

# Estrategia de motivación para el razonamiento de algoritmos computacionales mediante juegos

Carlos María Chezzi, Mariela Salvarredi, Leonardo Schenberger, Felipe Casañas, Dual Giuponi y Adolfo Anzardi.

Grupo de Investigación de Modelado, Simulación y Control (GIMOSIC)  
Facultad Regional Concordia, Universidad Tecnológica Nacional, Salta 277  
[carlos\\_chezzi@frcon.utn.edu.ar](mailto:carlos_chezzi@frcon.utn.edu.ar), [msalvarredi74@gmail.com](mailto:msalvarredi74@gmail.com), [schenbergerleonardo@gmail.com](mailto:schenbergerleonardo@gmail.com),  
[felipefelu9@gmail.com](mailto:felipefelu9@gmail.com), [dual.giuponi@yahoo.com.ar](mailto:dual.giuponi@yahoo.com.ar), [adolfoanzardi@gmail.com](mailto:adolfoanzardi@gmail.com)

## Resumen

*Las experiencias de aplicación de estrategias pedagógicas en las asignaturas Fundamentos de Informática e Informática I de las carreras Ingeniería Civil, Eléctrica e Industrial de la Facultad Regional Concordia de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), evidencian la necesidad de replantear las técnicas de razonamiento para la construcción de algoritmos. Además de lograr una mayor motivación y estimular el desarrollo de habilidades para la solución de problemas de mayor complejidad. Por ello, en este trabajo se proponen secuencias didácticas, a través de juegos con base matemática, para propiciar de manera significativa la construcción de algoritmos computacionales. De la nueva propuesta se observa un cambio actitudinal de los estudiantes, que no sólo se advierte en la participación en clase y el interés por los problemas propuestos sino además en la calidad y eficiencia de las soluciones logradas en los trabajos prácticos.*

**Palabras clave:** algoritmos, motivación, razonamiento, juegos, secuencia didáctica.

## 1. Introducción

Los estudiantes de las carreras de Ingeniería Eléctrica, Civil e Industrial de la Facultad Regional Concordia de la UTN, comparten el mismo espacio en el cursado de la asignatura Fundamentos de Informática e Informática I, correspondiente al primer año de estudio. Las mismas se cursan en el primer año de estudios y uno de sus objetivos es internalizar una lógica de

razonamiento para la construcción de algoritmos y la posterior implementación en un lenguaje de programación.

Experiencias del equipo docente y de otras investigaciones (Kiss y Arki, 2017), han posibilitado observar que no todos los estudiantes pueden desarrollar un razonamiento de los algoritmos siguiendo el proceso de enseñanza tradicional. Dicho proceso consiste en la presentación del paradigma de programación estructurada y procedural mediante una clase de tipo magistral, en donde se explican las estructuras de control y se muestran ejemplos de su aplicación.

De la evaluación de esta práctica se observa que los estudiantes no se interesan por el abordaje del tema, debido al nivel abstracto del mismo y la falta de vinculación con problemas prácticos y significativos relacionados con temáticas de sus carreras. En cuanto al contexto de cursado, entre sus temas de estudio se destacan problemas relacionados con la Física y la Matemática.

A través del juego los estudiantes pueden encontrar un estímulo para elaborar algoritmos y el aprendizaje de técnicas de diseño (Mokhtar et al., 2015). Con su aplicación específica en juegos con base matemática se enfatiza en problemáticas acordes a su formación actual.

Por lo cual el objetivo de este trabajo es proponer una estrategia de aprendizaje basada en juegos para estimular el razonamiento en la construcción de algoritmos por parte de los estudiantes.

El trabajo se compone:

- Sección 2: se propone el marco referencial teórico como antecedente de lo desarrollado.

- Sección 3: se describe las secuencias didácticas para la implementación de la estrategia.
- Sección 4: se muestran los principales resultados obtenidos a partir de los trabajos realizados por los estudiantes.
- Por último: se proponen las conclusiones y los trabajos futuros.

