son modelos de 2 factores, correspondiendo el primero a la representación del problema (incluyendo las fases explorar y comprender; y representar y formular) y el segundo a la resolución del problema (incluyendo las fases planificar y ejecutar; y observar y reflexionar). En el modelo 1 se han fijado todos los errores entre ítems de las mismas preguntas a 0, para eliminar la correlación entre los errores de estimación, ya que habría una correlación muy alta si no que podría afectar al modelo. En el modelo 2, además de tener todos los errores entre ítems de las mismas preguntas fijados en 0, se ha fijado a 0 los errores entre los ítems coche 4 y tren 2, por sugerencias del modelo anterior, y que podría estar afectando al modelo.

Los modelos 3 y 4 son modelos de 4 factores, correspondiendo cada factor a cada una de las fases definidas en la teoría sobre RPC: explorar y comprender, representar y formular, planificar y ejecutar, observar y reflexionar. En el modelo 3 se han fijado todos los errores entre ítems de las mismas preguntas a 0. En el modelo 4, además de tener todos los errores entre ítems de las mismas preguntas fijados en 0, se ha fijado a 0 los errores entre los ítems coche 4 y tren 2 por el mismo motivo que antes.

Los modelos 5 y 6 son modelos de 1 factor, considerando todos los ítems de las pruebas pertenecientes a una única dimensión de resolución de problemas complejos. En el modelo 5 se han fijado todos los errores entre ítems de las mismas preguntas a 0. En el modelo 6 se han eliminado los ítems que en el modelo 5 han obtenido una escasa o nula proporción en la varianza explicada por cada ítem, obteniendo un R-Cuadrado estimado menor al 10% y con un P-Valor superior a 0,2.

Una vez confirmado si el modelo teórico inicial es el más adecuado, se profundiza en la adecuación de los ítems explorando los pesos factoriales de los mismos, la correlación entre los factores, la proporción de varianza explicada por ítem con R-Cuadrado y la estimación de dificultad de los ítems mediante la teoría de respuesta al ítem (TRI), concretamente se utiliza el modelo de Rasch para ítems dicotómicos y el modelo de crédito parcial de Masters para el resto de ítems, con 3 puntuaciones (Huggins-Manley y Algina, 2015).

3. Resultados

3.1. Comparación de modelos factoriales

Los resultados de todos los estadísticos a analizar en cada uno de los 6 modelos se encuentran en el Cuadro 4. Como se puede observar, el modelo 1 es el modelo que presenta las mejores puntuaciones en CFI (0,979) y en TLI (0,974), siendo las únicas puntuaciones en estos estadísticos que superan el valor de 0,95 necesario para considerar que es un buen modelo.

Además, en el modelo 1 se obtiene el valor más bajo de RMSEA (0,017), igualmente importante para determinar la fiabilidad de un modelo. Aunque el análisis parte de modelos que muestran todos un RMSEA adecuado, inferior o igual a 0,05, el modelo 1 muestra un mejor ajuste en este sentido.

Por último, aunque no es igual de importante para determinar el mejor modelo, se puede observar cómo el valor de Chi-cuadrado es uno de los más bajos, siendo el modelo 6 (64,859) el único que ha obtenido una puntuación inferior al modelo 1 (85,546). Sin embargo, si nos fijamos en el P-Valor, que debe ser lo más alto posible para no resultar significativo, el modelo 1 tiene el valor más alto en P-Valor (0,4325).

Cuadro 4

Resultados de los diferentes estadísticos analizados con el método ULSMV

	Chi ²	P-Value	RMSEA	Intervalo RMSA	CFI	TLI
Modelo 1	85,5	0,4325	0,017	0,000 – 0,070	0,979	0,974
Modelo 2	93,5	0,3242	0,031	0,000 – 0,075	0,925	0,910
Modelo 3	88,7	0,3147	0,032	0,000 – 0,077	0,922	0,902
Modelo 4	99,6	0,1175	0,053	0,000 – 0,090	0,786	0,733
Modelo 5	94,2	0,3329	0,030	0,000 – 0,075	0,929	0,916
Modelo 6	64,8	0,1479	0,055	0,000 – 0,099	0,874	0,846

Nota. Elaboración propia.

Con estos análisis podemos confirmar que nuestro instrumento se ajusta a un modelo de 2 factores, concretamente al modelo 1 donde se habían fijado todos los errores entre ítems de las mismas preguntas a 0, pero se había dejado libre la correlación entre coche 4 y tren 2.

Por tanto, el instrumento responde o reconoce la existencia de dos factores: representación del problema y resolución del problema, considerándose dos dimensiones independientes. Respaldando así la propuesta teórica, donde la dimensión de representación del problema (incluyendo las fases explorar y comprender; y representar y formular) implica unos procesos independientes a la dimensión de resolución del problema (incluyendo las fases planificar y ejecutar; y observar y reflexionar).

