

# Pensamiento computacional y género: un estudio observacional

Cristina Cachero, Santiago Meliá  
Dpto de Lenguajes y Sistemas Informáticos  
Universidad de Alicante  
Alicante

ccachero@dlsi.ua.es, santi@dlsi.ua.es

Pilar Barra  
Dpto de Ciencias Sociales, Jurídicas y de la Empresa  
Universidad Católica de Murcia  
Murcia  
mpbarra@ucam.edu

## Resumen

El propósito de este estudio ha sido medir el efecto del género en la percepción y desarrollo del pensamiento computacional en alumnos de primer curso de grados universitarios. Para ello se ha realizado un estudio observacional en el que, para una muestra de 79 estudiantes de primer curso del grado de Psicología de la UCAM, se midió tanto su nivel de pensamiento computacional objetivo como su auto-percepción acerca de sus habilidades computacionales. Durante la fase de análisis de datos se aplicaron sendos t-tests para muestras independientes. Los resultados muestran que existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la percepción de auto-eficacia computacional entre hombres y mujeres, diferencias que no se corresponden con los niveles objetivos, que no presentan diferencias estadísticamente significativas. Se hace por tanto necesario concienciar a las estudiantes de lo erróneo de esta auto-percepción con el fin de motivarlas a la asunción de retos computacionales que entrenen esta habilidad durante su formación.

## Abstract

The purpose of the study was to study the effect of gender on the perception and development of the computational thinking capabilities of first year university students. An observational study was conducted in which 79 students of Psychology at the UCAM were measured with respect to both their computational thinking objective capabilities and their subjective perception regarding those same capabilities. During the data analysis, two t-tests for independent samples were applied. The results show that there are statistically significant differences between males and females regarding their auto-perception of computational efficacy. Such differences are not supported by statistically significant differences in objective performance. These results suggest the necessity to increase awareness among female students of this fact in order to increa-

se their engagement in computational challenges that further train their ability during their education.

## Palabras clave

Pensamiento Computacional, Género, Estudio Observacional.

## 1. Introducción

Nuestra sociedad ya es digital: vivimos rodeados de objetos programables controlados mediante software [24]. Gestionar de forma exitosa este nuevo entorno exige desarrollar competencias relacionadas con el Pensamiento Computacional (PC), entendido como "los procesos de pensamiento involucrados en la formulación de problemas y sus soluciones de forma que las soluciones puedan ser representadas como pasos computacionales y algoritmos"[1]. Así, desarrollar las capacidades computacionales implica incrementar la competencia en una serie de procesos cognitivos relacionados con la resolución de problemas, como son <sup>1</sup>:

- Descomposición: dividir datos, procesos o problemas en partes más pequeñas y manejables.
- Reconocimiento de patrones: identificar patrones, tendencias y regularidades en los datos.
- Abstracción: identificar los principios generales que generan esos patrones.
- Diseño de algoritmos: desarrollar las secuencias de instrucciones paso a paso que permiten resolver el problema actual y otros similares.

Es importante destacar que dominar estos procesos es clave para la resolución de problemas en prácticamente cualquier disciplina, y no sólo en ingeniería [35]. Por ejemplo, dominar los procesos de descomposición puede ayudar a un estudiante de literatura a analizar un poema, o el reconocimiento de patrones

<sup>1</sup><https://computationalthinkingcourse.withgoogle.com/>

puede ayudar a un economista a detectar ciclos económicos. En general, se asume que el PC está estrechamente relacionado con el razonamiento científico, *i.e.* la especificación de un problema, el uso de recursos para la indagación y la generación de hipótesis, la construcción de modelos, la experimentación para testar las hipótesis y la evaluación de las evidencias [33]. Además, mejorar las habilidades de PC, independientemente de la disciplina, mejora la confianza del sujeto a la hora de tratar con problemas ambiguos o abiertos<sup>2</sup>.

Sin embargo, a pesar de su importancia, todavía hoy nos encontramos con programas académicos que, en muchas disciplinas, ignoran de manera sistemática el desarrollo de estas habilidades. Aún más, existe una brecha de género reconocida en las formaciones STEM [12]<sup>3</sup>. Existen discrepancias sobre si esta brecha se debe a la existencia de diferencias cognitivas de género (habilidad espacial y verbal de hombres *vs* mujeres) o si, por el contrario, esta brecha puede ser atribuida a otra serie de razones, como son los estereotipos culturales, los mayores niveles de ansiedad, los menores niveles de auto-confianza y, en último término, la menor percepción de auto-eficacia en disciplinas STEM. La hipótesis de razones cognitivas es soportada por trabajos como [13, 17]. Sin embargo, otros autores se basan en los resultados de varios meta-análisis en distintos contextos [20, 19] y en los resultados de los informes PISA [12] para decantarse por razones sociales, psicológicas y de falta de modelos femeninos [12, 26, 31]. Sea cual sea la razón, el hecho es que existe un desequilibrio claro de género en carreras STEM, que se traduce en compañías como Apple, Google, Twitter o Facebook donde alrededor de un 85 % de los trabajadores son masculinos [29].

