

Torneos de programación: combinando los aprendizajes competitivo y cooperativo

Programming contest: combining competitive and cooperative learning

Claudia Carina Fracchia¹, Sergio Bramardi¹

¹ Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina

carina.fracchia@fi.uncoma.edu.ar, sbramardi@gmail.com

Recibido: 13/05/2020 | Corregido: 05/10/2020 | Aceptado: 15/10/2020

Cita sugerida: C. C. Fracchia and S. Bramardi, "Torneos de programación: combinando los aprendizajes competitivo y cooperativo," *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 27, pp. 56-65, 2020. doi: 10.24215/18509959.27.e6

Esta obra se distribuye bajo **Licencia Creative Commons CC-BY-NC 4.0**

Resumen

El empleo de metodologías activas, como es el caso del aprendizaje cooperativo, ha sido beneficioso para la enseñanza y el aprendizaje de programación, tanto en el nivel secundario como en el universitario. Ante el desafío de combinar las ventajas asociadas a los aprendizajes cooperativo y competitivo, surgen los torneos de programación como recurso didáctico capaz de promover una motivación positiva y mejorar el rendimiento académico en el área de programación. Entre los años 2014 y 2017 se realizaron diferentes torneos de programación en los niveles secundario y universitario con el fin de generar contribuciones teóricas y metodológicas relacionadas a su uso en contextos educativos. La administración de diferentes encuestas y aplicación de métodos estadísticos permitió conocer indicadores de aspectos motivacionales y del uso de estrategias de aprendizaje, que tienen relación con los torneos y su impacto, tanto en el aprendizaje de programación como en el rendimiento académico. En el caso de este trabajo se presentan los indicadores que hacen referencia principalmente al trabajo cooperativo. El marco del estudio llevado a cabo fue el desarrollo de una tesis doctoral concluida a fines de 2018, en un posgrado de la Universidad Nacional del Comahue.

Palabras clave: Torneos de programación; Educación; Motivación; Estrategias de aprendizaje; Rendimiento académico; Aprendizaje competitivo; Aprendizaje colaborativo.

Abstract

The use of active methodologies, such as cooperative learning, has been beneficial for teaching and programming learning, both at the secondary level and at the university level. Given the challenge of combining the advantages associated with cooperative and competitive learning, programming contests arise as a teaching resource capable of promoting positive motivation and improving academic performance in the area of programming. Between 2014 and 2017, different programming contests were held at the secondary and university levels in order to generate theoretical and methodological contributions related to their use in educational contexts. The administration of different surveys and application of statistical methods allowed us to know indicators of motivational aspects and the use of learning strategies, which are related to tournaments and their impact, both in programming learning and in academic performance. In the case of this paper, the indicators that refer mainly to cooperative work are presented. The framework of the study carried out was the development of a doctoral thesis concluded at the end of 2018 in the Postgraduate Program at Comahue National University.

Keywords: Programming contests; Education; Motivation; Learning strategies; Academic performance; Competitive learning; Collaborative learning.

1. Introducción

Las metodologías activas además de constituir una forma interesante de presentar el conocimiento permiten dar respuesta a las preguntas sobre qué, cómo, cuándo y dónde enseñar. Enseñar implica un proceso bidireccional donde el profesor puede ir ajustando su propuesta en base a las intervenciones realizadas y respuestas de sus estudiantes. Lograr aprendizajes significativos en los estudiantes dependerá de la manera en que se presenta el conocimiento (variedad de recursos contemplando distintos estilos de aprendizaje), el estilo de enseñanza del docente, la contemplación de los diferentes ritmos de aprendizaje (flexibilización de tiempos), la forma en que se evalúe el conocimiento y el empleo de diferentes entornos de aprendizaje, entre otros aspectos [1].

El empleo de metodologías activas, como es el caso del aprendizaje cooperativo, ha sido beneficioso para la enseñanza y el aprendizaje de programación, tanto en el nivel secundario como en el universitario, encontrándose propuestas que incluyen el trabajo con diferentes recursos que han surgido gracias al avance de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) [2, 3, 4, 5].

Cuando el docente estructura sus clases, la manera en que configure su aula determinará en qué medida se favorecerá actitudes cooperativas, competitivas o individualistas. La situación ideal es que nuestros estudiantes puedan competir por placer, trabajar solos de manera autónoma y cooperar con sus pares de manera eficaz.

Los esfuerzos competitivos existen cuando los estudiantes sienten que pueden lograr sus objetivos si y sólo si los demás no consiguen alcanzar los propios (interdependencia negativa en los logros de los objetivos), mientras que los esfuerzos cooperativos se presentan cuando los estudiantes sienten que pueden lograr sus objetivos si y sólo si los otros estudiantes de su grupo también alcanzan los propios (interdependencia positiva entre los logros de los objetivos). En el caso de los esfuerzos individualistas se diferencian en que los estudiantes perciben que alcanzar sus propios objetivos no tiene relación con lo que hagan sus compañeros [6].

El uso de torneos de programación como recurso didáctico para la enseñanza y aprendizaje de programación propone de hecho la participación en una competencia, en la que no se compite individualmente sino en equipo, con lo cual está presente tanto la cooperación como la competición.

Con el fin de generar contribuciones teóricas y metodológicas relacionadas con el uso de torneos de programación como recurso didáctico para promover una motivación positiva y mejorar el rendimiento académico en el área de programación se han realizado diferentes torneos de programación en los niveles secundario y universitario. El estudio se enmarca en el desarrollo de una tesis doctoral concluida a fines de 2018 en el Programa de Postgrado en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional del Comahue (UNCo) ubicada en la

ciudad Neuquén, Argentina. En este artículo se presentan resultados parciales que permiten analizar el trabajo colaborativo dentro de los torneos

A continuación se describe el marco teórico, metodología, algunos de los resultados y conclusiones del estudio realizado.

1.1. Concursos de programación

Los concursos de programación representan un gran desafío para los programadores ya que les permiten poner a prueba y explorar su inteligencia, existen diversas iniciativas provenientes de organismos e instituciones educativas, tales como ACM (Association for Computing Machinery), IBM, IEEE, Codemotion, Appirio, Universidad Oxford, Universidad Nacional de Buenos Aires, comunidades de software libre, entre otros. En el caso de ACM las competencias de programación se han iniciado en el año 1970 y continúan a la fecha. El objetivo de estos concursos suele ser promocionar un lenguaje de programación o plataforma, innovar con tecnologías nuevas, búsqueda laboral de programadores, adquisición de habilidades de programación de sistemas, o simplemente una actividad de ocio [7, 8].