3.2. Descripción y validación del modelo de 2 factores

En segundo lugar, la correlación estandarizada, la cual permiten la comparación directa entre ítems, entre los dos factores definidos en el modelo elegido es de 0,969, con P-Valor significativa (0,000); lo que indica una muy buena correlación y se interpreta como algo muy positivo para la validez del instrumento.

Además, para terminar de explicar el modelo de 2 factores, se muestran los resultados de los pesos factoriales estandarizados y sus probabilidades asociadas en el Cuadro 5.

Estos pesos factoriales son bastante adecuados, pero en el caso de Agenda 1 y Climatizador 2 las probabilidades muestran que no son significativos, en Coche 4 y Tren 2 las probabilidades son ajustadas pero se pueden considerar aceptables.

Además, en el Cuadro 5 se comprueba que existe un peso negativo en el ítem Coche 4. Según los resultados, las personas que puntúen en este ítem tendrían una menor puntuación en el factor, lo que explicaría la correlación encontrada con Tren 2 que sugiere el modelo.

Cuadro 5

Distribución de los pesos factoriales de cada ítem en el factor correspondiente

Factor 1			Factor 2		
Ítem	Peso fact.	Prob. as.	Ítem	Peso fact.	Prob. as.
Agenda 1	0,127	0,458	Agenda 2	0,792	0,000
Vídeo 1	0,441	0,004	Vídeo 2	0,435	0,002
Billetes 2	0,573	0,000	Billetes 1	0,548	0,000
Coche 1	0,387	0,005	Billetes 3	0,608	0,000
Coche 2	0,511	0,000	Coche 3	0,278	0,031
Climatizador 1	0,493	0,001	Coche 4	-0,319	0,136
Tren 1	0,685	0,000	Climatizador 2	0,085	0,585
			Tren 2	0,322	0,139

Nota. Elaboración propia.

Por otra parte, se expone la proporción de la varianza explicada por cada ítem a través de R-Cuadrado, cuyos porcentajes y sus probabilidades asociadas se pueden observar en el Cuadro 6, siendo agenda 1 y climatizador 2 los ítems que explican menor porcentaje de varianza, en torno a un escaso 1%, y cuya probabilidad asociada es más elevada.

En este punto es importante recordar que el modelo seleccionado se comparó previamente con varios modelos de dos factores en los que se eliminaban estos ítems que menor porcentaje de la varianza explican, pero los estadísticos generales de adecuación del modelo resultaron peores que los estadísticos del modelo elegido, sin eliminar ningún ítem.

Cuadro 6

Porcentaje de varianza explicado por cada ítem

Factor 1			Factor 2		
Ítem	% varianza	Prob.	Ítem	% varianza	Prob.
Agenda 1	1,6	0,711	Agenda 2	62	0,000
Vídeo 1	19,5	0,155	Vídeo 2	19	0,126
Billetes 2	32,8	0,078	Billetes 1	30	0,071
Coche 1	15	0,165	Billetes 3	37	0,024
Coche 2	26,1	0,035	Coche 3	7,7	0,282
Climatizador 1	24,3	0,092	Coche 4	10,2	0,456
Tren 1	46,9	0,013	Climatizador 2	0,7	0,785
			Tren 2	10,3	0,460

Nota. Elaboración propia.

Por último, en el Cuadro 7, se recoge la dificultad estimada de cada ítem según la Teoría de Respuesta al Ítem (TRI), en la que a través de una escala normalizada, donde 0 es el valor medio, un valor igual a 0 significa que para tener el 50% de probabilidades de acertarlo debes tener una puntuación media. Esta escala pretende mostrar el nivel de constructo necesario para responder bien a cada ítem, permitiendo conocer qué ítems van a responder correctamente, aunque su competencia en RPC sea baja, y cuáles permiten distinguir a alumnos con mayor competencia.

Cuadro 7

Dificultad estimada según la TRI de cada respuesta a cada ítem

Factor 1		Factor 2	
Ítem	Dificultad estimada	Ítem	Dificultad estimada
Agenda 1	R1. 0,191 / R2. 1,691	Agenda 2	-0,309
Vídeo 1	0,191	Vídeo 2	R1. 0,038 / R2. 1,335
Billetes 2	R1. 0,230 / R2. 0,908	Billetes 1	-0,349
Coche 1	R1. 0,431 / R2. 1,550	Billetes 3	-0,114
Coche 2	R1. 0,349 / R2. 1,434	Coche 3	R1. -0,651 / R2. 1,876
Climatizador 1	-0,230	Coche 4	1,335
Tren 1	-0,153	Climatizador 2	R1. -0,230 / R2. 1,097
		Tren 2	R1. 0,967 / R2. 1,691

Nota. Elaboración propia.

