

# Diseñando Preguntas en un Sistema de Evaluación Interactivo para la Enseñanza de Python

González Sáez, G., y Álvarez-González L.A.

*gabriela.gonzalezsaez@gmail.com, lalvarez@inf.uach.cl*  
*Grupo de Investigación en Tecnologías de Aprendizaje (www.gita.cl)*  
*Universidad Austral de Chile*

**Resumen.** Los sistemas de evaluación interactiva o sistemas de respuesta en aula, presentan un gran desafío. Algunas de las interrogantes son ¿Qué preguntas hacer?, o más de fondo ¿Cómo utilizarlos?, de tal manera de tener una clase más efectiva. El presente artículo pretende ayudar a responder estas interrogantes. Para responder al cómo utilizarlos, se introducen los conceptos de Enseñanza Conducida por Preguntas y Enseñanza Ágil. Y para dar respuesta a qué preguntas hacer, éstas se diseñan en función de los tipos de objetivos de aprendizaje, es decir, preguntas de contenido, de procesos y metacognitivas. Se utiliza como caso de estudio la enseñanza del lenguaje de programación Python y las preguntas se elaboran utilizando el software Mobile QTI y dispositivos móviles (teléfonos y tablets). Se finaliza con las conclusiones.

**Keywords:** Classroom Response Systems, Evaluación Interactiva, m-learning.

## INTRODUCCIÓN

Como una forma de mejorar los aprendizajes, la comunidad de investigación en ciencias de la educación ha promovido el concepto de Aprendizaje Activo [5,11], por otra parte, el aprendizaje centrado en la evaluación, indica que ésta debe ser continua, y la retroalimentación esencial para guiar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje. Como respuesta a esta afirmación nace la evaluación formativa, la que consiste en “medir” el aprendizaje de los estudiantes durante el proceso de enseñanza [3,6]. Esto en contraste con la evaluación sumativa, que se realiza terminada la enseñanza y mide cuánto aprendió el estudiante. El principal objetivo de la evaluación formativa es el aprendizaje y el principal objetivo de la evaluación sumativa es la calificación. La evaluación formativa, probablemente es una de las buenas “innovaciones” educativas para mejorar los aprendizajes. Sin embargo, para que ello ocurra la retroalimentación debe ser lo más pronto posible.

El uso de Sistemas de Respuesta en Aula (SRA) ayuda a transformar la dinámica del aula, permitiendo un aprendizaje centrado en la evaluación. En otras palabras, un SRA, se puede utilizar para aumentar la frecuencia y disminuir los tiempos respuesta en la evaluación formativa, de tal forma de tener una mejor y más rápida retroalimentación. Los SRA pueden ayudar al aprendizaje centrado en el estudiante y al aprendizaje activo en general, pero depende de cómo el profesor lo utiliza. El SRA es una herramienta y “no la solución”. Un SRA puede ser usado de muchas maneras diferentes y muchas de ellas cuestionables, como por ejemplo para tomar asistencia en clases.

La Metodología Ágil de Enseñanza/Aprendizaje (ATLM del Inglés Agile Teaching/Learning Methodology) es un enfoque sistemático a la enseñanza/aprendizaje que se ha llevado a cabo en varios cursos de Ciencias de la Computación en la City University of Hong Kong [8]. Como el nombre lo indica, ATLM es una metodología tanto para enseñanza como para aprendizaje. Los profesores tienen bien definida una forma de enseñanza, de la misma manera que los estudiantes tienen una forma bien clara de cómo aprender. ATLM es una metodología que intenta balancear una buena enseñanza con un buen aprendizaje. Este enfoque se ha obtenido de la Ingeniería de Software, donde los procesos de desarrollo pueden llegar a ser complejos y dinámicos, que muchas veces requieren cambios con el objetivo de minimizar riesgos. El proceso de enseñanza en muchas formas es similar al proceso de desarrollo de software, el cual involucra diferentes objetivos (algunas veces en conflicto), fechas de término, recursos limitados y muchas expectativas. Al igual que la Ingeniería de Software, la enseñanza requiere de una planificación detallada, seguimiento y administración de evaluaciones y retroalimentación de los participantes.

De acuerdo a algunos autores [7] los ambientes de aprendizaje efectivo son los:

1. Centrados en el estudiante. Reorganiza el aprendizaje a partir de los conocimientos previos del estudiante.
2. Centrados en el conocimiento. Trata el conocimiento como una estructura interconectada que puede ser organizada y refinada para ser expandida.