Los torneos de programación se diferencian respecto al fin perseguido (entrenamiento, diversión, construir una aplicación específica), tipo de aplicación desarrollada (por ej. videojuego), duración, lenguajes de programación habilitados para competir, idioma en el que se presentan los enunciados, tipo y cantidad de problemas a resolver, etc. Se ofrece a los estudiantes que participan de estas competencias la oportunidad de mejorar sus habilidades, así como mostrarse a la comunidad participante [9].

Se encontraron diferentes posturas en cuanto al uso de competiciones en educación, algunos autores [10, 11, 12] consideran que si se incluye dentro del plan de estudio esto ayudaría a quitarle rigidez, sobre todo si no es lo suficientemente desafiante. Cuando se analiza la efectividad del uso de la competencia en educación, un argumento que sobresale es la posibilidad de favorecer un incremento de la motivación de los estudiantes, facilitando la retroalimentación en base a su desempeño. En algunos casos puede ayudar a los estudiantes a elevar su nivel de confianza, y en otros casos, tal vez se de la situación de que estudiantes con buen rendimiento no deseen competir por una emergente necesidad de controlar su destino. Algunas estadísticas dan cuenta de que los estudiantes que pertenecen a los equipos de entrenamiento han mostrado siempre mejores resultados en las asignaturas relacionadas a la programación, pues cada uno de los retos en programación implican dedicación y destreza [13]. Los avances respecto a tecnología han posibilitado que en la actualidad exista un gran número de sistemas online para la gestión de torneos de programación, que permiten a los estudiantes situarse en contextos de competición simulados, donde se presentan problemas que deben ser resueltos en un tiempo establecido [14, 15]. La principal ventaja de estos sistemas es que se facilita una amplia participación donde pueden competir tanto

estudiantes de los diferentes niveles educativos y profesores, como expertos en programación, autodidactas, etc. Otro beneficio es la posibilidad del resguardo de los datos, donde análisis estadísticos como el realizado por Manzoor [16] sobre la base de datos del sitio Valladolid Online Judge han facilitado el indagar aspectos de los concursos de programación a tener en cuenta para que éstos sean más significativos para los participantes, permitiéndoles mejorar su rendimiento.

Como en toda competencia, hay perdedores y ganadores, en el caso de este último corresponderá a los equipos que logren resolver más problemas en el menor tiempo, en algunos casos también se considera la eficiencia de los programas realizados.

Generalmente cuando se diseñan los torneos de programación se tienen cuenta el alcance (regional/nacional/internacional), si es abierto a la comunidad o cerrado a un grupo determinado, lenguajes de programación permitidos, cantidad y complejidad de los ejercicios, entre otros elementos. Se eligen premios o recompensas para los ganadores (ej. medallas, dinero, certificados, obsequios), y establecen los elementos de presión, como podrían ser mostrar las tablas de posiciones de los equipos de acuerdo a los ejercicios resueltos.

1.2. Combinando cooperación y competencia

Vygotsky [17] señala que el aprendizaje cooperativo o colaborativo es una de las metodologías instruccionales más valorada y utilizada desde la década del 60, y que ha ganado espacio dado su naturaleza social y la forma en que los estudiantes construyen el conocimiento. Se trata de promover el aprendizaje activo, algo tal vez no posible según este autor con el trabajo competitivo e individual. Sin embargo otros autores como Yadin y Or-Bach [18] afirman que el énfasis actual en los beneficios del aprendizaje colaborativo menosprecia la importancia de los procesos de aprendizaje individuales y reduce las oportunidades para exigir y evaluar el aprendizaje individual dentro de la educación.

Las situaciones de competencia suelen presentarse frecuentemente en la vida cotidiana, en el deporte, en lo laboral y también en lo académico, por ejemplo cuando se entregan los boletines o notas de evaluaciones. Se observan comparaciones forzadas, visibles y en algunos casos agresivas, dado que siempre prevalece la figura de un ganador (o perdedor).

Para que una competencia sea constructiva se debe motivar a los estudiantes a dar lo mejor de sí, además de fomentar valores importantes de la vida como podrían ser el valor del juego limpio, saber aprender a perder, y buscar que la competencia sea divertida y pueda tomarse como entretenimiento o como una preparación para el ámbito laboral futuro. No tener en cuenta estos aspectos podría provocar situaciones estresantes y de mucha ansiedad. Johnson y Johnson [19] definen al aprendizaje competitivo como la "concentración del esfuerzo del

alumno para que se desempeñe mejor y con más precisión que sus compañeros". Esto implica que los estudiantes realicen un trabajo más solitario, buscando destacarse de sus compañeros.

En los torneos de programación se combina la instancia de competencia con la colaboración y cooperación lograda al trabajar en equipos. Cuando la competencia se da entre equipos, se espera que la diversión sea mayor, y en el caso de derrota, al estar las responsabilidades compartidas se reduce el impacto negativo al fracaso.

El rol del docente es fundamental ya que debe mantener a sus estudiantes concentrados en el aprendizaje, evitando discusiones para que sea un espacio placentero. Además deberá asistir en la conformación de equipos y definición de su tamaño, la asignación de los roles para cada estudiante, explicar la actividad académica a realizar, así como la responsabilidad individual y las conductas esperadas en los estudiantes.

Si se trabaja en equipo y de manera cooperativa, los estudiantes no sólo se centrarán en mejorar sus aprendizajes, sino que ayudarán a que sus compañeros también puedan lograrlo.

En el armado de los equipos, cada uno de sus integrantes aportará aptitudes, destrezas y habilidades diferentes. Al trabajar con pocos integrantes se logra aumentar la visibilidad y esfuerzo de los mismos, así como también la responsabilidad de cada uno de ellos. Si el equipo tiene muchos integrantes será mayor la cantidad de habilidades presentes y también se requerirá una mayor cantidad de interacciones entre sus miembros. Esto último puede resultar complejo, por ejemplo cuando se busca el consenso en la toma de decisiones.