El propósito de este trabajo ha sido aumentar el acervo empírico que nos permita avanzar en el entendimiento de cuál es la influencia del género sobre el PC en el contexto de universidades españolas. Para ello, presentamos un estudio empírico que analiza la relación entre género y competencias computacionales a nivel tanto objetivo como subjetivo en los estudiantes de primer curso del Grado de Psicología (GP) de la Universidad Católica de Murcia (UCAM). El artículo está estructurado como sigue: en la Sección 2 se presenta el estado de la investigación con respecto a la evaluación del PC y al impacto del género sobre el mismo. Seguidamente, en la Sección 3 se describe el diseño del estudio, que incluye la formulación de preguntas de investigación, la definición de variables y el establecimiento de hipótesis. La Sección 4 detalla los pasos seguidos para la ejecución del estudio. Los datos arrojados por dicha ejecución se analizan en la Sección

5, que también incluye las principales amenazas a la validez del estudio. Por último, la Sección 6 presenta las principales conclusiones y algunas posibles líneas de trabajo futuras.

## 2. Trabajo relacionado

Desde que se produjo la primera definición del concepto de PC en 1993 [27], y todavía más desde la aparición del artículo de Wing [34], existe una discusión abierta acerca de qué es el PC y cómo se puede desarrollar y medir en los distintos niveles de la educación. Un mapeo sistemático del 2016, centrado en la definición, ámbito y base teórica del PC, encontró 125 trabajos relevantes en el período 2006-2014 [21]. El mapeo revela que, hasta el momento, la mayor parte de la investigación se ha centrado en el diseño de actividades para promover el PC en el currículum. Las estrategias propuestas más comunes para el desarrollo del PC han sido el aprendizaje basado en juego y el constructivismo. Por lo que respecta a los segmentos de población estudiados, el 37.6 % de los trabajos se ha centrado en los niveles K-12 (desde infantil a secundaria), el 24.8 % se ha centrado en niveles de educación superior y el 37.6 % afecta a ambas poblaciones. El trabajo concluye que la disciplina necesita madurar y proporcionar (a) marcos teóricos de consenso sobre los que sustentar las distintas propuestas y (b) instrumentos de medición válidos que permitan medir de manera sistemática el efecto de los tratamientos sobre las habilidades de PC. Otra revisión del estado de la literatura en el ámbito K-12 presentada en [14] llega a conclusiones similares, y concluye que la comunidad científica ya ha proporcionado definiciones consensuadas de PC, y que existe un volumen de trabajo importante centrado en el diseño de actividades para desarrollar el PC. Sin embargo, la medición fiable del PC sigue siendo un campo poco investigado y poco desarrollado. Además, esta revisión incluye la variable de género. Su conclusión más importante a este respecto es que los entornos de programación modernos son más neutrales con respecto a dicha variable. Por último, una revisión sistemática de la literatura del año 2017 [23] presenta un panorama actualizado de la importancia del PC para las instituciones de educación, cómo se está incorporando en cursos de distintas disciplinas y cómo se está enseñando, y proporciona un repositorio de herramientas disponibles. Además, aborda de manera específica la evaluación del PC y, al igual que ocurre en [14] y en [21], concluye que la medición fiable del PC es todavía una asignatura pendiente.

A continuación se ahonda en los aspectos de (a) la evaluación del PC y (b) la relación entre PC y género, que sustentan el estudio observacional presentado en este trabajo.

<sup>2</sup><https://computationalthinkingcourse.withgoogle.com/>

<sup>3</sup>Acrónimo de *Science, Technology, Engineering and Maths*. Algunos autores añaden las Artes (*Arts*), y hablan de disciplinas STEAM.

## 2.1. Evaluación del PC

A pesar de la reconocida escasez de instrumentos fiables de medición del PC en los distintos niveles de la enseñanza, existen algunas propuestas tanto a nivel K-12 como a nivel de universidad.