3. Centrados en la evaluación. Considera la evaluación como un proceso continuo, donde la enseñanza debe ser realimentada mientras se desarrolla el proceso de enseñanza/aprendizaje. Esto se contrasta con la evaluación sumativa que se realiza después de la instrucción. Por lo tanto el primer objetivo es la evaluación formativa. [3, 4, 6].
4. Centrados en la comunidad. Reconoce que los estudiantes pertenecen a una comunidad de estudiantes de un curso, de una carrera, de una institución, de una sociedad y promueve el aprendizaje colaborativo.

## Enseñanza de la programación computacional

La formación de ingenieros requiere desarrollar el pensamiento lógico, que posteriormente les sirva para planificar soluciones, crear algoritmos o procedimientos y resolver problemas en general. El desarrollo del pensamiento lógico se consigue con el aprendizaje de un lenguaje computacional, entre otras materias. Son varios los lenguajes computacionales, pero pocos los recomendados como el primer lenguaje.

En muchas universidades se usa C++ o Java como primer lenguaje, sin embargo, Python es más fácil de usar [13]. Por ejemplo, el típico primer programa que todo estudiante realiza, es desplegar por pantalla "Hola Mundo!"

En C++ corresponde a:

```
#include <iostream.h>
int main()
{
    cout << "Hola Mundo!";
}
```

En Java a:

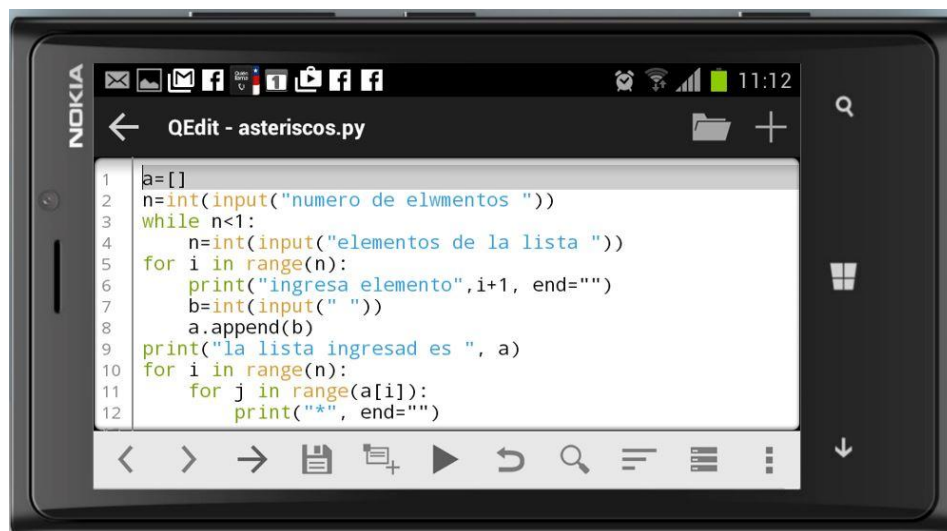
```
public class helloWorld
{
    public static void main(String [] args)
    {
        System.out.println("Hola Mundo!");
    }
}
```

Mientras que en Python es simplemente

```
Print("Hello World!")
```

En otras palabras, mientras que en C++ y Java, se requiere de una serie de explicaciones previas, en Python es directo. Adicionalmente, cabe destacar que Python es interpretado, lo que facilita su uso.

La Figura 1.- Muestra un ejercicio para el aprendizaje de listas. Se llena una lista con números enteros y posteriormente se despliegan tantas líneas con asterisco ("\*") como elementos tenga la lista. El número de asteriscos de cada línea corresponde al valor entero del elemento.



**FIGURA 1.** Captura de pantalla de un programa en Python, en un teléfono móvil con Android.

Otra de las grandes ventajas es su disponibilidad en dispositivos móviles, lo que permite que los estudiantes puedan ejercitar la programación en sus propios dispositivos, en cualquier momento y lugar.

## ENSEÑANZA CONDUCTIDA POR PREGUNTAS

El aprendizaje activo y el fortalecimiento de los cuatro “aprendizajes centrados” es posible con la ayuda de los Sistemas de Respuesta en Aula (SRA), sin embargo, ésta es sólo una tecnología y su efectividad depende del profesor y la metodología que se lleve a cabo.

Los SRA, como cualquier tecnología, se pueden utilizar de muchas maneras diferentes, con diferentes grados de impacto en el aprendizaje, por ejemplo para tomar asistencia, tomar pruebas, test de diagnóstico, discusión en clases, etc.