En los torneos de programación los integrantes de cada equipo suelen elegirse libremente, dependiendo su tamaño de acuerdo a la cantidad de recursos disponibles (materiales, computadoras, etc.) o la naturaleza específica de la actividad a realizar. Cuando se trabaja en un contexto educativo, este tipo de conformación suele devenir en equipos no homogéneos. Para fomentar una conformación de equipo heterogénea se puede utilizar un procedimiento azaroso (sacar un número de una caja) o azar estratificado, donde el docente elige una o dos características de sus alumnos con el fin de asegurarse que uno o más integrantes del equipo las posea. La asignación de roles (lector de enunciado, diseñador, codificador y verificador de solución) ayudará a que los estudiantes sepan qué se espera de ellos dentro del equipo que integran, se recomienda además que haya una rotación de los mismos. Se recomienda rotar estos roles antes de comenzar la resolución de un nuevo ejercicio. Dado que los roles definidos son 4, si el equipo tiene más integrantes que ese número se sugiere repetir roles, priorizando los relacionados al análisis del problema y diseño de algoritmos.

1.3. TIC y Enseñanza de Programación

La programación está vista como una parte troncal en las Ciencias de la Computación, dado que favorece el desarrollo de una serie de habilidades que permiten diseñar soluciones a problemas del mundo real, donde se persigue principalmente alcanzar el pensamiento algorítmico, creatividad e innovación.

El avance de las TIC trajo aparejado el surgimiento de una gran variedad de recursos que pueden ser incorporados al aula, implicando una revisión de la acción docente, las estrategias pedagógicas y didácticas puestas en juego. Respecto a herramientas para la gestión de torneos de programación o jueces online, como también se los denomina, existe una gran variedad de software que se diferencian principalmente en los lenguajes de programación con los cuales se puede competir, cantidad de ejercicios en la base de datos, niveles de complejidad, manejo de errores, reglas de concurso, premios, etc. En la tabla 1 se resumen algunos de los jueces mencionados en la bibliografía consultada.

Tabla 1. Herramientas para la gestión de Torneos de Programación

Juez	URL	Observación
Uva online judge	http://uva.onlinejudge.org	Surge en España. Activo desde 1995
Sphere online judge	http://www.spoj.com	Nace en Polonia, el último torneo se realizó en 2016
Code forces	http://www.codeforces.com	Surge en Rusia, activo desde 2010
Caribbean Online Judge	http://coj.uci.cu/	Nace en 2006, en Cuba
OmegaUp	http://omegaup.com	Surge en 2011 en México
CodeFights	https://codefights.com/	EEUU
URI Online Judge	https://www.urionlinejudge.com.br	Brasil
Kattis	https://open.kattis.com/	Suecia

Boca Online	https://www.ime.usp.br/~cassio/boca	Brasil
CodinGame	https://www.codingame.com/	EEUU
HORNERO	hornero.fi.uncoma.edu.ar	Se desarrolló en 2014, en Neuquén, Argentina

En la enseñanza de la programación, tanto en el nivel secundario como en el universitario, se comienza trabajando con la resolución de problemas sencillos, los cuales pueden ser verificados al implementarse el diseño de solución propuesto en un lenguaje de programación determinado. Se pretende que los estudiantes puedan escribir programas elegantes y correctos, y ante situaciones de error, logren establecer las causas del funcionamiento incorrecto, lo que requiere un esfuerzo de introspección por parte de los mismos.

Ante un problema dado, la solución requerirá por parte de los estudiantes que contemplen diferentes etapas tales como el análisis y comprensión del enunciado propuesto, la construcción de un modelo de solución, la verificación y validación de la solución hallada.

A través del uso de abstracción y descomposición, el estudiante puede hacer frente a una tarea compleja y grande, elegir una representación adecuada de un problema o el modelado de los aspectos relevantes. La solución sólo estará limitada por la propia curiosidad y creatividad.

2. Metodología

El interés del estudio realizado estuvo centrado en conocer comparativamente las características motivacionales y cognitivas de los grupos de estudiantes que participaron y no participaron de los torneos de programación. Para este trabajo sólo se referirá a las variables que permiten analizar el trabajo colaborativo dentro de los torneos.

Para el procesamiento de datos se utilizaron los paquetes de estadística STATISTICA 7.1 y SPSS. A continuación se describirán las características de los estudiantes e instituciones educativas participantes del estudio, los materiales, métodos y procedimientos empleados.

2.1. Perfil de los estudiantes

Se realizaron torneos entre los años 2014 y 2017 con estudiantes pertenecientes al nivel secundario y universitario, localizados en las ciudades de Neuquén (Pcia. de Neuquén), Cipolletti, Fernández Oro y El Bolsón (Pcia. de Río Negro). Neuquén Capital y Cipolletti constituyen centros urbanos de alta densidad poblacional,

mientras que Fernández Oro y El Bolsón son localidades más pequeñas.

Los estudiantes del nivel secundario tenían edades comprendidas entre 16 y 18 años, y se encontraban cursando cuarto o quinto año. Se seleccionaron estas instituciones porque en ellas la currícula incluye materias de programación en los últimos años. En el caso de los estudiantes universitarios presentaban edades comprendidas entre 18 y 25 años, y comenzaban su introducción a la programación, algunos estaban cursando la Licenciatura en Ciencias de la Computación y otros el Profesorado de Matemáticas en las facultades de Informática (FAIF) y de Economía y Administración respectivamente, de la Universidad Nacional del Comahue.

La muestra del estudio realizado integró 224 estudiantes, de los cuales 196 participaron de los torneos y 28 no lo hicieron. La decisión de participar o no hacerlo era voluntaria y opcional. Del total de estudiantes que participaron de los torneos, 175 fueron de del nivel medio y 21 del universitario. Debido a que en algunas instituciones se dio la situación de que todos los estudiantes bajo estudio participaron de los torneos, para algunos análisis referidos a relaciones respecto al rendimiento, motivación y usos de estrategias se trabajó con una submuestra de 92 estudiantes correspondientes a las instituciones donde también se contaba con estudiantes que decidieron no participar de los torneos. De esta submuestra 35 eran estudiantes de la UNCO y los 57 restantes alumnos de una institución del nivel secundario de la ciudad de Neuquén (pública). De ese subtotal, 64 estudiantes participaron de los torneos mientras que 28 no lo hicieron.