A nivel K-12, una forma usual de medir el PC es mediante la programación de juegos con distintos lenguajes como Scratch o Alice [3, 4, 17, 33]. Otra posibilidad es el desarrollo de instrumentos de evaluación del PC en el contexto de un currículo específico, como se ha hecho en el proyecto *Principled Assessment of Computational Thinking (PACT)* <sup>4</sup>, que ha diseñado, implementado y validado una serie de instrumentos para el currículo de secundaria *Exploring Computer Science (ECS)*. Una tercera vía de evaluación propuesta en la literatura es el uso de una selección adecuada de tareas incluidas en los diferentes concursos Bebras [8, 11, 18].

Por lo que respecta a instrumentos de PC a nivel universitario, hasta lo que alcanza nuestro conocimiento dichos instrumentos se han concebido para ser administrados en el contexto de cursos de programación (típicamente CS0, CS1 o CS2 [16]) dentro de carreras STEM. Este es el caso del instrumento de Decker [10], o distintos exámenes orientados a medir el conocimiento conceptual en Ciencias de la Computación como el *CS Advanced Placement (AP) exam*, el *Advanced Level General Certificate of Education (A-level) in Computing exam*, el *Major Field Test for Computer Science* o el *GRE Computer Science Subject Test*. La mayoría de estos instrumentos están controlados y administrados por paneles de evaluación educacional específicos, y por tanto no están disponibles para su uso abierto por parte de educadores e investigadores en general. Además, la mayoría de estos instrumentos se orientan a la evaluación de objetivos de aprendizaje de programación a final de curso. Una excepción notable a esta tendencia es el *Foundational CS1 (FCS1)* [32]. El FCS1 es un test diseñado para evaluar el contenido del currículo de CS1. Como principales características, se trata de un test que mide la comprensión de conceptos computacionales fundamentales, independientemente del paradigma pedagógico utilizado o del lenguaje de programación elegido. Sin embargo, el FCS1 sigue asumiendo que los alumnos que realizan el test han cursado el CS1.

La gran disparidad de enfoques e instrumentos existentes muestra la relativa inmadurez del campo de la evaluación del PC. Aunque el interés en la promoción y evaluación del PC es alto entre la comunidad científica, todavía se carece de instrumentos estandarizados que estén abiertos al uso general y que, basados en modelos teóricos aceptados por la comunidad, sirvan para

incrementar el acervo empírico de la disciplina. Sólo mediante una medición estandarizada y objetiva será posible que la comunidad científica pueda proporcionar una visión cuantitativa del impacto de las distintas propuestas existentes para el desarrollo del PC.

## 2.2. PC y género

Por otro lado, por lo que respecta a la relación entre PC y género, de los tres trabajos recopilatorios comentados anteriormente [14, 21, 23], sólo en el artículo de Grover y Pea [14] se nombra el problema de diferencias de género. En él se esgrimen las razones por las cuales es importante para la sociedad en su conjunto disminuir estas diferencias [25, 7] y se apunta a la necesidad de disponer de actividades y entornos de desarrollo neutrales con respecto al género.

En [26] se presentan los resultados de dos estudios sobre la imagen que los estudiantes de primaria tienen sobre los usuarios expertos en computación (que resultó ser la de hombres con gafas) y su auto-percepción con respecto a su habilidad con los ordenadores (que resultó depender de su nivel de experiencia previa o su confianza más que de su género). También en [9] se estudia el impacto del género durante la ejecución de tareas Bebras <sup>5</sup>. Este estudio concluye que mujeres y hombres son igual de eficientes, pero que los hombres son más eficaces. Otro estudio relevante es el de Howland *et al.*, [17], donde se presenta un estudio empírico sobre el impacto de Flip, un lenguaje de programación para la creación de juegos de rol en 3D, sobre el desarrollo de las habilidades computacionales de jóvenes entre 11 y 15 años. Por lo que respecta al género, el estudio muestra cómo las niñas del estudio escribieron más fragmentos de código y más complejos que los niños. El estudio detectó además una tendencia hacia un mayor aprendizaje por parte del género femenino. Por último, en [30] se muestra cómo en España los hombres están más familiarizados con la programación que las mujeres (en bachillerato, un 66 % de los hombres encuestados habían programado con anterioridad al estudio, frente a un 41.8 % de mujeres). Además, este estudio muestra cómo las chicas son más proclives a declararse poco eficaces en una tarea aunque tengan evidencia objetiva de su rendimiento en la misma (pesimismo defensivo), y cómo la brecha de PC objetivo por género es progresivamente mayor según vamos avanzando en el ciclo educativo.