## 2. Marco teórico

Las estrategias tradicionales de enseñanza de la programación no son efectivas para la comprensión de los conceptos de algorítmica y su codificación en un lenguaje de programación (Ismail et. al., 2010). Por lo tanto, es necesario procurar nuevas estrategias que estimulen el pensamiento lógico logrando niveles de abstracción y de concreción en sentencias computacionales. Frente a la necesidad de diseñar un algoritmo, el estudiante se encuentra frente a una desconexión cognitiva entre el problema propuesto y las tareas concretas para realizarlo. Con el uso de juegos, ya sean físicos o digitales, se puede reducir esta desconexión. Al experimentar el juego se trabaja sobre una concientización de tareas y metas (Mokhtar et al., 2015). De este modo, se logra que el estudiante se estimule a comenzar la resolución del problema por el propio juego y desentendiéndose de las presiones propias de razonar un algoritmo. Entonces buscando las metas sobre la base de las reglas del juego encontrará tareas que serán las futuras sentencias del algoritmo. Seng y Yatim, 2014 afirman que el juego ofrece grandes potencialidades como estrategia que asiste al docente y que atrae al estudiante. El estudiante ya no se convence con una clase unidireccional, prefiere libertad para un autoaprendizaje. Por ello algunas universidades utilizan estrategias centradas en juegos.

Las teorías de la educación reconocen el valor de proponer actividades alternativas tales como el juego o la simulación (Kert y Erkoç, 2016; Papastergiou, 2009), para lograr aprendizajes. Los estudiantes deben definir reglas, modificarlas para inventar nuevos juegos, tomar decisiones y resolver problemas para saltar los inconvenientes

presentados en la ejecución de los mismos. Sobre la base de estas experimentaciones con el juego se diseñan los algoritmos computacionales.

En el trabajo de Frittelli et. al., 2013 se presenta una recopilación de programas de juegos construidos como estrategia didáctica en diferentes carreras, años de estudio y paradigmas, concluyendo que esta estrategia “ha logrado la introducción a la investigación y estudio de nuevos conocimientos, pero de forma que puedan ser desarrollados por ellos mismos y que planteen desafíos lógicos y tecnológicos motivantes”.

De los autores antes expuestos se destaca que los juegos son una técnica adecuada para lograr una conexión cognitiva en la elaboración de un algoritmo, desde el planteo del problema, su análisis, la comprensión a través de su experimentación, la propuesta de solución, hasta su implementación y prueba. Además, se aprende a pensar lógica y ordenadamente y de este modo se logra una forma de razonamiento sobre la base de problemas concretos. A partir de esta apropiación se abstraen significativamente las sentencias de los algoritmos.

## 3. Secuencias Didácticas

Para lograr el objetivo planteado se propone una secuencia didáctica, que con base en el juego, describe una estrategia de enseñanza para un proceso de construcción de razonamiento y desarrollo de una técnica de elaboración de algoritmos.

### 3.1. Secuencia Didáctica 1: Presentación del tema.

**3.1.1. Actividad 1:** se inicia la clase proponiendo “Algoritmos” como la unidad temática a abordar y se muestra el video ubicado en el link: <https://www.educ.ar/recursos/105740/algoritmos>, en el cual el profesor Adrián Paenza explica el concepto de algoritmo y lo aplica con un juego, en este caso “**adivina número**”

De la observación del video se plantean algunas preguntas tales como: ¿en qué

consiste el juego?, ¿qué pasos se siguieron para lograr la meta?, ¿cuál es la técnica intuitiva utilizada para resolver el problema?, ¿existe alguna solución al juego con base matemática?, entre otras.

Como resultado de esta actividad se abordan conceptos concretos que luego se teorizan en la definición de algoritmo y metodologías para su diseño.

**3.1.2. Actividad 2:** siguiendo con el video propuesto en la actividad 1, se analizan dos alternativas de solución, una intuitiva y otra basada en el método de la bisectriz. De esto se concluye que seguir una teoría matemática procura algoritmos eficientes, ya que se encuentra la solución con el menor número de pasos.

Del estudio del método y su experimentación con casos de juegos se busca la conexión cognitiva. Como resultado se obtiene una descripción de las reglas del juego y las actividades concretas que logran las metas, así como las excepciones. La actividad finaliza con un diagrama de flujo que detalla las actividades y describe el proceso a seguir para jugar el “adivina número”.

**3.1.3. Actividad 3:** Teniendo en cuenta el diagrama de flujo elaborado en la actividad 2, se teoriza sobre el paradigma de programación estructurada, explicando sus estructuras de control y de datos y se describe una metodología de planificación, diseño y prueba del algoritmo, aprovechando la comparación con lo experimentado.

**3.1.4. Actividad 4:** Se presenta la herramienta de diseño de algoritmos PSeInt (<http://pseint.sourceforge.net/>) y se construye el juego siguiendo la metodología propuesta en la actividad 3.

### **3.2. Secuencia Didáctica 2: Profundizar con nuevos juegos la estrategia propuesta.**

Se planteas los siguientes juegos:

**3.2.1. Memoria Numérica:** el objetivo de este juego es que el estudiante intente memorizar una cierta cantidad de números aleatorios, generados por la computadora, para luego ingresarlos por teclado. El mismo

finaliza cuando se logran recordar e ingresar correctamente doce números consecutivos.