2.2. Materiales

Se utilizaron dos instrumentos de recolección de datos, (1) el MSLQe (Motivated Strategies Learning Questionnaire, versión adaptada al español por Donolo et al. [20], que evalúa aspectos referidos a la motivación y al uso de estrategias por parte de los estudiantes y fue administrado antes de la implementación de los torneos; y (2) un cuestionario de elaboración propia, que informa sobre la percepción que los alumnos tienen acerca de los aspectos motivacionales y relativos a la participación en torneos de programación, el cual fue administrado a un grupo de estudiantes que participó de los torneos y con posterioridad a los mismos.

Se elaboró una encuesta online basada en el MSLQe adicionando además campos para relevar: nombre y apellido, institución educativa y participación previa de los sujetos en torneos de programación.

El MSLQe se compone de dos secciones, la primera integrada por 31 ítems que conforman seis subescalas relativas a distintos aspectos motivacionales: metas de orientación intrínseca, metas de orientación extrínseca, valoración de la tarea, percepciones de autoeficacia, creencias de control del aprendizaje y ansiedad. La

segunda sección está conformada por 50 ítems agrupados en nueve subescalas que permiten evaluar diferentes aspectos relativos al uso de estrategias de aprendizaje: uso de estrategias de repaso, elaboración, organización, pensamiento crítico, autorregulación metacognitiva, manejo del tiempo y ambiente de estudio, regulación del esfuerzo, aprendizaje con pares y búsqueda de ayuda. Los estudiantes se puntúan a sí mismos aplicando una escala Likert de 7 puntos, donde el número 7 indica estar muy de acuerdo con lo especificado en el ítem, mientras que el número 1 sería la opción a elegir si se estuviera por completo en desacuerdo. La posición de indecisión está dada por el número 4. En aquellas situaciones donde para una subescala se hallaba un ítem sin responder, éste se tomó como faltante al momento de obtener el promedio.

El segundo instrumento tuvo el fin de conocer las apreciaciones de los estudiantes respecto a su participación en torneos de programación, y además medir aspectos referidos a la organización y desarrollo de los mismos, como así también los referentes al impacto que éstos pudieron haber tenido en la motivación.

En el diseño del cuestionario se utilizaron preguntas tanto abiertas como cerradas y para la sección de motivación se utilizó una escala Likert, con el mismo criterio de puntuación que en el instrumento anterior. Estuvo conformado por once preguntas, que incluían datos personales (nombre y apellido, institución educativa) además de datos referentes a la participación en torneos y aspectos relacionados a los componentes de valor, de expectativas y afectivo. Con respecto a la información sobre participación en los torneos se los indagó sobre los torneos en los que participó, los motivos que lo llevaron a participar, las dificultades presentadas, beneficios de haber participado de los torneos respecto al aprendizaje de programación, y su parecer frente al uso de estos torneos como recurso en el aula para la práctica de los temas de programación. Esta encuesta se diseñó mediante un cuestionario online, el cual fue administrado al finalizar las experiencias. Para la validación del instrumento se realizó una prueba piloto, donde se convocó a los docentes y estudiantes avanzados de la FAIF que participaron del desarrollo de los torneos.

Para analizar el rendimiento de los estudiantes se contó con listados de calificaciones que enviaron los docentes de cada institución educativa. Se tomó una evaluación de forma previa al desarrollo de los torneos y otra al finalizar los mismos.

2.3. Métodos estadísticos

Se seleccionaron y aplicaron distintos métodos estadísticos con el fin de analizar la confiabilidad del instrumento MSLQe para la muestra seleccionada, describir el perfil motivacional y uso de estrategias por parte de los estudiantes de las distintas instituciones educativas. Se recurrió al cálculo de estadísticos descriptivos sobre las variables relevadas referidas a motivación, uso de estrategias, rendimiento académico, participación en torneos, edad y sexo, por cada institución

educativa con el objetivo de describir y resumir sus características más sobresalientes. Se utilizó el coeficiente Alfa de Cronbach para cuantificar la consistencia interna de las escalas motivación y uso de estrategias de aprendizaje que conforman la encuesta MSLQe, y para cada una de sus subescalas. A partir de la matriz de correlación, se pudo cuantificar y analizar las relaciones entre las variables motivación, uso de estrategias, participación de torneos y rendimiento alcanzado.

Con Análisis de la Varianza y posteriormente test de Tukey se determinó si los grupos de estudiantes, los que optaron por participar de los torneos y los que no lo hicieron, presentaban diferencias o similitudes en aspectos motivacionales y cognitivos.

2.4. Procedimiento

Los torneos en el nivel secundario se realizaron entre los años 2014 y 2016, fueron en total nueve torneos, mientras que en el nivel universitario se realizaron cuatro torneos entre los años 2015 y 2017. En el caso del nivel secundario se seleccionaron cinco instituciones que contemplaran en la currícula contenidos de programación en los dos últimos años.

A diferencia del nivel secundario, donde se abría un torneo y se cerraba en el mismo día, con los estudiantes universitarios se decidió colocar una opción de entrega de tareas en la plataforma utilizada para que los estudiantes subieran allí los algoritmos enviados y de esa manera poderles hacer una devolución más completa acerca de esa resolución presentada.

En ambos niveles, al inicio de cada año se suministró inicialmente a los estudiantes la encuesta MSLQe. Se desarrollaron un total de tres torneos, dos presenciales y uno virtual, para los cuales se especificaron entre 10 y 15 problemas, ubicados en orden creciente de dificultad. Se trabajó con el juez online HORNERO.

Al inicio del cursado se les consultó a los estudiantes acerca de quiénes deseaban participar de los torneos de programación, con lo cual se conformaron dos grupos, los que quisieron participar y los que optaron por no hacerlo. Se habilitó además un espacio virtual donde se alojó material adicional para la preparación previa a los torneos y se habilitaron canales de comunicación para que los docentes y estudiantes de las distintas escuelas pudieran interactuar. Se consensuó los lenguajes de programación a utilizar y complejidad de ejercicios a resolver. Se organizaron encuentros combinando las modalidades presencial y virtual, de esa manera se fomentó la integración y colaboración de los docentes y estudiantes de todas las instituciones participantes. Las fechas, horarios y realización de los torneos se fijaron mediante un cronograma. El funcionamiento en un torneo era simple, se mostraban los ejercicios a resolver, si el programa implementado funcionaba correctamente y daba una solución al problema planteado se le asignaba un puntaje, en caso contrario el equipo podía corregirlo y volver a presentarlo.