## 3. Diseño experimental

Con el fin de aumentar el acervo empírico relacionado con las diferencias de PC atribuibles a género

<sup>4</sup>PACT

<sup>5</sup><https://www.bebas.org/?q=about>

(nivel objetivo y auto-eficacia subjetiva), en Febrero del 2018 se realizó un estudio observacional. Los estudios observacionales son estudios empíricos donde, al contrario de lo que ocurre en experimentos o quasi-experimentos, las variables independientes (VI) no se manipulan sino que se observan [2]. Este es el caso de la VI género, que no es manipulable. Como principal inconveniente, los estudios observacionales no permiten establecer relaciones de causa-efecto, ya que no se controlan los factores potenciales de confusión, es decir, explicaciones alternativas para los resultados del estudio [5].

### 3.1. Objetivos y definición del contexto

Siguiendo la estructura de la plantilla *Goal Question Metric* (GQM) [28], el propósito de este estudio fue analizar el efecto de género en la percepción subjetiva y el nivel objetivo del PC de estudiantes de primer curso del GP de la UCAM. El diseño del experimento se basó en el marco experimental propuesto por Wohlin *et al.* [36].

Las preguntas de investigación se diseñaron de forma que pudiesen ser contestadas de manera cuantitativa como sigue:

- RQ1: ¿Existen diferencias significativas en el nivel objetivo de PC en función del género?
- RQ2: ¿Existen diferencias significativas en la percepción subjetiva de auto-eficacia en cuanto al PC en función del género?

### 3.2. Diseño

En este estudio, planeamos la recopilación de datos de 90 estudiantes de primer curso del GP de la UCAM, sin ningún tipo de experiencia previa de programación. Dada la falta de consenso en cuanto a instrumentos estandarizados de medición del PC en el ámbito universitario (ver Sección 2), para este estudio se decidió utilizar el Test de Pensamiento Computacional (TPC) presentado en [30]. El TPC, además de no requerir ningún tipo de experiencia previa en programación, ha sido extensamente validado en el contexto español, donde ha demostrado altos niveles de validez concurrente (con respecto a los instrumentos PMA, RP30, y FI-R<sup>6</sup>), validez discriminante, validez convergente (con respecto a Dr. Scratch<sup>7</sup> y Bebras<sup>8</sup>) y validez factorial [13].

#### VARIABLES Y ESCALAS DE MEDICIÓN

Se definió una sola VI, Género (G), de tipo categorial, inter-sujeto, con dos posibles valores: Femenino o Masculino.

<sup>6</sup><http://www.e-teaediciones.com/>

<sup>7</sup><http://www.drscratch.org/>

<sup>8</sup><https://www.bebas.org/?q=about>

Como Variables Dependientes (VD) se definieron las siguientes:

- PCO: Pensamiento Computacional Objetivo: puntuación objetiva del TPC. Medida de tipo ratio. Instrumento de medición: escala de 28 ítems con dos valores posibles cada uno (correcto/incorrecto). Rango de la medida [0..28].
- PCS: Pensamiento Computacional Subjetivo: medida auto-reportada del TPC sobre la auto-percepción del sujeto sobre sus habilidades de PC. Medida de tipo intervalo. Instrumento de medición: escala de dos ítems con 10 valores posibles cada uno (1..10). Rango de la medida [1..10].

#### HIPÓTESIS

A partir de las preguntas de investigación formuladas y las variables y medidas definidas, se establecieron las siguientes hipótesis nulas, susceptibles de ser refutadas estadísticamente mediante el método de Refutación de Hipótesis:

- HGenderPCO<sub>0</sub> (RQ1): la puntuación media de PCO de hombres y mujeres es la misma ( $\mu_1 = \mu_2$ ).
- HGenderPCS<sub>0</sub> (RQ2): la puntuación media de PCS de hombres y mujeres es la misma ( $\mu_1 = \mu_2$ ).

