

# Puesta en marcha de la técnica instrucción entre iguales en un curso de fundamentos de programación

Silvia Acid

Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial  
Universidad de Granada  
acid@decsai.ugr.es

## Resumen

En este artículo se fundamenta la técnica de instrucción entre iguales y se describen los pasos llevados a cabo para su aplicación en una asignatura de programación de segundo cuatrimestre, en el curso actual 2021-2022. La descripción incluye una temporización de la actividad, se dan detalles de su implementación en el aula y se enumeran posibles beneficios.

## Abstract

The paper outlines the peer instruction and describes the preparations followed for its application on a course of programming in the second semestre of the current academic year 2021-2022. The description includes the timing of the activities, some details of the implementation in the classroom and a series of possible benefits.

## Palabras clave

*Peer instruction*, instrucción entre iguales, aprendizaje significativo, interactividad docente-discente, formación asistida por ordenador.

## 1. Introducción

La asignatura de Metodología de la programación es continuación de otra de Fundamentos, ambas de primer curso del grado de Informática en la UGR. Como muchas otras, las clases de teoría se imparten en grupos grandes mediante clases magistrales. El interés por movilizar conocimiento en clase de teoría y por aumentar la interactividad docente-discente fueron la motivación principal para el estudio y aplicación de la técnica instructiva entre iguales como nuevo recurso pedagógico.

El objetivo del artículo es describir los planteamientos, preparativos y recursos necesarios para acometer

una implementación de la técnica y que pueda servir de inspiración para otros docentes que se planteen incorporar cambios pedagógicos en el aula. La temporalización y los requisitos tanto técnicos como humanos la hacen sencilla de trasladar a otros dominios o a otros entornos educativos.

Indicar que, la implementación, en el momento de la escritura del artículo, se encuentra aún en pleno desarrollo y ese es, precisamente el instante que se quería reflejar. Aún faltan la recuperación de datos, el análisis y la extracción de conclusiones para tener una foto más completa.

El presente trabajo se estructura como sigue: en la sección 2 se introduce la técnica instructiva así como, las ventajas pedagógicas que se obtienen de su ejecución. Una parte esencial de la técnica reposa en las preguntas que se formulan, en la sección 3 se describe el poder de las preguntas durante la formación además del tipo de preguntas a utilizar con objeto de favorecer la interactividad. En la sección 4, se describen los preparativos necesarios para su implantación en el curso, además de los nuevos recursos elaborados para dar soporte a esta técnica. En la sección 5 se plantean las cuestiones tecnológicas a considerar y la forma real de la implementación. Para concluir, en la sección 6 se describen los estudios que se quieren llevar a cabo para poder establecer conclusiones de la experiencia.

## 2. La técnica

La instrucción entre iguales, presentada por primera vez en [7], involucra a todos los estudiantes de una clase en una actividad, ya que requiere que cada estudiante aplique conceptos ya presentados y entonces tiene que explicar estos conceptos a otros iguales. En contraste con la interactividad habitual en una clase magistral, cuando se lanza una pregunta, que involucra a un número muy reducido de estudiantes, los mismos que responden siempre, mientras el resto de la clase adopta un rol pasivo. En mi opinión este es uno de los aspectos más atractivos de la técnica, aportar interac-

tividad masiva en grupos medianos o grandes que corresponden a las clases de teoría. Además, la técnica supone un recurso valioso para dinamizar las clases de 2 horas de duración <sup>1</sup>.

Por un lado, desde hace tiempo, las investigaciones de psicología cognitiva establecen la importancia de implicar activamente a los estudiantes en el proceso de aprendizaje y promover un cambio de roles, sobre todo ahora con la relevancia que está tomando la enseñanza semipresencial [1]. Por otro lado, qué docente no ha observado como muchos estudiantes aprenden a aplicar algoritmos complejos o a resolver problemas, sin comprender los conceptos que hay por debajo. Esto es, el punto de ¿qué aprenden nuestros estudiantes?

Para atender ambas cuestiones, se están desarrollando multitud de estrategias pedagógicas y un gran esfuerzo en la comunidad educativa en la elaboración de material que involucre más a los estudiantes y logre una comprensión más profunda de los conceptos. Algunas de las estrategias: Aprendizaje basado en proyectos (PBL), basados en casos, gamificación etc., más detalles en [1]. En este contexto E. Mazur ideó la técnica para estudios como Física Aplicada o Algebra [7, 2]. Desde entonces ha sido adoptada en otros muchos dominios [6, 10] y en otros niveles educativos [5], esto se debe a la adaptabilidad de la técnica a una gran diversidad de estilos de docencia y de contextos.