Como se mencionó anteriormente la modalidad de participación aplicada en los torneos fue por equipos, donde cada uno de éstos, para competir, requería una computadora personal con el software, lenguaje o entorno de programación elegido para participar previamente instalado. Al inicio de cada competencia los equipos contaban con un reglamento del torneo, que debían leer para aclarar dudas a tiempo, en pos de lograr un ambiente de competencia sano. Durante cada competencia los participantes sólo podían comunicarse con integrantes de su equipo y con el personal encargado del torneo.

Se priorizó la conformación de equipos heterogéneos compuestos por integrantes de las diferentes instituciones educativas. La cantidad de computadoras/notebooks determinó el tamaño de los equipos, resultando un promedio de seis estudiantes por equipo. Se utilizaron diferentes procedimientos azarosos tales como por ejemplo agrupar por deporte favorito, el último dígito del DNI, el resto obtenido al dividir el mes de nacimiento por la cantidad de equipos deseada, entre otros.

Algunos aspectos que se tuvieron en cuenta en pos de lograr una interdependencia positiva fueron proporcionar a cada equipo una única copia del material (fomentar el trabajo en conjunto), incentivar a cada equipo a establecer su identidad de manera conjunta (nombre, logo o lema), asignar y rotar los diferentes roles. Los roles que se definieron fueron: lector de enunciado, diseñador, codificador y verificador de solución. En los casos de equipos con más de 4 integrantes estos roles se repitieron, priorizando el de diseñador y verificador de solución. Se sugirió rotar los roles al comienzo de la resolución de cada ejercicio. Como se trataba de una competencia, se establecieron recompensas, como por ejemplo certificados, remeras, llaveros, entre otros.

Al final de cada año se suministró al grupo de estudiantes que participaron de los torneos la encuesta de diseño propio para indagar posibles impactos de los mismos en su motivación, dificultades presentadas, ventajas logradas respecto a sus aprendizajes de programación, entre otros aspectos.

3. Resultados

Para el estudio realizado se ha relevado información respecto a aspectos motivacionales, de uso de estrategias de aprendizaje y rendimiento, teniendo como base lineamientos dados por diversos autores que trabajan en estas temáticas [21, 22, 23, 24]. En este trabajo sólo nos centraremos en los resultados relacionados al trabajo colaborativo en el marco de los torneos de programación.

Los estudios correlacionales entre las variables motivacionales y la calificación no mostraron relaciones significativas, si se halló una correlación significativa entre la calificación y la variable regulación del esfuerzo (estrategias de aprendizaje), evidenciando un importante compromiso de los estudiantes en el trabajo involucrado en el desarrollo de los torneos.

Se observó que el perfil informado por el grupo experimental combina una alta orientación hacia metas intrínsecas con una orientación moderada hacia metas extrínsecas, al ser más adaptativo es lo que pudo haberlos conducido a optar por participar de los torneos de programación. Esto está en sintonía con la tendencia actual que postula que los estudiantes pueden tener múltiples metas y en diferentes grados [25].

Una de las subescalas presentadas en la sección de estrategias de aprendizaje del MSLQe es Aprendizaje con Pares (AP). AP incluye tres ítems que relacionados a la disponibilidad del estudiante para trabajar de manera cooperativa (o colaborativa) con sus compañeros. Por ejemplo: "Cuando estudio para esta materia, a menudo trato de explicar el material a un compañero del curso o a un amigo". Otra de las subescalas que tendremos en cuenta en este trabajo, es la Búsqueda de ayuda (B), la cual a través de cuatro ítems indaga sobre la disposición que tiene un estudiante para solicitar ayuda a sus pares o al docente frente a algún problema que pueda presentarse. Por ejemplo: "Cuando no comprendo el material en esta materia, le pido ayuda a otro estudiante de la clase".

El aprendizaje con pares refiere a lo que cada estudiante es capaz de realizar con la ayuda de otros, diferenciándolo de lo que haría solo, y junto con la búsqueda de ayuda se alude a la disposición de los estudiantes a compartir (o comunicar) sus dificultades a sus compañeros o docentes. Desde el punto de vista motivacional esto es importante dado que si el sistema de ayudas se mantiene a lo largo de todo el proceso se fomentaría atribuciones del tipo externo. Un ejemplo de esto último sería que el estudiante sienta que la tarea ha sido exitosa sólo porque el profesor lo ha ayudado, con lo cual no se contribuiría a la formación de la motivación por el aprendizaje [20].

Del análisis descriptivo realizado a los estudiantes que participaron de los torneos se observó respecto al aprendizaje con pares que el valor obtenido no es muy alto (M=4,26), algo que llama la atención dada su importancia en relación al trabajo con los torneos donde se espera un ambiente de colaboración. Su variabilidad (34,63%) es levemente mayor al resto de las variables de estrategias. Se observó que la búsqueda de ayuda fué la variable más asimétrica dentro de la subescala estrategias de aprendizajes.

En el caso de los estudiantes que no participaron de los torneos, al comparar las diferentes variables que integran las estrategias cognitivas y metacognitivas y las de manejo de recursos, se observó que el valor más bajo se obtuvo en AP (M= 3,9). En el caso de programación, mediante el trabajo colaborativo se favorece la puesta en común de los diferentes puntos de vistas y experiencias personales, lo que propicia una mejora de los diseños de algoritmos propuestos en cuanto al uso de estructuras de almacenamiento, velocidad de ejecución y adecuada estructuración. Al testear la hipótesis con un error tipo I $\alpha=0.05$ de que los grupos de estudiantes de las instituciones educativas no difieren en el puntaje medio en la variables AP y B, los p-valor obtenidos en el ANOVA

fueron 0.12 y 0.26 respectivamente. Se concluye que ninguna de las medias de los puntajes obtenidos en las variables mencionadas es significativamente diferente, por lo que se puede concluir que los estudiantes de todos los establecimientos comparten características similares en cuanto al aprendizaje con pares, la búsqueda de ayuda o persistencia en la realización de las tareas.