## 4. Ejecución del estudio

La recopilación de los datos tuvo lugar en una sesión de clase durante la segunda semana de Febrero del 2018. En ella, se pidió a los estudiantes que cumplimentaran el TPC. Dicha cumplimentación no se anunció de antemano, y los estudiantes no recibieron ningún tipo de retroalimentación sobre su rendimiento hasta el final de la sesión. Dos instructores supervisaron la sesión con el fin de evitar cualquier tipo de interacción entre los sujetos. De los 90 sujetos posibles, 79 acudieron ese día a clase. Puesto que los estudiantes no sabían que ese día iba a realizarse la sesión de recopilación de datos, podemos asumir que su ausencia no estuvo relacionada con el estudio, y por tanto no supone un riesgo para la validez de los resultados. Por razones éticas, al inicio de la sesión se solicitó de manera explícita el permiso de los participantes para tratar sus datos de manera anónima y agregada. Todos los estudiantes aceptaron participar. La distribución de los participantes por género puede ser vista en el Cuadro 1.

## 5. Análisis de datos

El cálculo de las dos medidas de interés (PCO y PCS) se realizó de manera automatizada a partir de

Género	Esperados	Participantes
Femenino	69	60
Masculino	21	19
Total	90	79

Cuadro 1: Distribución de sujetos por género.

las respuestas del TPC. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el software SPSS Statistics v.23. El Cuadro 2 muestra los principales estadísticos descriptivos -media y desviación típica (DT)- de las medidas incluidas en nuestro estudio.

	PCO		PCS	
	Media	DT	Media	DT
Femenino	16,30	4,85	4,58	1,98
Masculino	16,89	4,69	6,16	1,83

Cuadro 2: Estadísticos descriptivos de PC y género

Con el fin de analizar las hipótesis asociadas a las preguntas de investigación RQ1 (HGenderPCO<sub>0</sub>) y RQ2 (HGenderPCS<sub>0</sub>) se aplicaron sendos t-tests de medidas independientes. Este test tiene seis asunciones que deben ser revisadas. Las primeras tres asunciones están relacionadas con el diseño del estudio: necesitamos una variable dependiente medida a nivel continuo (en nuestro caso PCO y PCS), una variable independiente dicotómica (en nuestro caso el género) e independencia de observaciones, i.e. que no haya relación entre las observaciones en cada grupo de la variable independiente o entre grupos. Las otras tres asunciones se refieren a cómo nuestros datos se adaptan a las características del t-test para permitir la producción de un resultado válido. Éstas son:

- Ausencia de valores extremos en los dos grupos de la variable independiente en términos de la variable dependiente. Un examen visual de los diagramas de caja para PCO y PCS mostró cómo no existían valores situados más allá de 1.5 veces la longitud de la caja medido a partir de su borde para ninguno de los grupos (ver Figs. 1 y 2).
- Distribución aproximadamente normal para cada grupo de la VD. Esta asunción se cumplió para las dos variables, tal y como demuestra el resultado del test de Shapiro-Wilk (PCO:  $\rho > 0.05$  para las dos celdas del diseño, PCS:  $\rho > 0.05$  para las dos celdas del diseño).
- Homogeneidad de varianzas. Esta asunción se comprobó mediante el test de Levene. En este caso, el test arrojó valores de  $\rho > 0.05$  para todas las celdas tanto de la variable PCS como de la variable PCO.

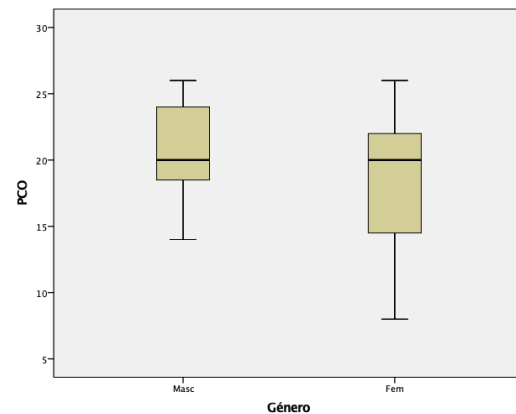


Figura 1: PCO: Diagrama de caja

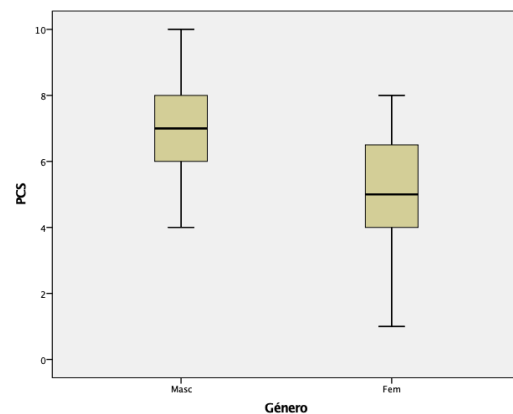


Figura 2: PCS: Diagrama de caja

### 5.1. RQ1: Diferencias en PCO en función del género

A continuación se describen los resultados con el formato media±desviación típica (DT).