Sin embargo, la metodología Enseñanza Conducida por Preguntas (ECP) [2], intenta ser una alternativa a la tradicional “transmitir y evaluar”, en ella la actividad de aprendizaje comienza con una pregunta y se enmarca en el concepto de Enseñanza Ágil, donde los tiempos en que se obtiene la retroalimentación deben ser muy breves, de tal forma que el profesor pueda monitorear los progresos y las dificultades en los aprendizajes de cada uno de los estudiantes, y tomar decisiones muy rápidas para obtener el mayor beneficio posible de la clases. Todo lo anterior se enmarca dentro de lo que se conoce como aprendizaje personalizado [13].

La evaluación formativa es el eje central de esta metodología de enseñanza y proporciona una rápida retroalimentación para que el estudiante oriente sus actividades de aprendizajes y el profesor oriente su estrategia de enseñanza.

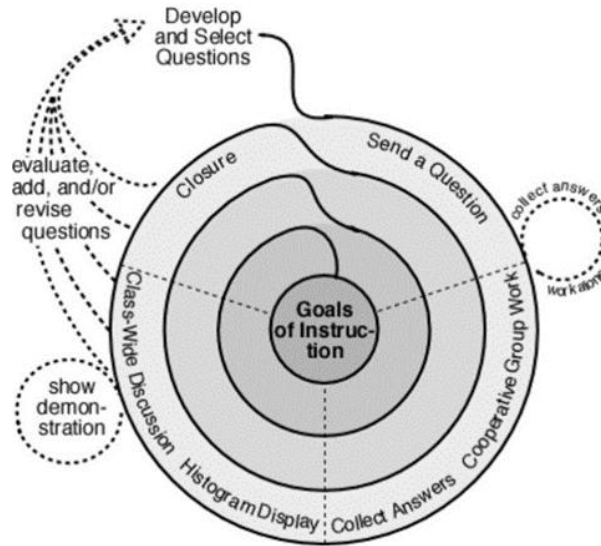
Un profesor, utilizando ECP, es decir, enseñanza ágil y SRA, requiere tener experiencia y un muy alto dominio de las materias a enseñar, para poder enfrentarse a un ambiente con estudiantes de distintas niveles y velocidades de aprendizajes, en otras palabras estar en una continua actualización. Muchos profesores desarrollan esta metodología inconscientemente, pero en cursos pequeños. En cursos numerosos es muy difícil.

Una clase típica de ECP, comienza con una pregunta (a diferencia de una clase tradicional que comienza con una exposición). Se da algunos minutos para que los estudiantes respondan. Los estudiantes responden utilizando un SRA y el profesor muestra el gráfico (histograma) con sus respuestas para que todos los vean. Sin dar a conocer la respuesta correcta, se busca un voluntario para que argumente su respuesta. El objetivo inmediato es presentar y discutir argumentos, sin indicar si estos son correctos. Esto puede parecer ineficiente, pero ayuda a una mejor comprensión de los temas que se estudian. Después de los argumentos los profesores pueden volver a lanzar la misma pregunta. Alternativamente se pueden hacer otras preguntas relacionadas con el tema, construir otras preguntas sobre la pregunta anterior o profundizar en el tema de la pregunta. El profesor puede terminar haciendo un resumen de las ideas surgidas de esta actividad o realizar una pequeña clase expositiva, de tal forma que los estudiantes lleguen a concluir la respuesta correcta. Los autores recomiendan este ciclo en alrededor de 50 minutos.

La Figura 2 muestra el ciclo basado en preguntas y como se observa en el centro está el Objetivo de Enseñanza (*Goals of Instruction*). El ciclo comienza con el desarrollo y selección de preguntas que cumplen con el objetivo de aprendizaje (*Develop and select Questions*), estas se entregan al estudiante (*Send a Question*), los estudiantes las responden en grupo (*Cooperative Group Work*), se recogen las respuestas (*Collect Answers*), y se despliega un gráfico con las respuestas de todos (*Histogram Display*). Se comienza una discusión de la respuesta con toda la clase (*Class-Wide Discussion*), para ello se busca a un estudiante. De ser necesario en cualquier momento se pueden evaluar, agregar o revisar las preguntas. Se termina con la clausura (*Closure*), es decir un resumen de la clase.