Se comienza con el ingreso del nombre del usuario en el algoritmo, quien recibe una descripción breve de los pasos a seguir. El primer nivel consiste en que el jugador ingrese por teclado el mismo número que el programa genera al azar. De esta misma manera, se procede en el segundo nivel pero con dos números manteniendo la secuencia establecida, y así sucesivamente hasta que no se ingresen correctamente los números o que se lleguen a memorizar los doce números del último nivel.

El algoritmo se compone de estructuras de control iterativas, ya que una vez generados los números aleatorios y los posteriores ingresados por teclado se deben realizar las comparaciones correspondientes mediante el uso de vectores como estructura de datos. También se utilizan estructuras de control selectivas para establecer los diferentes mensajes que el juego debe devolver al final, dependiendo del nivel al que se haya llegado.

**3.2.2. Ahorcado:** es un juego para dos jugadores, el primer jugador tiene que ingresar una palabra en el programa sin que vea el compañero y después el segundo jugador deberá intentar adivinar la palabra con una cantidad de siete vidas, si el segundo jugador adivina la palabra gana, si no adivina gana el adversario.

### **3.3. Secuencia Didáctica 3: Trabajo práctico integrador.**

Se plantea un trabajo práctico en equipo con consignas abiertas con el fin de abordar juegos con base en una teoría matemática o problemas basados en aplicaciones matemáticas.

**3.3.1. Selección del problema:** se sugieren algunos videos, tales como:

- <https://educ.ar/recursos/ver?id=105740>
- [http://www.encuentro.gov.ar/sitios/encuentro/programas/ver?rec\\_id=50653](http://www.encuentro.gov.ar/sitios/encuentro/programas/ver?rec_id=50653)
- <https://educ.ar/sitios/educar/recursos/ver?id=50653&referente=docentes>
- [https://educ.ar/sitios/educar/recursos/listar?etiqueta\\_id=71564&referente=docentes](https://educ.ar/sitios/educar/recursos/listar?etiqueta_id=71564&referente=docentes)

Pueden trabajar sobre los recursos antes indicados o explorar en la Web y buscar otros de acuerdo con sus intereses. El criterio de selección es que el algoritmo se base en una teoría matemática para su solución.

**3.3.2.** Una vez seleccionado un juego o problema matemático se pide diseñar el algoritmo y la presentación de un informe que describa el problema, presente las variables de entrada y salida y detalle el algoritmo computacional con comentarios que permitan su comprensión.

#### **3.4. Secuencia Didáctica 4: Implementación de problemas matemáticos en Matlab.**

Se introduce al MatLab y se implementan problemas que tengan relación con la ingeniería. Entre ellos se destacan:

##### **3.4.1. Ecuaciones de segundo grado:**

Para tener un primer contacto con un lenguaje de programación y haciendo siempre referencia a lo visto previamente en pseudocódigo, se elige como primer ejemplo la fórmula de Bhaskara para ecuaciones de segundo grado. Su elección se basa en dos pilares: (i) por ser una ecuación fuertemente utilizada por los estudiantes de ingeniería y (ii) por la simplicidad de programación. Esto lleva a que el estudiante pueda apreciar que la lógica que utilizó en su etapa previa, en los juegos, se vuelve a utilizar, pero esta vez conectada a fines de resolver problemas específicos.

##### **3.4.2. Series numéricas:**

En la asignatura Análisis Matemático I se trabaja con temas como derivadas, integrales y una introducción a series y sucesiones. La programación de series nos permite ingresar a la parte de estructuras repetitivas (ciclos For y While) utilizando conceptos como pasos y manejo de error, que son antecedentes útiles para asignaturas de años superiores, como es el caso de Cálculo Numérico y Estabilidad. Uno de los algoritmos planteados es la sucesión de Fibonacci.

##### **3.4.3. Matrices y vectores:**

Se trabaja con vectores y matrices pero enfocado en dos aspectos: (i)

implementación de las operaciones matemáticas con el diseño de los algoritmos y (ii) uso de las funciones nativas de MatLab.

De las operaciones realizadas, se destacan carga de matrices, transposición, suma e intercambio de diagonal principal por diagonal secundaria.

## **4. Resultados**

De los trabajos presentados por los estudiantes en la secuencia didáctica 3 (Sección 3.3), se destacan los siguientes:

**4.1. Cuadrado mágico:** el juego consiste en introducir números entre uno y nueve en una matriz de tres por tres, en la cual la suma de cada fila, columna y diagonal de la matriz sea igual a quince. Se destaca la calidad del código generado ya que linealizando una matriz a través de un vector, se reduce considerablemente la eficiencia del algoritmo sin perder claridad.