La media de PCO para mujeres y hombres fue de  $16,30 \pm 4,85$  y  $16,89 \pm 4,69$ , respectivamente. Los resultados del t-test indican que no hay diferencias estadísticamente significativas en cuanto a las puntuaciones de PCO entre mujeres y hombres ( $t(77) = -0,469$ ,  $\rho = 0,64$ ,  $Hedges'g_s = 0,1214$  [22]). Por tanto se puede concluir que las habilidades computacionales de mujeres y hombres son similares.

### 5.2. RQ2: Diferencias en PCS en función del género

Por lo que respecta a PCS, la media para mujeres y hombres fue de  $4,58 \pm 1,98$  y  $6,16 \pm 1,83$ , respectivamente. Los resultados del t-test indican que estas diferencias son estadísticamente significativas ( $t(77) = -3,071$ ,  $\rho = 0,003$ ,  $Hedges'g_s = 0,8006$  [22]). Por tanto se puede concluir que la auto-percepción sobre

las habilidades computacionales de mujeres y hombres son significativamente inferiores en el caso de las mujeres.

### 5.3. Amenazas a la validez del estudio

Para el análisis de las principales amenazas a la validez del estudio se ha seguido la clasificación propuesta por Cook y Campbell [6]: amenazas a la validez interna, externa, de constructo y de conclusión.

*Las amenazas a la validez interna* se ocupan de estudiar la posibilidad de que existan factores ocultos susceptibles de proporcionar explicaciones alternativas a los resultados. Los estudios observacionales tienen, por definición, una validez interna inferior a los experimentos, debido al sesgo de selección, hasta el punto de que sólo establecen la existencia o no de una relación, pero no necesariamente de causalidad. Otra amenaza a la validez interna es que no todos los sujetos inicialmente seleccionados participen finalmente en el estudio (tasa de abandono). En el presente estudio esta amenaza se mitigó no haciendo partícipes a los sujetos de antemano de que iban a ser medidos con respecto a sus habilidades computacionales. Además, todos los sujetos que se presentaron a la sesión del día en el que el estudio estaba programado consintieron participar. Otra amenaza es la posible influencia de la experiencia previa de los sujetos en programación. Aunque el grado escogido para el estudio no pertenece a disciplinas STEM, y por tanto los estudiantes suelen tener un perfil menos tecnológico - y por tanto menor exposición a formación reglada o no reglada en programación o disciplinas afines -, no podemos descartar que algunos alumnos hayan recibido dicha formación. Sin embargo, si este ha sido el caso, ambos géneros han tenido las mismas posibilidades de acceder a ella, y los resultados objetivos parecen indicar que esta posible formación ha tenido un impacto similar en ambos géneros.

*Las amenazas a la validez externa* se refieren a la generalizabilidad de los resultados. En este estudio los sujetos no fueron seleccionados al azar, sino que se trata de una muestra de conveniencia, en este caso compuesta por los estudiantes de primer curso de un grado al que tenía acceso uno de los autores del trabajo. Por tanto no es una muestra representativa de la población de estudiantes universitarios de primer año. Para mitigar este riesgo, es necesario realizar réplicas de este estudio.

*Las amenazas a la validez de constructo* se refieren a la relación entre la teoría y la observación. En este estudio se han especificado claramente las preguntas de investigación que han dirigido la definición de hipótesis, variables y medidas. El instrumento utilizado para la medición del PC también es un instrumento ampliamente validado en el contexto español, aunque, al no

existir un estándar, no se puede saber si el uso de otro tipo de test habría arrojado resultados distintos.

Por último, *las amenazas a la validez de conclusión* (validez estadística) se refieren a la relación entre el tratamiento y el resultado. Todos los análisis estadísticos se han precedido de una serie de tests para asegurar que las asunciones del procedimiento estadístico no se estaban violando. Los dos grupos (femenino y masculino) no están balanceados, lo que puede afectar a la precisión del estudio [5]. La homocedasticidad (igualdad de varianzas) de los grupos palía este riesgo.