4. Discusión y conclusiones

En este artículo se ha validado el constructo teórico de un instrumento en español para evaluar la aplicación de estrategias como el pensamiento computacional en la resolución de problemas (OECD, 2010), basado en el marco que propuso el programa internacional de evaluación de estudiantes PISA en 2012, y que a su vez se fundamenta en el enfoque de sistemas complejos de Greiff et al. (2012).

Hasta la fecha, la mayoría de instrumentos de evaluación del pensamiento computacional se realizan a través de programación y robótica (Tang et al., 2020). Por este motivo, el instrumento aquí presentado es una alternativa a los instrumentos hasta ahora utilizados para la evaluación del pensamiento computacional, ya que debe reclamarse una visión de este pensamiento para que realmente aporte valor más allá de la programación: en la resolución de problemas (Blackwell et al., 2008).

Este instrumento se traduce en una batería de pruebas que evalúan esta competencia, concretamente seis pruebas compuestas por 15 preguntas, válidas para muestras comprendidas entre los 14 y 16 años. Según los resultados del modelo de dos factores utilizado, la batería de pruebas creada es sólida y adecuada para evaluar el pensamiento computacional, al ser éste aplicado como una estrategia en la resolución de problemas, y que, por tanto, será un instrumento adecuado para investigar sobre estrategias empleadas en la resolución de problemas complejos en contextos educativos.

Los resultados negativos de probabilidad no significativa asociada a pesos factoriales en 3 ítems, no son concluyentes pues se ha realizado pruebas eliminando estos ítems y no mejora el modelo, de hecho el RMSEA fue superior a 0,05, por lo que se desechó este modelo (excepto en la prueba de un factor, modelo 6). Igualmente la correlación negativa de Coche 4, se ha ajustado estableciendo la correlación a 0 en el modelo 2 y tampoco supone una mejora de ajuste del modelo. Todos estos resultados convendrían probarlos con una muestra mayor.

Por tanto, como limitaciones del estudio, hay que destacar el bajo número de participantes de la muestra. Y como prospectiva, se continuará con la validación del instrumento con una muestra mayor para la

misma población, y además, realizando adaptaciones de las pruebas para poder aplicarlas a diferentes edades, con el objetivo de ampliar la población de referencia.