La técnica [2] se inicia con el planteamiento en clase de unas preguntas de selección múltiple. Dada una pregunta, después de unos minutos los estudiantes registran sus respuestas, mediante una primera votación. A continuación discuten sus respuestas con otros compañeros sentados a proximidad. Se da un tiempo de discusión y terminado este, se solicita a los estudiantes una nueva respuesta, con una segunda votación. Las respuestas individuales pueden haber cambiado debido a la discusión. Para terminar, el docente da la respuesta correcta.

De entre las primeras observaciones, el porcentaje de respuestas correctas siempre aumenta en la respuesta revisada respecto a la inicial. Inicialmente, solo 42 % de la clase responde correctamente, después de la discusión el 85 % llega a la respuesta correcta. Diferentes autores indican que las mejores discusiones tienen lugar cuando entre el 30 y 70 % de la clase da la respuesta correcta inicialmente. Cuando el porcentaje está por encima, no ha lugar a discusión, la respuesta es muy evidente. Cuando está por debajo, no hay suficientes estudiantes que entiendan el/los concepto(s) relacionado(s) con la pregunta, luego hay poco margen de mejora [2]. Aunque se descarte la pregunta, esta da una pista al docente de que se requieren nuevas explicaciones.

Indicar aquí, que los estudiantes no son calificados

<sup>1</sup>Por criterios de seguridad COVID, se reducen así las migraciones de estudiantes entre clase y clase.

por sus respuestas correctas, las respuestas son anónimas, aunque sí es pública la participación en las votaciones. Algunas de las implementaciones de la técnica asignan una puntuación pequeña por participar en las votaciones de forma regular durante el curso [2].

En <sup>2</sup> pueden encontrarse experiencias, vídeos, recomendaciones y recursos sobre la técnica.

### 3. El poder de las preguntas

Aparte del aumento de la interactividad y de las ventajas de la dinamización de esta técnica instructiva ¿puede tener alguna incidencia en el aprendizaje?

Por un lado, tenemos la respuesta dada por estudios de psicólogos cognitivos y educativos. Por otro lado, tenemos las conclusiones obtenidas en estudios experimentales llevados a cabo por docentes que la han aplicado durante años [2, 9].

Los psicólogos educativos y cognitivos han desarrollado y evaluado técnicas de aprendizaje que pueden ayudar a los estudiantes a lograr sus objetivos de aprendizaje. En [3] se discuten 10 técnicas de entre las que la técnica aprovecha dos: (1) la autoexplicación y (2) los tests durante la formación <sup>3</sup>, las preguntas.

(1) Dado que se brinda la oportunidad a los estudiantes de dar explicaciones y a entender otros razonamientos. En [3] se indica que la autoexplicación reporta beneficios a corto plazo.

(2) Los tests son una herramienta poderosa para mejorar el aprendizaje que conlleva una remodelación de lo adquirido. Se tienen evidencias de que mejoran la retención [8] pero, para que tengan un efecto en el aprendizaje las preguntas han de ser de comprensión, de aplicación de conocimientos, de inferencia etc. dependiendo de los objetivos formativos que se persigan. Así, las preguntas que se utilizan en la instrucción son mayoritariamente conceptuales y se diseñan también para destapar los errores de conceptos más comunes.

Tests frecuentes no solo tienen un efecto directo en el aprendizaje sino que animan a los estudiantes a estudiar más, a implicarse de forma continua en el material y probablemente a obtener mejores resultados en otros tests si se estandarizan [8]. Indicar aquí que, los tests benefician tanto al docente como a los estudiantes, porque permiten evaluar el grado de comprensión de los conceptos de forma más continua.

La razones que hay detrás de estos efectos es que fomentan el aprendizaje generativo, lo que conduce a un rendimiento superior en las pruebas finales. En resumen, parece que los métodos generativos de instruc-

<sup>2</sup><http://https://cwsei.ubc.ca/resources/instructor/prs>

<sup>3</sup>Puede encontrarse como *practice test*, para indicar que tienen lugar durante la formación y no fuera fuera del curso, como parte de la evaluación.

Acid: Puesta en marcha de la técnica instrucción entre iguales en un curso de fundamentos de programación 393  
ción, como preguntas adicionales (los tests), y la auto-explicación, pueden ser efectivos [6].