El tiempo debe ser suficiente para que los estudiantes discutan y no excesivo para se pierda el objetivo de la clase. La flexibilidad es muy importante. Algunas preguntas serán muy fáciles para algunos estudiantes, mientras que para otros serán difíciles y requieran de tiempo extra para su comprensión. Esta es la esencia de la Enseñanza Ágil, es decir, ajustar espontáneamente su método de enseñanza, respetando los tiempos y objetivos de la clase. Requiere, sin embargo, que todo el material necesario para la clase, esté previamente disponible para todos los estudiantes.

Este ciclo, aunque sin el uso de SRA, puede también ser utilizado con preguntas orientadas a la metacognición.



**FIGURA 2.-** El ciclo de pregunta para una metodología de Enseñanza Conducida por Preguntas [2].

Esta metodología debe ser evaluada en función de los contextos, es decir, tipo de objetivos y características de los aprendizajes, por ejemplo, si un objetivo es lograr una habilidad y el aprendizaje debe ser individual, entonces probablemente sea otra la metodologías más apropiada

### Tipos de Preguntas

Antes de diseñar preguntas, el profesor debe tener muy claro los objetivos pedagógicos de una clase. En términos generales, los objetivos se pueden clasificar en objetivos de contenidos, objetivos de proceso y objetivos metacongnitivos.

Objetivos de Contenido. Las preguntas asociadas a contenidos, son preguntas que no requieren de mayor discusión. En el caso de la enseñanza de programación computacional, pueden ser preguntas referidas a la sintaxis del lenguaje. La Figura 3., muestra una pregunta de conocimiento para el lenguaje Python, desarrollada por el sistema Mobile QTI [1]. Dado que no requieren de mayor discusión el ciclo de la ECP, puede ser más breve, sin embargo, son muy importantes, porque están asociadas a los conceptos fundamentales necesarios para comprender conceptos más avanzados.



**FIGURA 3.** Pregunta de contenido para Python utilizando Mobile QTI, a) corresponde a la pregunta inicial y b) lo que despliega una vez que se toca la barra con el argumento.

Objetivos de Proceso. Las preguntas asociadas a este tipo de objetivos son ¿Que habilidades cognitivas queremos que los estudiantes tengan?. Si las preguntas de contenido están orientadas al conocimiento previo, las preguntas de proceso se refieren a la forma en que se deben utilizar. Un ejemplo se puede ver en la Figura 4. Aquí se muestra el Algoritmo de la Burbuja, se les entrega las instrucciones desordenadas y ellos deben moverlas para dejarlos en la secuencia correcta. Para responder este tipo de preguntas, se requiere de un análisis, de cómo funciona

cada una de las instrucciones y cómo funcionan en su conjunto. En resumen, el ciclo ECP puede durar mucho más tiempo y dar pie a una clases expositiva completa.



**FIGURA 4.** Pregunta de Proceso. Aquí los estudiantes deben subir y bajar instrucciones hasta dejarlos en la secuencia correcta.

**Objetivos Metacognitivos:** La metacognición en términos generales está relacionado con construir conocimiento sobre el conocimiento que ya se obtuvo. Desde el punto de vista de la programación computacional, es equivalente a resolver nuevos problemas con los conocimientos y habilidades que ya se tienen. Por ejemplo, asignar a los estudiantes después que se presentó el concepto de ciclo y la instrucción "for" el siguiente problema: "Escribir un programa en Python que imprima todos los números primos menores de N". Para resolver este problema, un estudiante puede partir (a) escribiendo lo que sabe acerca de los números primos, (b) resolver en pseudocódigo el algoritmo para determinar si un número es primo (c) resolver en pseudocódigo el algoritmo para determinar e imprimir los números primos menores que N y (c) Identificar las primitiva y pasar el pseudocódigo a Python. En otras palabras, las preguntas que apunten a este tipo de objetivos, son más complejas de implementar en un Sistema de Respuesta en Aula y normalmente se dejan para evaluaciones sumativas.

Las evaluaciones formativa, normalmente están compuestas con preguntas que apunten a objetivos de conocimiento y de procesos.

## CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Los Sistemas de Respuesta en Aula son importantes herramientas de software que pueden ayudar a mejorar los aprendizajes, porque ayudan a la enseñanza personalizada, toda vez que el profesor puede saber las respuesta de

cada uno de los estudiantes de forma inmediata. Sin embargo, para que este conocimiento se transforme en aprendizaje, se requiere de una metodología apropiada y de un profesor dispuesto a llevarla a cabo.

La Metodología Ágil de Enseñanza/Aprendizaje, parece ser apropiada porque se adapta a la dinámica del curso y a la individualidad de los estudiantes. En otras palabras, cada estudiante tiene su propia “velocidad de aprendizaje” y su propio estilos de aprendizaje, que lo hace diferente.