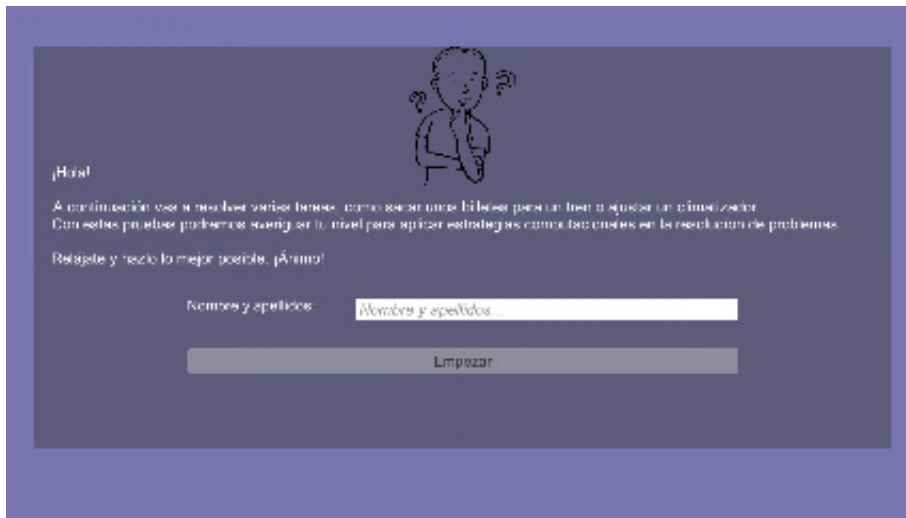
Referencias

- Blackwell, A. F., Church, L. y Green, T. R. G. (2008). *The abstract is' an enemy': Alternative perspectives to computational thinking* [Comunicación]. 20 Taller annual de Psychology of Programming Interest Group, Lancaster, Reino Unido.
- Brennan, K. y Resnick, M. (2012). *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking* [Comunicación]. Annual meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canada.
- Funke, J. (2001). Dynamic systems as tools for analysing human judgement. *Thinking y Reasoning*, 7(1), 69-89. <https://doi.org/10.1080/13546780042000046>
- Funke, J. (2013). Human problem solving in 2012. *The Journal of Problem Solving*, 6(1), 2-19. <https://doi.org/10.7771/1932-6246.1156>
- Funke, J. y Frensch, P. (1995). Complex problem-solving research in North America and Europe: An integrative review. *Foreign Psychology*, 5, 42-47.
- Gallardo-Gil, M., Fernández-Navas, M., Sepúlveda-Ruiz, M. P., Serván, M. J., Yus, R. y Barquín, J. (2010). PISA y la competencia científica: Un análisis de las pruebas de PISA en el Área de Ciencias. *RELIEVE*, 16(2), 1-17. <https://doi.org/10.7203/relieve.16.2.4138>
- González-Mayorga, H., Vidal, J. y Vieira, M. J. (2017). El impacto del Informe PISA en la sociedad española: El caso de la prensa escrita. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 23(1), 1-17. <https://doi.org/10.7203/relieve.23.1.9015>
- Greiff, S., Holt, D. V. y Funke, J. (2013). Perspectives on problem solving in educational assessment: Analytical, interactive, and collaborative problem solving. *Journal of Problem Solving*, 5(2), 71-91.
- Greiff, S., Wüstenberg, S. y Funke, J. (2012). Dynamic problem solving: A new assessment perspective. *Applied Psychological Measurement*, 36(3), 189-213. <https://doi.org/10.1177/0146621612439620>
- Greiff, S., Wüstenberg, S., Molnár, G., Fischer, A., Funke, J. y Csapó, B. (2013). Complex problem solving in educational contexts. Something beyond g: Concept, assessment, measurement invariance, and construct validity. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 364-379. <https://doi.org/10.1037/a0031856>
- Heintz, F., Mannila, L. y Färnqvist, T. (2016). A review of models for introducing computational thinking, computer science and computing in K-12 education [Comunicación]. *Frontiers in Education Conference (FIE)*, Erie, Estados Unidos de América.
- Herde, C. N., Wüstenberg, S. y Greiff, S. (2016). Assessment of complex problem solving: What we know and what we don't know. *Applied Measurement in Education*, 29(4), 265-277. <https://doi.org/10.1080/08957347.2016.1209208>
- Hsu, T. C., Chang, S. C. y Hung, Y. T. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education*, 126, 296-310.
- Huggins-Manley, A. C. y Algina, J. (2015). The partial credit model and generalized partial credit model as constrained nominal Response models, with applications in Mplus. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 22(2), 308-318. <https://doi.org/10.1080/10705511.2014.937374>
- Koh, K. H., Nickerson, H., Basawapatna, A. y Repenning, A. (2014). *Early validation of computational thinking pattern analysis* [Comunicación]. 2014 Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, Colorado, Estados Unidos de América.
- Kwisthout, J. (2012). Relevancy in problem solving: A computational framework. *The Journal of Problem Solving*, 5(1), 18-33.

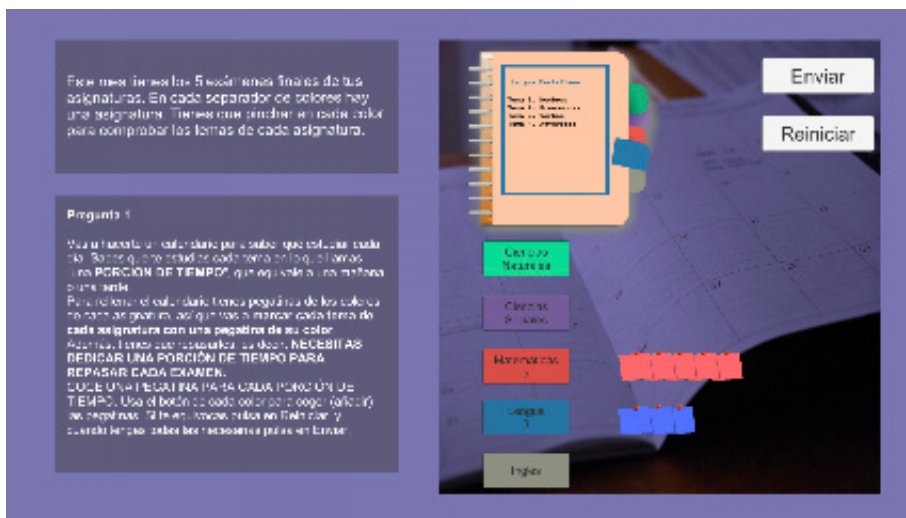
- Li, C. H. (2014). *The performance of MLR, USLMV, and WLSMV estimation in structural regression models with ordinal variables*. Michigan State University.
- Lye, S. Y. y Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12?. *Computers in Human Behavior*, 41, 51-61.
- OECD (2010). *PISA 2012 field trial problem solving framework: Draft subject to possible revision after the field trial*. OECD. Recuperado de <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/46962005.pdf>.
- Olea, J. y Ponsoda, V. (1998). Tests informatizados y adaptativos informatizados: investigación en España. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 4(2), art1.
- Ortega-Ruipérez, B. (2018). *Pensamiento computacional y resolución de problemas* (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Madrid. UAM
- Ortega-Ruipérez, B. y Asensio, M. (2018). Robótica DIY: Pensamiento computacional para mejorar la resolución de problemas. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 17(2), 129-143.
- Román, M. y Murillo, F. J. (2009). La evaluación de los aprendizajes escolares: Un recurso estratégico para mejorar la calidad educativa, *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 2(1), 4-9.
- Román-González, M., Pérez-González, J. C., Moreno-León, y J., Robles, G., (2018). Can computational talent be detected? Predictive validity of the computational thinking test. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 18, 47-58.
- Schleicher, A. (2006). Fundamentos y cuestiones políticas subyacentes al desarrollo de PISA. *Revista de Educación*, 26, 21-43.
- Schoppek, W. (2002). Examples, rules, and strategies in the control of dynamic systems. *Cognitive Science Quarterly*, 2(1), 63-92.
- Tang, X., Yin, Y., Lin, Q., Hadad, R. y Zhai, X. (2020). Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education*, 148, 103798. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103798>
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49, 33-35.
- Wing, J. (2014). *Computational thinking benefits society*. Academic Press.
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *RED Revista de Educación a Distancia*, 46(4).