## 4. Los preparativos

Para poder considerar la técnica como parte de la estrategia pedagógica del curso y dotarla de un espacio en clase fue necesario una revisión completa del curso. En primer lugar, se hizo un desglose de cada tema en objetivos concretos. Cada objetivo tiene asociado un concepto que puede ser compartido entre varios objetivos, y al que se asigna una categoría. Poco a poco se fue alimentando un banco de preguntas organizado por las categorías, con preguntas conceptuales y de relaciones de conceptos a menudo confundidas. Todo ello se hizo de forma sistemática, por lo que cada clase tiene asociada la materia y una selección de preguntas para el test de conceptos.

Como preparativo, se hizo un test piloto en la clase y se aprovechó el día de presentación del curso para el estreno. En la figura 1 puede verse algunas preguntas. En esta situación se partía del supuesto de tener adquiridos ciertos conocimientos en un curso previo de Fundamentos de programación del primer cuatrimestre. El objetivo era observar la aplicación de los tests en un entorno real y el ajuste de los tiempos.

Como producto adicional, durante el esfuerzo de elaboración de preguntas surgieron otras muchas de aplicación de conceptos, que nutrieron otro banco de preguntas paralelo mucho más numeroso que sirve como material de apoyo para la autoevaluación de los estudiantes.

## 5. Cómo implantar la técnica

Originalmente para su implementación, el sistema de respuesta personal se componía de un dispositivo electrónico denominado *clicker*, que cada estudiante pulsaba para dar su respuesta [6]. Este dispositivo individual se usaba para cada votación, y existía una plataforma donde se almacenaban las preguntas, se controlaban los tiempos, se registraban las respuestas y se calculaba la distribución de las respuestas dadas por los estudiantes. En realidad, se podría implementar con cartulinas de colores pero se quiere aprovechar el apoyo de la tecnología para su implementación.

Para la puesta en marcha, objeto de este trabajo, se cuenta con la plataforma de docencia de la Universidad de Granada, llamada Prado (una versión de la conocida herramienta de gestión de aprendizaje *Moodle*)<sup>4</sup> que ofrece la actividad de *Consultas*. Una consulta incluye la pregunta, texto sin límite de espacio (puede incluir imágenes), tiene asociado un tiempo y,

<sup>4</sup><http://www.moodle.org>.

Pregunta 1  
Dado un vector  $v[500]$  de longitud  $n$ , en la implementación de `find(v,n,ele)`, que devuelve la posición de `ele` en `v` o `-1` en caso de que no se encuentre. ¿Cuántas condiciones de parada tiene el bucle?

Solo hay una respuesta correcta.

- a) 0
- b) 1
- c) 2
- d)  $n$ , depende de la longitud de  $v$ .

Pregunta 2  
Dado un vector `float v[5000]` inicializado, se quiere ordenar de forma creciente. Si comparamos los algoritmos de ordenación Burbuja y Selección (los códigos están disponibles)

¿Cuál de los dos tarda menos y porqué?  
Solo hay una respuesta correcta.

- a) Algoritmo de Selección porque hace menos intercambios.
- b) Los dos igual porque hacen igual número de comparaciones.
- c) Algoritmo Burbuja porque hace menos comparaciones.
- d) Los dos igual porque ambos tienen dos bucles anidados.

Figura 1: Ejemplo de preguntas utilizadas.

al finalizar la actividad ofrece la distribución gráfica de las respuestas obtenidas. Para cada votación se hace una nueva consulta para que los resultados de todas las votaciones (por alumnos) se queden registrados. Los dispositivos necesarios para conectarse a la plataforma son: móviles, tablets o portátiles que nuestros estudiantes disponen habitualmente en clase. Una forma de introducir la tecnología móvil en el aula, y conseguir el deseado grado de interactividad [9].

Otras plataformas que podrían utilizarse para las votaciones y el cálculo de las distribuciones son: *Meet* y *Zoom*, respectivamente de la suite de google<sup>5</sup> y de Zoom Video Communications<sup>6</sup>. Estas disponen de la actividad *Encuestas* aunque las preguntas están restringidas a texto (300 caracteres) y las encuestas tienen la duración de una sesión y por lo que no se almacenan. Por último, existe una plataforma dedicada específicamente a esta técnica es *Plickers*<sup>7</sup>.

En la implantación que nos ocupa, se presentan de

<sup>5</sup><https://meet.google.com>

<sup>6</sup><https://zoom.us>

<sup>7</sup><https://plickers.com>

2 a 4 preguntas por clase (alguna de ellas se descarta por mostrarse fuera del rango ya mencionado). A cada pregunta se dedican 2 min para la votación primera, finalizado el tiempo se muestra una gráfica con la distribución de cada una de las respuestas propuestas. El tiempo para la discusión y la nueva votación son 3 min. Para finalizar, se interroga a un estudiante cuál fue su respuesta final, lo que ocasiona que a veces el docente deba aportar alguna explicación adicional.