La tabla 2 permite observar el puntaje medio obtenido en cada estrategia en la submuestra de 92 estudiantes, resaltada la estrategia AP. Con "S" se indica el establecimiento de nivel secundario y con "U" el universitario. Se observa que los estudiantes del nivel secundario que han participado de los torneos presentan un puntaje medio levemente mayor en todas las variables de la subescala estrategias de aprendizaje, respecto a los que no participaron. Se esperaba que los puntajes medios asociados a estrategias tales como PC, EE y AP hubieran sido mayores, considerando que el puntaje más alto a asignar era 7 y dada su importancia para el trabajo en programación.

Tabla 2. Puntajes medios obtenidos en el empleo de estrategias

Institución Educativa	Participación en torneo de programación	N	F	M	S/D	ER	EE	EO	PC	AM	MT	EZ	AP	B
S	NO	14	3	10	1	4,7	4,2	3,9	3,9	4,0	4,1	4,3	3,4	5,0
	SI	43	10	28	5	4,9	4,7	4,5	4,3	4,7	4,3	4,9	4,3	5,3
U	NO	14	6	7	1	4,6	5,2	5	4,6	5,1	4,8	5,4	4,5	5,2
	SI	21	9	12		4,1	4,6	4,5	4,5	4,6	4,6	5,1	4,6	5,4

N: Cantidad de estudiantes F: Femenino M: Masculino S/D: no informado
 ER: Estrategias de Repaso PC: Pensamiento Critico EZ: Regulación del Esfuerzo
 EE: Estrategias de Elaboración AM: Autorregulación Metacognitiva
 AP: Aprendizaje con Pares EO: Estrategias de Organización
 MT: Manejo de Tiempo y ambiente de estudio B: Búsqueda de ayuda

Respecto a los estudiantes del nivel universitario se observa que los que no han participado de los torneos presentan puntajes medios levemente mayores a los que sí lo hicieron. Esto podría deberse a que en este nivel los torneos se desarrollaron como parte del cursado, para posibilitar la ejercitación previa a los parciales, con lo cual han participado los estudiantes que sentían la necesidad de afianzar sus conocimientos. También se nota que los puntajes medios de las variables AP y B son levemente menores en el grupo que no participó de los torneos. Considerando que el puntaje máximo era de 7 puntos, el puntaje medio obtenido en AP en ambos niveles serviría de alerta al docente para detectar estudiantes que trabajan mayormente de manera individual o su timidez le impide acercarse a sus pares.

Sólo 41 estudiantes de los 64 que participaron de los torneos (en esta submuestra) completaron la encuesta que tenía como fin analizar el impacto de los torneos en la motivación, 14 eran pertenecientes a la UNCO y 27 a la institución de nivel secundario.

La encuesta realizada perseguía el propósito de indagar sobre las apreciaciones de los estudiantes respecto a los beneficios o dificultades sorteadas al participar de torneos de programación. Inicialmente se les consultó a los estudiantes los motivos que los llevaron a anotarse para participar en los torneos de programación, para lo cual debían responder marcando una o más de las siguientes alternativas: "Me interesaba el premio", "Quería participar

con amigos", "Quería hacer frente a un desafío", "Quería poner a prueba mis conocimientos de programación", "Me gusta resolver problemas de programación", "No recuerdo" y "Otro". Si bien en varias instituciones el participar de los torneos formaba parte de la planificación curricular del docente, se observa que en los estudiantes se destaca en gran medida la intención de poder "poner a prueba sus conocimientos de programación", "enfrentar nuevos desafíos" y "participar con amigos", en comparación al motivo "parte de la materia". Esto se puede observar en la tabla 3.

Tabla 3. Frecuencias y porcentajes respecto al motivo de participación en torneos programación

Motivo por el cuál se participó de los torneos	S (N=27)		U (N=14)	
	f	%	f	%
Me gusta resolver problemas de programación	8	30	4	29
Proyecto del colegio	1	4	0	0
Era parte de la materia/parte del cursado	1	4	2	14
Quería participar con amigos	9	33	4	29
Quería hacer frente a un desafío	9	33	7	50
Quería poner a prueba mis conocimientos de programación	18	67	8	57
Obligación por parte de los profes	2	7	0	0
Me interesaba el premio	3	11	0	0
Me lo sugirieron	0	0	1	7
Lo utilice para repasar contenidos para parcial	0	0	1	7

Mediante otro ítem de la encuesta se consultó a los estudiantes sobre las dificultades experimentadas durante la participación en los torneos. Se proporcionaron alternativas de respuesta, entre las que el sujeto podía seleccionar una o más, las cuales se muestran en la tabla 4 junto a sus frecuencias y porcentajes.

Tabla 4. Frecuencias y porcentajes respecto a las dificultades percibidas

Dificultades percibidas	S (N=27)		U (N=14)	
	f	%	f	%
Dificultades relacionadas con el lenguaje de programación utilizado	2	7%	2	14%
Dificultades para ajustarme a las reglas del torneo (uso de memoria, tiempo de ejecución)	6	22%	5	36%
Dificultades para interpretar los problemas	9	33%	7	50%
Dificultades relacionadas con el juez online utilizado (ACM/HORNERO)	9	33%	2	14%
Dificultades para trabajar en equipo	4	15%	1	7%
Dificultades para resolver los problemas planteados debido a su complejidad	14	52%	3	21%

Se observa que las opciones menos elegidas en ambos grupos de estudiantes son las relacionadas al lenguaje de programación utilizado y al trabajo en equipo.

Los aspectos señalados por los estudiantes como beneficiosos al participar de torneos de programación fueron "Aprendizaje de programación", "Trabajo en equipo", "Preparación para rendir exámenes", "Determinar la carrera a estudiar", "Sociabilizar" y "Curiosidad". En este caso se trató de un ítem en la encuesta cuya respuesta era del tipo abierta, sólo tres estudiantes eligieron la respuesta "ninguno". A continuación se detalla cada uno de estos aspectos.

1) Aprendizaje de programación. 23 estudiantes refirieron a este aspecto donde algunos de los comentarios aludían a que la participación en torneos les ayudó a "entrar en sintonía con la programación", a "aprender mejor los

contenidos de la materia" y sobre todo a "adquirir experiencia" en la resolución de problemas.