**4.2. Número de Euler:** consiste en introducir un número mayor a cero, que representa la cantidad de términos de la sucesión  $\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$ . Según cual sea el número que se ha ingresado, el algoritmo devuelve un mensaje indicando si la aproximación es buena o no lo es. Resulta de mucha utilidad para los estudiantes ya que les permite observar el comportamiento de esta sucesión. A través de la implementación del algoritmo, se puede comparar la solución analítica con la computacional. Además esta solución computacional habilita la posibilidad de un análisis posterior que enriquezca el conocimiento teórico sobre Euler con experimentaciones en computadora.

**4.3-Caja semanal:** Este algoritmo permite almacenar los gastos y ganancias diarias de un número cualquiera de personas y luego realizar un balance de saldos semanales. Se destaca en este algoritmo el manejo de matrices y vectores, el cual muestra un entendimiento profundo no solo en la construcción del algoritmo sino también en el abordaje de temas de álgebra lineal.

## 5. Conclusiones

A través del juego los estudiantes comienzan el aprendizaje de la programación sin estar sujetos a las presiones que producen el tema de abordar aspectos abstractos y la falta de motivación por el tipo de problemas a resolver. Seleccionando un juego deben estudiar sus metas y reglas a seguir para conseguirlas, de este modo se observa que los mismos van construyendo una estrategia metodológica para la definición y análisis del problema. Jugando comienzan a experimentar las acciones, los problemas que se pueden presentar y los modos de saltarlos. De la experimentación con el juego se concretan las tareas necesarias para lograr la meta y ganar el juego. A partir de estas tareas se definen las estructuras de control y de datos para el diseño del algoritmo. Con base en los resultados obtenidos en los trabajos prácticos se pudo lograr un razonamiento que permitió abstraer las sentencias del algoritmo y los datos necesarios. Del juego real se diseñan escenarios de pruebas, los cuales pueden ser aplicados al diseñado del algoritmo computacional. De este modo el estudiante se apropia de una metodología de construcción de algoritmos computacionales, estimulando su interés y desarrollando razonamientos a través de la acción de jugar. Como la asignatura se dicta en marco de las carreras de ingeniería, en primer año, se relaciona con la especialidad a través de solución de problemas matemáticos o físicos, los cuales se implementan en MatLab por decisiones tomadas en coordinación horizontal y vertical con otras asignaturas.

Como trabajo futuro se está planificando la integración horizontal de modo que en forma conjunta con las prácticas de Análisis Matemático y Álgebra se aborden la construcción de Script y Funciones en MatLab y se incorpore en Fundamentos de Informática e Informática I, la enseñanza de un lenguaje de programación, que según la evaluación previa realizada es Python (Sweigart, 2015).

## Referencias

- Frittelli, V, Tartabini, M. Teicher, R. Steffolani, F. Serrano, D. Fernández, J. Bett, G. Strub, A.(2013) Desarrollo de Juegos como Estrategia Didáctica en la Enseñanza de la Programación. CONAIIISI.
- Ismail, Mohd Nasir; Ngah, Mohd Nasir; Umar, Irfan Naufal (2010). Instructional strategy in the teaching of computer programming: A need assessment analyses. The Turkish Online Journal of Education Technology, Vol. 9, N° 2, pp. 125-131.
- Kert, Serhat Bahadır and Erkoç, Mehmet Fatih (2016) Computer Games as Programming Education Tools. International Conference. The Future Education.
- Kiss, Gabor and Arki, Zuzanna (2017).The influence of game-based programming education on the algorithmic thinking. Social and Behavioral Sciences, vol. 237, pp. 613 – 617.
- Mokhtar, Rashidah. Lehat, Mohd Lezam. Basir,Nora Mohd. Sokman, Yusnita (2015). A Tangible Game-Based Approach for Introducing Programming to Elementary School Students. International Journal of Information and Education Technology, Vol. 5, N° 4, pp.246-29.
- Papastergiou, Marina (2009). Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation Computers & Education, Vol 52, pp. 1–12.
- Seng, Wong Yoke and Yatim Maizatul Hayati Mohamad (2014). Computer Game As Learning and Teaching Tool For Object Oriented Programming in Higher Education Institution. . Social and Behavioral Sciences, vol. 123, n° 215 – 224.
- Sweigart, Albert. (2015) Inventa tus Propios Juegos de computadora con Python. Libro Version ES.0.1.