Dentro de la Metodología Ágil de Enseñanza/Aprendizaje se encuentra la Enseñanza Conducida por Preguntas, que se hace cargo de la dinámica del grupo y al complementarla con los Sistemas de Respuesta en Aula, se puede hacer cargo también de la individualidad de cada estudiante.

Tipificar preguntas en, preguntas de contenido, proceso y metacognitivas ayuda al profesor a mejorar la enseñanza conducida por preguntas.

Los lenguajes de programación computacional son difíciles de entender por los estudiantes, probablemente, porque su enseñanza está más asociada a cumplir objetivos metacognitivos. De hecho, en la mayoría de las evaluaciones las preguntas son de metacognición, una pocas de procesos y prácticamente ninguna de contenido, entonces en muchos casos, algunos bajos rendimientos pueden deberse a que no han desarrollado lo suficiente los objetivos de contenidos. Aun así es necesario también mejorar los objetivos de proceso.

En ese contexto Mobile QTI; a diferencia de los restantes Sistemas de Respuesta en Aula; está mejor diseñada para evaluaciones formativas de procesos, al incorporar entre otras, preguntas del tipo ordenamiento, bajo las cuales se pueden consultar al estudiante sobre el comportamiento de determinados algoritmos o pedirle que ordenen sentencias computacionales para obtener un determinado programa.

Los teléfonos y dispositivos móviles en general se pueden incorporar como un recurso de aprendizaje adicional y no como un perturbador de la clase, como normalmente se asocia.

Ya se dispone de alrededor de 50 preguntas en formato de texto y en formato xml bajo la especificación IMS QTI [10], y que pueden ser administradas por el software Mobile QTI. Estas preguntas son tanto de contenidos como de procesos, para los distintos tópicos que se cubren en la enseñanza de Python. Ahora, queda pendiente para un futuro inmediato implementar todo el desarrollo llevado a cabo tanto a nivel pedagógico (preguntas y metodologías), como tecnológico con el desarrollo de la herramienta Mobile QTI. Esto último tiene que ver con realizar pruebas con cursos de 50 o más estudiantes, y todos respondiendo al mismo tiempo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Dirección de Investigación de la Universidad Austral de Chile, a través del proyecto S-2015-20 “SEI: Sistema de Evaluación Interactiva bajo la Especificación IMS QTI.”, a la Escuela de Ingeniería Civil en Informática, a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Dirección de Estudios de Pregrado y a los invaluable comentarios de los miembros del Grupo de Investigación en Tecnologías de Investigación ([www.gita.cl](http://www.gita.cl))

## REFERENCIAS

1. Alvarez-Gonzalez, L., Campos, A., De la Maza, M. E., & Ojeda, D. (2014, September). Interactive assessment learning environment system under IMS-QTI specification. In *Education Technologies and Computers (ICETC), 2014 The International Conference on* (pp. 7-11). IEEE.
2. Beatty, I. D., Leonard, W. J., Gerace, W. J., & Dufresne, R. J. (2006). Question driven instruction: Teaching science. *Audience response systems in higher education: Applications and cases*, 96.
3. Bell, B., & Cowie, B. (2001). The Characteristics of Formative Assessment in Science Education. *Science Education*, 85(5), 536-553.
4. Black, P., & Wiliam, D. (1988). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7-71.
5. Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). Active learning: Creating excitement in the classroom (No. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1). Washington, D.C.: ERIC Clearinghouse on Higher Education, The George Washington University.
6. Boston, C. (2002). The concept of formative assessment (No. ED470206). College Park, MD: ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation.
7. Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.). (1999). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, D.C.: National Academy Press.
8. Chun, A. H. W. (2004). The agile teaching/learning methodology and its e-learning platform. In *Advances in Web-Based Learning—ICWL 2004* (pp. 11-18). Springer Berlin Heidelberg.
9. Hobson, E. H. (1997). Formative Assessment: An Annotated Bibliography. *Clearing House*, 71(2), 123-125.

10. Laws, P. W. (1997). Millikan Lecture 1996: Promoting active learning based on physics education research in introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 65(1), 14-21.
11. QTI, I. (2005). IMS Question & Test Interoperability Specification. IMS Global Learning Consortium.
12. Sampson, D., & Karagiannidis, C. (2010). Personalised learning: Educational, technological and standardisation perspective.
13. Zelle, J. M. (1999, March). Python as a first language. In *Proceedings of 13th Annual Midwest Computer Conference* (Vol. 2, p. 145).