2) Trabajo en equipo. Este aspecto fue señalado por 6 estudiantes, algunos comentarios dados fueron: "Conocer gente, aprender a trabajar bajo presión y aplicar conocimientos teóricos en la práctica" y "poder trabajar en equipo y en un cierto sentido como sería ejercer esta disciplina en un ambiente laboral".

3) Preparación para rendir exámenes. 5 estudiantes reconocieron a los torneos como un recurso que les sirvió para prepararse y autoevaluarse, por ejemplo ante instancias de parciales o finales.

4) Determinar la carrera a estudiar. 2 estudiantes del nivel secundario hicieron referencia a que la participación de los torneos les ayudó a optar por una carrera universitaria relacionada a las Ciencias de la Computación.

5) Sociabilizar. Sólo un estudiante hizo mención al beneficio de haber participado con otros estudiantes de otros establecimientos educativos, señalando que: "Más que todo fue conocer a gente de otros colegios y como ellos están interesados en la misma competencia en particular".

6) Curiosidad. Un estudiante señaló que el beneficio aportado al participar de los torneos fue satisfacer su curiosidad respecto al tema, en sus palabras, "Saber de qué se trata".

Los resultados de las encuestas realizadas al finalizar los torneos han mostrado las ventajas que estos ofrecen como un recurso que les permite a los estudiantes, según los comentarios de los mismos, "medir sus aprendizajes", "ver la programación de otra manera" y una forma de practicar los conceptos abordados en la materia. Se evidencia la necesidad de aprender a trabajar en equipos, a organizarse y a trabajar bajo presión, algo visto como una necesidad para una posterior salida laboral. En una de las preguntas sobre el final, donde se intentaba medir el nivel de ansiedad ante la participación de una competencia, se observa en las respuestas que la mayoría de los estudiantes del secundario percibieron demostrar un buen desempeño en la resolución de problemas frente al resto de sus compañeros. En cambio, un 60% de los estudiantes universitarios percibió no demostrar un gran desempeño en la competencia frente al resto de sus compañeros, lo que deja entrever un mayor nivel de ansiedad en este grupo.

Conclusiones

El avance de las TIC ha propiciado que emergiera una gran variedad de recursos digitales que pueden ser utilizados en la enseñanza y aprendizaje de la programación. Entre ellos se encuentran los gestores online de torneos, que en este contexto de Covid-19, en el cual estamos atravesados en la actualidad, pueden resultar beneficiosos para posibilitar tanto la ejercitación como la

evaluación de habilidades y conocimientos de programación.

En el caso de este trabajo se utilizó HORNERO, este juez online incluye una variedad de lenguajes que posibilita su uso tanto en el nivel secundario como en el universitario. Su uso propició como principal ventaja la posibilidad de comprobar de manera automática y en tiempo real soluciones a problemas planteados, en muchos casos de complejidad superior a las trabajadas en clase, y en franjas horarias fuera del horario normal de clases.

Los resultados alcanzados han evidenciado que mediante el uso de torneos de programación como recurso didáctico se ha logrado promover la motivación en los estudiantes respecto al aprendizaje de la programación.

Las correlaciones entre las variables motivacionales y la calificación no han sido significativas, esto coincide con los resultados obtenidos por otros investigadores, que postulan que motivación no se relaciona directamente con el rendimiento sino que lo hace de manera indirecta a través de su relación con la implicación cognitiva del estudiante [26, 27, 28].

Se ha observado en ambos grupos, los que participaron de torneos y los que optaron por no participar, como grandes dificultades falencias en cuanto al uso de estrategias de aprendizajes que resultan fundamentales para el aprendizaje de la programación, tales como pensamiento crítico, estrategias de elaboración, aprendizaje con pares.

Los torneos desarrollados de manera presencial han favorecido que los estudiantes del nivel secundario pudieran sociabilizar con otros pares, cursando el mismo año pero en otras instituciones y con realidades también heterogéneas, además les permitió vivenciar como es la universidad, interactuar con docentes y estudiantes universitarios. Tal como plantea Lippincott [29] la tecnología ayuda a fomentar la creación de comunidades de aprendizaje, posibilitando un mayor sentido de interconexión entre los docentes y los estudiantes a través de la variedad de actividades y canales de comunicación que se pueden ofrecer.

Los resultados obtenidos nos permitieron observar que las competencias de programación sirvieron además como vehículo de difusión de las Ciencias de la Computación, y de las carreras ofrecidas en la FAIF.

Se enfatiza la importancia de la interacción social, que estaría asociada a altos niveles motivacionales. La puesta en común de ideas, comentarios o puntos de vista alternativos estimularían la curiosidad y las conductas de exploración. El trabajo grupal incrementaría el esfuerzo y la persistencia de cada integrante en función de cierta obligación por colaborar con las metas que el equipo se haya propuesto.

Se ha prestado especial atención a factores como la "recompensa y reconocimiento" y "presión y competencia social", persiguiendo que factores intrínsecos tales como los objetivos individuales, y extrínsecos como los ambientales o el entorno de aprendizaje, no afectaran la

motivación y el aprendizaje de los estudiantes en el desarrollo de las experiencias.

Un aspecto a contemplar en trabajos futuros son las opciones de retroalimentación, dado que si los docentes conocen de antemano el perfil motivacional y cognitivo de los estudiantes, podrán entonces hacer un mejor diseño de los torneos, en pos de lograr en los estudiantes un mayor compromiso e implicación en el aprendizaje de programación.