Anexo I

Inicio



Prueba Agenda



Prueba Vídeo

En grupos de 4 tenéis que crear un vídeo para el proyecto de historia, explicando cómo era la vida en la Edad Media. La fecha de entrega es exactamente dentro de 2 semanas (14 días).

Para como está el vídeo habéis hecho una lista con todas las tareas que tenéis que hacer, y habéis creado una tabla para visualizar mejor el trabajo. Cada estrella representa una tarea (pincha sobre cada estrella para verla) y cada estrella está colocada en la fecha que debéis acabarla para que os dé tiempo a hacer las siguientes tareas.

Pregunta 1

Como hay poco tiempo para hacer el trabajo, tenéis que dedicar el mayor tiempo posible a cada tarea, y para ello, recordad que, que más tiempo os piden, más estrellas que aparecerán a hacer cada tarea desde que acabáis la tarea anterior. Entonces, ¿Qué día podéis empezar con la grabación de las escenas?

Crear una introducción al vídeo.

Selecciona Día

Enviar

En grupos de 4 tenéis que crear un vídeo para el proyecto de historia, explicando cómo era la vida en la Edad Media. La fecha de entrega es exactamente dentro de 2 semanas (14 días).

Para completar el vídeo habéis hecho una lista con todas las tareas que tenéis que hacer, y habéis creado una tabla para visualizar mejor el trabajo. Cada estrella representa una tarea (pincha sobre cada estrella para verla) y cada estrella está colocada en la fecha que debéis acabarla para que os dé tiempo a hacer las siguientes tareas.

Pregunta 2

El día de hoy, el sábado 14 de mayo, ya habéis hecho un vídeo de 1 minuto, aunque sea por partes, pero no podéis acabar de formarlo aún.

¿Podéis seguir con el vídeo los días siguientes a partir de hoy o en el día de la entrega? ¿Cómo que ha de ser en el momento que os quedéis los minutos del vídeo? ¿Cómo que ha de ser en el momento que os quedéis los minutos del vídeo? ¿Cómo que ha de ser en el momento que os quedéis los minutos del vídeo?

Escena explicando la situación política.

Tarea	Estrellas	Inicio	Fin
Crear la introducción del vídeo	1	14	14
Grabar la escena de la vida cotidiana	2	14	15
Grabar la escena de la vida política	3	14	16
Grabar la escena de la vida económica	4	14	17
Grabar la escena de la vida cultural	5	14	18
Grabar la escena de la vida religiosa	6	14	19
Grabar la escena de la vida militar	7	14	20
Grabar la escena de la vida científica	8	14	21
Grabar la escena de la vida artística	9	14	22
Grabar la escena de la vida filosófica	10	14	23
Grabar la escena de la vida literaria	11	14	24
Grabar la escena de la vida musical	12	14	25
Grabar la escena de la vida teatral	13	14	26
Grabar la escena de la vida deportiva	14	14	27
Grabar la escena de la vida científica	15	14	28
Grabar la escena de la vida artística	16	14	29
Grabar la escena de la vida literaria	17	14	30
Grabar la escena de la vida musical	18	14	31
Grabar la escena de la vida teatral	19	14	1
Grabar la escena de la vida deportiva	20	14	2
Grabar la escena de la vida científica	21	14	3
Grabar la escena de la vida artística	22	14	4
Grabar la escena de la vida literaria	23	14	5
Grabar la escena de la vida musical	24	14	6
Grabar la escena de la vida teatral	25	14	7
Grabar la escena de la vida deportiva	26	14	8
Grabar la escena de la vida científica	27	14	9
Grabar la escena de la vida artística	28	14	10
Grabar la escena de la vida literaria	29	14	11
Grabar la escena de la vida musical	30	14	12
Grabar la escena de la vida teatral	31	14	13
Grabar la escena de la vida deportiva	32	14	14

Escribe aquí tu respuesta...