El tiempo promedio de dedicación para la técnica son 15 min, lo que supone un 12.5 % del tiempo de teoría dedicado a solicitar conocimiento de forma efectiva a cada estudiante. Para liberar tiempo de clase para las preguntas, se les solicita completar la lectura de algún material complementario que antes se desarrollaba en clase. Los primeros días se superaban los tiempos previstos pues los estudiantes se atardaban mucho en las votaciones, pero una vez que la dinámica fue normalizada los tiempos se ajustaron a lo previsto.

## 6. Trabajos futuros

Es indispensable, la recogida de datos de todas las votaciones para llevar a cabo diversos estudios y poder sacar conclusiones.

En primer lugar, hacer un estudio de las mejoras logradas por las discusiones, para ello hay que hacer un seguimiento de los aciertos antes y después de las votaciones (cuántos errores iniciales pueden cambiar en la votación final o al revés). Además, este estudio permite la selección de las preguntas de mayor interés con objeto de explotarlo con posterioridad.

En segundo lugar, hacer un estudio sobre la correlación entre rendimiento en respuestas iniciales en los tests de conceptos y el rendimiento en el examen final alcanzado por cada estudiante, lo que nos indicaría si unos estudiantes pueden aprender de otros. O bien, estudiar la posible correlación entre rendimiento en respuestas iniciales y el rendimiento final alcanzado en la asignatura por cada estudiante. Indicar aquí, que públicamente se mantiene el anonimato en las respuestas, en la ejecución de la técnica solo se muestran las distribuciones de respuestas. Los resultados por estudiante serán utilizados únicamente para la realización de los estudios estadísticos indicados, nunca para su evaluación.

Aparte de las estadísticas que se puedan llevar a cabo con los datos recogidos, se va a pasar una encuesta de satisfacción en clase para que los estudiantes puedan opinar sobre la aplicación de la técnica en el curso, dicha encuesta (en el momento de la escritura del trabajo) se encuentra en proceso de diseño.

El propósito es aplicar la técnica en años consecutivos y extenderlo a más profesores, con ello se podría elaborar un banco de preguntas procedentes de los

tests de conceptos para una asignatura, y poder elaborar así una prueba que mida el dominio de los conceptos enseñados en un curso de segundo semestre de programación, como es el contexto de esta aplicación. Un FCI (Force Concept Inventory) como el de [4], primer inventario de conceptos para física de primer cuatrimestre.

## Referencias

- [1] A.W. Bates. *Teaching in a Digital Age. Guidelines for designing teaching and learning for a digital age*. BCCampus, 2019.
- [2] Catherine H Crouch y Eric Mazur. Peer instruction: Ten years of experience and results. *American journal of physics*, 69(9):970–977, 2001.
- [3] John Dunlosky, Katherine A Rawson, Elizabeth J Marsh, Mitchell J Nathan, y Daniel T Willingham. Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology. *Psychological Science in the Public interest*, 14(1):4–58, 2013.
- [4] Swackhamer G Hestenes D, Wells M. Force concept inventory. *The Physics Teacher*, 30(3):141–151, 1992.
- [5] Nathaniel Lasry, Eric Mazur, y Jessica Watkins. Peer instruction: From harvard to the two-year college. *American journal of Physics*, 76(11):1066–1069, 2008.
- [6] Richard E. Mayer, Stull Andrew, Krista DeLeeuw, Kevin Almeroth, Bruce Bimber, Dorothy Chun, Monica Bulger, Julie Campbell, Allan Knight, y Hangjin Zhang. Clickers in college classrooms: Fostering learning with questioning methods in large lecture classes. *Contemporary Educational Psychology*, 34(1):51–57, 2009.
- [7] Eric Mazur. Peer instruction: A user's manual series in educational innovation. prentice hall. *Upper Saddle River, NJ*, 1997.
- [8] Henry L Roediger III y Jeffrey D Karpicke. The power of testing memory: Basic research and implications for educational practice. *Perspectives on psychological science*, 1(3):181–210, 2006.
- [9] Keng Siau, Hong Sheng, y Fiona Nah. Use of a classroom response system to enhance classroom interactivity. *Education, IEEE Transactions on*, 49:398 – 403, 09 2006.
- [10] Trisha Vickrey, Kaitlyn Rosploch, Reihaneh Rahmani, Matthew Pilarz, y Marilynne Stains. Research-based implementation of peer instruction: A literature review. *CBE—Life Sciences Education*, 14(1):es3, 2015.