Referencias

- [1] A. Cáliz, "Metodologías activas y aprendizaje por descubrimiento," *Revista digital innovación y experiencias educativas*, no. 7, 2011.
- [2] L. Beck and A. Chizhik, "Applying Cooperative Learning Methods in Teaching Computer Programming," in *36 ASEE/IEEE, Frontiers in Education Conference*, 2006.
- [3] I. Cantador and A. Bellogín, "Competición basada en aprendizaje cooperativo como actividad en grupos dentro del aula," in *Congreso Internacional de Innovación Docente*, Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena, 2011, pp.1615-1631.
- [4] C. Fracchia, P. Kogan, A. Alonso De Armiño, I. Godoy and L. López, "Realización de torneos de programación como estrategia para la enseñanza y el aprendizaje de programación," in *XX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*. San Justo: Universidad Nacional de La Matanza, 2014, pp. 42-51.
- [5] C. Fracchia, P. Kogan and S. Amaro, "Competir + Motivas + Hornero= aprender programación," *Revista TE&ET*, no. 18, pp. 19-29, 2016.
- [6] D. Johnson, R. Johnson and E. Holubec, *El Aprendizaje Cooperativo en el Aula*. Buenos Aires: Paidós, 1999.
- [7] C. Camilli Trujillo, E. López Gómez and M. Barceló Cerdá, "Eficacia del aprendizaje cooperativo en comparación con situaciones competitivas o individuales. Su aplicación en la tecnología: una revisión sistemática," *Enseñanza & Teaching*, vol. 30, no. 2, pp. 81-103, 2013.
- [8] T. Cerny and B. Mannova, "Competitive and Collaborative Approach Towards a More Effective Education in Computer Science," *Contemporary Education Al Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 163-173, 2011.
- [9] A. Arefin. *Art of Programming Contest*. ACM Solver, 2006. [Online]. Available: http://163.32.78.26/ebook/Art_of_Programming_Contest_SE_for_uva.pdf. Accessed: septiembre, 2020.
- [10] G. Audrito, G. Barbara Demo and E. Giovannetti, "The Role of Contests in Changing Informatics Education: A Local View," *Olympiads in Informatics*, vol. 6, pp. 3-20, 2012.

- [11] L. G. Torres, D. Morales Orozco and F. J. Martínez López, "Los concursos de programación como detonante del aprendizaje," *ANFEI Digital*, no. 2, 2015.
- [12] T. Verhoeff, "20 Years of IOI Competition Tasks," *Olympiads in Informatics*, vol. 3, pp. 149-66, 2009.
- [13] J. J. Castillo, M. E. Cardenas and D. J. Serrano, "Experiencias en el Desarrollo de Competencias de Programación en UTN-FRC," in *VI Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 2011.
- [14] I. Cantador, *Teaching Innovation Project Competition as a teaching methodology: An experience applying problem-based learning and cooperative learning*. 2012.
<http://arantxa.ii.uam.es/~Cantador/doc/2012/uam12.pdf>
- [15] K. Law, V. Lee and Y. Yu, "Learning motivation in e-learning facilitated computer programming courses," *Computers & Education*, vol. 55, no. 1, pp. 218-228, August 2010. ISSN 0360-1315.
- [16] S. Manzoor, "Analyzing Programming Contest Statistics," in *Perspectives on Computer Science Competitions for (High School) Students*, 48, Southeast University, Dhaka, Bangladesh, 2006. [Online] Available: http://ioi.te.lv/workshop/dagstuhl_2006/RevisedPapers/13_Manzoor_rev-better.pdf. Accessed: septiembre, 2020.
- [17] L. Vygotsky, "Collaborative learning," in *Collaboration, communications, and critical thinking: A STEM-inspired path across the curriculum*, 2019.
- [18] A. Yadin and R. Or-Bach, "The importance of emphasizing individual learning in the "collaborative learning era," *Journal of Information Systems Education*, vol. 21, no. 2, p. 5, 2019.
- [19] D. W. Johnson and R. T. Johnson, *Aprender Juntos y solos. Aprendizaje cooperativo, competitivo e individualista*. Ed. Aique, 1999.
- [20] D. Donolo, A. Chiecher, P. Paoloni, M. Rinaudo, *MSLQe - MSLQv. Propuesta para la medición de la motivación y el uso de estrategias de aprendizaje*. Córdoba: Editorial de la Fundación UNdRC, 2008.
- [21] J. Alonso Tapia, *Evaluación de la motivación en entornos educativos. Manual de orientación y tutoría*. 2007, pp.1-39.
- [22] A. Anaya-durand and C. Anaya-huertas, "¿Motivar para aprobar o para aprender? Estrategias de motivación del aprendizaje para los estudiantes," *Tecnología, Ciencia, Educación*, vol. 25, no. 1, 2010.
- [23] J. A. González-Pienda, "El Rendimiento Escolar. Un Análisis de las variables que Lo condicionan," *Revista Galego-portuguesa de Psicología e Educación*, vol. 8, no.7, 2003.
- [24] P. Paoloni, M. Rinaudo, D. Donolo and A. Chiecher, *Motivación. Aportes para su estudio en contextos académicos*. Editorial EFUNARC, Río Cuarto, 2006. ISSN 987-1003-29-3.
- [25] Y. G. Lin, W.J. McKeachie and Y.C.Kim, "College student intrinsic and/or extrinsic motivation and learning," *Learning and individual differences*, vol. 13, no. 3, pp. 251-258, 2003.
- [26] J. R. Martínez and F. Galán, "Estrategias de aprendizaje, motivación y rendimiento académico en alumnos," *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, vol. 11, no. 19, pp. 35-50, 2000. ISSN: 1139-7853, EISSN: 1989-7448.
- [27] P. R. Pintrich and E. V. De Groot, "Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance," *Journal of educational psychology*, vol. 82, no. 1, p. 33, 1990.
- [28] C. Rocés, J. Tourón and J. M. C. González-torres, "Motivación, estrategias de aprendizaje y rendimiento de los alumnos universitarios," *Bordón. Revista de pedagogía*, vol. 47, no. 1, pp. 107-120, 1995.
- [29] J. K. Lippincott, "LEARNING COMMUNITIES FOR EXCELLENCE: Developing collaborative relationships: Librarians, students, and faculty creating learning communities," *College & Research Libraries News*, vol. 63, no. 3, pp. 190-193, 2019.

Información de Contacto de los Autores:

Claudia Carina Fracchia

Buenos Aires 1400
Neuquén
Argentina

carina.fracchia@fi.uncoma.edu.ar
<https://faiweb.uncoma.edu.ar/>

ORDID iD: <https://orcid.org/0000-0003-2437-7112>

Sergio Bramardi

Buenos Aires 1400
Neuquén
Argentina

sbramardi@gmail.com
<https://faeaweb.uncoma.edu.ar/>

Claudia Carina Fracchia

Doctora en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Mg. en Educación. Lic. en Cs. de la Computación. Docente, investigadora y extensionista de la Facultad de Informática, Universidad Nacional del Comahue.

Sergio Bramardi

Doctor en Estadística. Posdoctorado en Biometría y Genética. Magister Scientiae en Biometría. Ing. Agrónomo. Profesor Titular Regular e investigador del Departamento de Estadística y CITAAC (CONICET - UNCo).