## 6. Conclusiones y trabajos futuros

En este artículo se ha presentado un estudio observacional que aporta nuevos datos empíricos relativos a la relación existente entre PC y género. Los resultados indican que, a pesar de que las mujeres piensan que tienen menos habilidades computacionales que los hombres, la realidad es que ambos géneros tienen una habilidad objetiva similar. Creemos que esta disonancia entre creencia y realidad está teniendo importantes repercusiones en la orientación profesional de las mujeres, que eligen de manera muy minoritaria carreras donde este tipo de capacidades tienen especial relevancia, y en general presentan una mayor tasa de abandono. Pensamos por tanto que evidenciar la falsedad de esta creencia desde niveles tempranos es fundamental para no convertirla en una profecía auto-cumplida: una mayor confianza de los sujetos en sus capacidades computacionales implica incrementar la probabilidad de que se involucren en actividades que contribuyan al desarrollo de dichas capacidades, lo que en último término conllevará un mayor dominio efectivo de las mismas y una mayor probabilidad de que acaben eligiendo carreras donde estas capacidades jueguen un papel relevante.

Para contribuir a esta concienciación y disminuir las diferencias de percepción entre géneros, pensamos que es importante que los grados universitarios incluyan en sus planes de estudio tanto actividades específicas de entrenamiento del PC como actividades de reflexión y debate sobre PC y género. Una posibilidad en este sentido podría ser la creación de cursos transversales como la *Introducción al pensamiento computacional* de Hambrush *et al.* [15]. En él, los autores abogan por el uso de una aproximación dirigida por problemas centrada en el descubrimiento científico y en principios computacionales, y con problemas que estén directamente relacionados con el área de interés del estudiante, aunque no necesariamente con su dominio específico. Sin embargo, hay otras posibilidades, como puede ser la introducción transversal de tareas computacionales como parte de las distintas asignaturas que ya conforman los grados. Hasta lo que alcanza nuestro cono-

cimiento, la comunidad científica sufre una insuficiencia de datos empíricos que la ayuden a discernir qué aproximaciones son las más efectivas de cara a desarrollar las capacidades computacionales en ambos géneros.

Este trabajo es por tanto el inicio de un largo camino. En futuros trabajos pretendemos realizar réplicas de este estudio con otros grupos y universidades, con el fin de comprobar si se siguen manteniendo estos resultados. Otra línea de investigación en la que estamos ya trabajando es en la elaboración de un instrumento de medición de PC adecuado para alumnos de primeros años de grados universitarios, que sea independiente del grado concreto que se esté cursando. Por último, en futuros trabajos pretendemos abordar el impacto de distintos tipos de actividades específicas sobre el PCO y el PCS, con inclusión de la perspectiva de género.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad del gobierno de España mediante el contrato TIN2016-78103-C2-2-R (Access@City). Agradecemos especialmente la colaboración de los alumnos del Grado de Psicología de la UCAM y del profesor Miguel Ángel Calvo, que amablemente accedieron a participar en este estudio.

## Referencias

- [1] Alfred V. Aho. Computation and computational thinking. *The Computer Journal*, 55(7):832–835, 2012.
- [2] Allan G. Bluman. *Elementary statistics: A step by step approach*. McGraw-Hill, 2012.
- [3] Sarah Brasiel, Kevin Close, Soojeong Jeong, Kevin Lawanto, Phil Janisiewicz, and Taylor Martin. Measuring computational thinking development with the fun! tool. In *Emerging Research, Practice, and Policy on Computational Thinking*, pages 327–347. Springer, 2017.
- [4] Karen Brennan and Mitchel Resnick. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canada*, pages 1–25, 2012.
- [5] Melissa D.A. Carlson and R. Sean Morrison. Study design, precision, and validity in observational studies. *Journal of palliative medicine*, 12(1):77–82, 2009.
- [6] Thomas D. Cook, Donald T. Campbell, and Arles Day. *Quasi-experimentation: Design & analysis issues for field settings*, volume 351. Houghton Mifflin Boston, 1979.
- [7] Steve Cooper and Steve Cunningham. Teaching computer science in context. *Acm Inroads*, 1(1):5–8, 2010.
- [8] Valentina Dagiene and Gabriele Stupuriene. Bebras—a sustainable community building model for the concept based learning of informatics and computational thinking. *Informatics in Education*, 15(1):25–44, 2016.
- [9] Valentina Dagiene and Gabriele Stupuriene. Informatics concepts and computational thinking in k-12 education: A lithuanian perspective. *Journal of Information Processing*, 24(4):732–739, 2016.
- [10] Adrienne Decker. *How students measure up: An assessment instrument for introductory computer science*. PhD thesis, State University of New York at Buffalo, 2007.
- [11] Vladimiras Dolgopolas, Tatjana Jevsikova, Loreta Savulioniene, and Valentina Dagiene. On evaluation of computational thinking of software engineering novice students. In *Proceedings of the IFIP TC3 Working Conference “A New Culture of Learning: Computing and next Generations*, pages 90–99, 2015.
- [12] Nathalia Gjersoe. Bridging the gender gap: why do so few girls study stem subjects? *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/science/head-quarters/2018/mar/08/>, March 2018. Last accessed: 2018-11-13.
- [13] Marcos Román González. *Códigoalfabetización y pensamiento computacional en educación primaria y secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas*. PhD thesis, UNED, 2016.
- [14] Shuchi Grover and Roy Pea. Computational thinking in k–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1):38–43, 2013.
- [15] Susanne Hambrusch, Christoph Hoffmann, John T. Korb, Mark Haugan, and Antony L. Hosking. A multidisciplinary approach towards computational thinking for science majors. *ACM SIGCSE Bulletin*, 41(1):183–187, 2009.
- [16] Matthew Hertz. What do cs1 and cs2 mean?: investigating differences in the early courses. In *Proceedings of the 41st ACM technical symposium on Computer science education*, pages 199–203. ACM, 2010.
- [17] Katy Howland, Judith Good, and Keiron Nicholson. Language-based support for computational thinking. In *Visual Languages and Human-Centric Computing, 2009. VL/HCC 2009. IEEE Symposium on*, pages 147–150. IEEE, 2009.
- [18] Peter Hubwieser and Andreas Mühlhng. Investi-