Enviar

Prueba Billetes (Pruebas PISA)

Una estación de tren tiene una máquina automática de venta de billetes. Usa la pantalla de la derecha para comprar un billete. Debes elegir tres cosas:

- Elige la red de trenes que quieres (metro o regional).
- Elige el tipo de tarifa (normal o reducida).
- Elige un billete para un día o un billete para un número específico de viajes. Los billetes para un día permiten viajes ilimitados durante el día de su adquisición. Si compras un billete con un número específico de viajes, puedes usar los viajes en diferentes días.

El botón COMPRAR aparece cuando has hecho estas tres elecciones. Hay un botón de CANCELAR que puedes usar en cualquier momento ANTES de pulsar el botón COMPRAR.

Pregunta 1

Compra un billete normal con dos viajes individuales para el tren regional. Una vez que hayas pinchado en COMPRAR, no podrás volver a la pregunta.

Selección de la red ferroviaria

Metro Trenes Regionales

Cancelar

Una estación de tren tiene una máquina automática de venta de billetes. Usa la pantalla de la derecha para comprar un billete. Debes elegir tres cosas:

- Elegir la red de líneas que quieres (metro o regional).
- Elegir el tipo de tarifa (normal o reducida).
- Elegir un billete para un día o un billete para un número específico de viajes. Los billetes para un día permiten viajes ilimitados durante el día de su adquisición. Si compras un billete con un número específico de viajes, puedes usar los viajes en diferentes días.

El botón COMPRAR aparece cuando has hecho estas tres elecciones. Hay un botón de CANCELAR que puede usarse en cualquier momento ANTES de presionar el botón COMPRAR.

Pregunta 2

Hay planes de hacer cuatro viajes por la ciudad en metro. Eres estudiante, así que puedes usar las tarifas reducidas. Usa la máquina de venta de billetes para encontrar el billete más barato y pincha en COMPRAR.

Una estación de tren tiene una máquina automática de venta de billetes. Usa la pantalla de la derecha para comprar un billete. Debes elegir tres cosas:

- Elegir la red de líneas que quieres (metro o regional).
- Elegir el tipo de tarifa (normal o reducida).
- Elegir un billete para un día o un billete para un número específico de viajes. Los billetes para un día permiten viajes ilimitados durante el día de su adquisición. Si compras un billete con un número específico de viajes, puedes usar los viajes en diferentes días.

El botón COMPRAR aparece cuando has hecho estas tres elecciones. Hay un botón de CANCELAR que puede usarse en cualquier momento ANTES de presionar el botón COMPRAR.

Pregunta 3

Cuando comprar un billete de metro urbano con dos viajes individuales. Eres estudiante, así que puedes usar las tarifas reducidas. Usa la máquina de venta de billetes para adquirir el mejor billete disponible.

Prueba Tren

¡Nos vamos de viaje! Este verano vamos a hacer un interrail por Europa, viajando en tren por un montón de países. El mapa de la derecha muestra las horas que se tardan viajando entre los destinos señalados.

Origen y destino	Duración	Precio
1	4h	21.00€
2	22h	11.00€
4	9h	14.00€
5	14h	14.00€
6	9h	14.00€
7	22h	11.00€
8	22h	11.00€

Pregunta 1. Ya hemos marcado los días que queremos viajar en cada ciudad, y las horas de los trenes para movernos entre las ciudades. Pero por un problema con los horarios de salida, nos falta parte de la que va en los estados, por lo que no sabemos el precio. Modifica el contenido del viaje marcando el mapa a partir de las horas de viaje. Nota: Si eres estudiante puedes...

Prueba Climatizador (Pruebas PISA)

¡Nos vamos de viaje! Este verano vamos a hacer un intento por Europa, viajando en tren por un montón de países. La tabla de la derecha muestra las horas de salida más las horas de viaje, para saber la hora a la que llegamos al siguiente hotel.

Hora de salida	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
Horas de viaje	2	3	4	5	6	7
Hora de llegada	10:00	13:00	16:00	19:00	22:00	25:00

Nota: 1 día es el total que tenemos a disposición desde las 12 de horas de salida hasta las 12 de horas del día siguiente, y podemos contar después y cada una respectivamente.

Compara las fechas de los hoteles de la tabla de llegada con la tabla de hora de salida y marca el número de horas en la tabla de llegada que coinciden con el número de horas de viaje. El resultado de la tabla de llegada menos el resultado de la tabla de hora de salida es el número de días que quedan para el viaje. El resultado de la tabla de llegada menos el resultado de la tabla de hora de salida es el número de días que quedan para el viaje. El resultado de la tabla de llegada menos el resultado de la tabla de hora de salida es el número de días que quedan para el viaje.

Ciudad	Días de Entrada	Días de salida
Barcelona (España)	1	4
París (Francia)	6	8
Madrid (España)	9	13
Amsterdam (Países Bajos)	13	17
Berlín (Alemania)	17	22
Praga (Rep. Checa)	22	26
Viena (Austria)	25	29
Milán (Italia)	29	31

Enviar

No tienes las instrucciones de tu nuevo aire acondicionado. Necesitas averiguar cómo se usa.

Puedes cambiar los mandos superior, central e inferior de la izquierda desplazando el control (+/-) por la barra. La posición inicial de cada mando está en la parte central de la barra.

Pinchando en APLICAR, verás los cambios de temperatura y humedad de la habitación en los marcadores de temperatura y humedad. El recuadro de los mandadores muestra el nivel actual de temperatura o de humedad.

Preparar

Puedes cambiar la temperatura y la humedad de cada mando. Puedes regular el nivel de cada mando. Trabaja con el control de la izquierda para seleccionar el mando. Pincha en APLICAR para aplicar el nivel de temperatura y la humedad. Puedes entrar en cualquier momento en cualquier momento.

Mando superior Temperatura
20
Humedad
20

Mando central

Mando inferior

Reiniciar APLICAR

Mando superior Temperatura
Mando central Humedad
Mando inferior

ENVIAR

No tienes las instrucciones de tu nuevo aire acondicionado. Necesitas averiguar cómo se usa.

Puedes cambiar los mandos superior, central e inferior de la izquierda desplazando el control (+/-) por la barra. La posición inicial de cada mando está en la parte central de la barra.

Pinchando en APLICAR, verás los cambios de temperatura y humedad de la habitación en los marcadores de temperatura y humedad. El recuadro de los mandadores muestra el nivel actual de temperatura o de humedad.

Preparar?

¿Qué se muestra en la pantalla cuando se pulsa el botón de APLICAR?

Una temperatura para regular la temperatura y la humedad habiendo los valores de salida. Pulse en el botón de APLICAR para aplicar el nivel de temperatura y la humedad de cada mando. Trabaja con el control de la izquierda para seleccionar el mando. Pincha en APLICAR para aplicar el nivel de temperatura y la humedad. Puedes entrar en cualquier momento en cualquier momento.

Mando superior Temperatura
25
Humedad
25

Mando central

Mando inferior

APLICAR

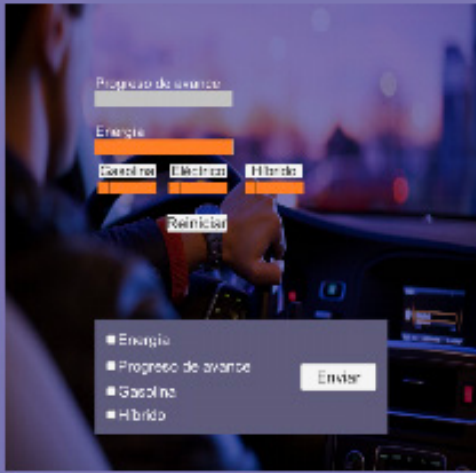
Mando superior Temperatura
Mando central Humedad
Mando inferior

Prueba Coche

Vas a una fiesta y tienes que llevar las bebidas, así que has pensado ir en tu nuevo coche híbrido sin carnet. El problema es que se te ha olvidado cargar el coche esta noche, y tienes muy poca gasolina. Averigua que tipo de conducción tienes que usar en cada momento (gasolina, eléctrico, híbrido) para llegar a la fiesta sin quedarte sin energía.

Para cada modo de conducción, la barra negra te indica el mínimo que debes tener para poder usarlo.

NOTA: No importa que llegues a 0 de energía porque en la fiesta hay un punto de carga.



Pregunta 1

Averigua a cuáles de los elementos del problema afecta conducir el coche en modo eléctrico.