- gating the psychometric structure of bebras contest: towards measuring computational thinking skills. In *Learning and Teaching in Computing and Engineering (LaTiCE), 2015 International Conference on*, pages 62–69. IEEE, 2015.
- [19] Janet S. Hyde. The gender similarities hypothesis. *American psychologist*, 60(6):581, 2005.
- [20] Janet S. Hyde, Elizabeth Fennema, and Susan J. Lamon. Gender differences in mathematics performance: a meta-analysis. *Psychological bulletin*, 107(2):139, 1990.
- [21] Filiz Kalelioglu, Yasemin Gülbahar, and Volkan Kukul. A framework for computational thinking based on a systematic research review. *Baltic Journal of Modern Computing*, 4(3):583, 2016.
- [22] Daniël Lakens. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and anovas. *Frontiers in psychology*, 4:863, 2013.
- [23] James Lockwood and Aidan Mooney. Computational thinking in education: Where does it fit? a systematic literary review. *arXiv preprint arXiv:1703.07659*, 2017.
- [24] Lev Manovich. *Software takes command*, volume 5. A&C Black, 2013.
- [25] Jane Margolis and Allan Fisher. *Unlocking the clubhouse: Women in computing*. MIT press, 2003.
- [26] Emma M. Mercier, Brigid Barron, and K.M. O’connor. Images of self and others as computer users: The role of gender and experience. *Journal of computer assisted learning*, 22(5):335–348, 2006.
- [27] Seymour Papert. *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc., 1980.
- [28] Dewayne E. Perry, Adam A. Porter, and Lawrence G. Votta. Empirical studies of software engineering: a roadmap. In *Proceedings of the conference on The future of Software engineering*, pages 345–355. ACM, 2000.
- [29] Robin Hauser Reynolds. Code: Debugging the gender gap [documental de video]. <http://https://www.codedoc.co/>. Last accessed: 2018-12-13.
- [30] Marcos Román-González. Computational thinking test: Design guidelines and content validation. In *Proceedings of EDULEARN Conference*, pages 2436–2444, 2015.
- [31] Louise Soe and Elaine K. Yakura. What’s wrong with the pipeline? assumptions about gender and culture in it work. *Women’s Studies*, 37(3):176–201, 2008.
- [32] Allison Elliott Tew and Mark Guzdial. The fcs1: a language independent assessment of cs1 knowledge. In *Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on Computer science education*, pages 111–116. ACM, 2011.
- [33] Linda Werner, Jill Denner, Shannon Campe, and Damon Chizuru Kawamoto. The fairy performance assessment: measuring computational thinking in middle school. In *Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education*, pages 215–220. ACM, 2012.
- [34] Jeannette M. Wing. Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35, 2006.
- [35] Jeannette M. Wing. Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical transactions of the royal society of London A: mathematical, physical and engineering sciences*, 366(1881):3717–3725, 2008.
- [36] Claes Wohlin, Per Runeson, Martin Höst, Magnus C. Ohlsson, Björn Regnell, and Anders Wesslén. *Experimentation in software engineering*. Springer Science & Business Media, 2012.