Vas a una fiesta y tienes que llevar las bebidas, así que has pensado ir en tu nuevo coche híbrido sin carnet. El problema es que se te ha olvidado cargar el coche esta noche, y tienes muy poca gasolina. Averigua qué tipo de conducción tienes que usar en cada momento (gasolina, eléctrico, híbrido) para llegar a la fiesta sin quedarte sin energía.

Para cada modo de conducción, la barra negra te indica el mínimo que debes tener para poder usarlo.

NOTA: No importa que llegues a 0 de energía porque en la fiesta hay un punto de carga.



Pregunta 2

Averigua a qué elementos de cada modo de conducción. Tienes los botones en el diagrama de abajo para indicar en qué influye cada modo de conducción.

Para dibujar las líneas, pincha sobre el modo de conducción y luego pincha en Energía. Después te avisa a qué modo de conducción influye en cada elemento de energía.

Vas a una fiesta y tienes que llevar las bebidas, así que has pensado ir en tu nuevo coche híbrido sin carnet. El problema es que se te ha olvidado cargar el coche esta noche, y tienes muy poca gasolina. Averigua que tipo de conducción tienes que usar en cada momento (gasolina, eléctrico, híbrido) para llegar a la fiesta sin quedarte sin energía.

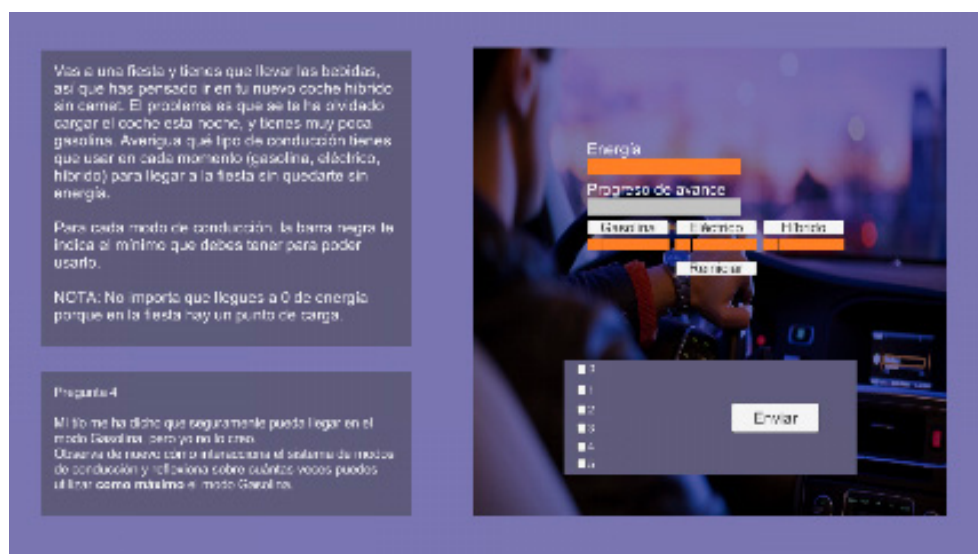
NOTA: No importa que llegues a 0 de energía porque en la fiesta hay un punto de carga.



Pregunta 3

Intenta llegar a la fiesta. Para ello, tendrás que completar la barra de progreso de avance sin quedarte sin energía.

Si no has podido terminar, pulsa enviar.



Breve CVs de los autores

Beatriz Ortega Ruipérez

Doctora en Psicología Básica (Universidad Autónoma Madrid), aplicada a la educación y en concreto a la tecnología educativa. Docente en el Máster de Tecnología Educativa de UNIR y en el Máster de Profesorado de URJC. Entre las principales líneas de investigación destacan: la estructura y evaluación del pensamiento computacional, la robótica y la programación para desarrollar este pensamiento, el diseño pedagógico de videojuegos, la inclusión de técnicas de impacto social como Aprendizaje-Servicio, y la autorregulación del aprendizaje. Email: beatriz.ortega.ruiperez@unir.net

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3822-5745>

Mikel Asensio Brouard

Profesor titular e investigador en la Universidad Autónoma de Madrid desde el año 1985. Premio Nacional de Investigación. Ha sido Vicedecano, Delegado del Rector, y durante más de 5 años Director del Museo de Artes y Tradiciones Populares de la UAM. Visitor Research y profesor invitado en varias universidades. Ha impartido numerosas conferencias en Estados Unidos, China, Europa e Iberoamérica. En Europa, ha participado en cinco proyectos europeos del quinto, sexto y séptimo programa marco. Ha sido director de investigaciones competitivas nacionales y regionales. Y un centenar de proyectos en el ámbito profesional del patrimonio. Ha dirigido 11 tesis doctorales. Es autor de 261 publicaciones en temas de Museología y Patrimonio, Educación y Psicología. Email: mikel.asensio@uam.es.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1020-5486>