

Informe académico final del proyecto Matemática y Programación

Noviembre 2020



Índice de contenidos

[Índice de contenidos](#)

[Introducción y descripción del proyecto](#)

[Marco teórico](#)

[Desarrollo del proyecto](#)

[Recolección de datos 2014-2018](#)

[Entrevistas](#)

[Encuesta](#)

[Alternativa a actividades suspendidas por la situación sanitaria](#)

[Conclusiones](#)

[Cumplimiento de los objetivos](#)

[Respecto al aprendizaje de matemática y de informática](#)

[Difusión](#)

[Propuestas](#)

[Institucionalidad](#)

[Infraestructura](#)

[Dificultades](#)

[Referencias](#)

Introducción y descripción del proyecto

Este proyecto fue realizado por Sylvia da Rosa, docente del Instituto de Computación de la Facultad de Ingeniería, Teresa Pérez profesora de formación docente y de educación media de ANEP y el equipo técnico formado por Fiorella Gago y Cecilia Conti.

El proyecto se plantea analizar información sobre actividades de actualización profesional realizadas durante varios años por el Instituto de Computación de la Facultad de Ingeniería con profesores de matemática de enseñanza media de todo el país. La actividad central consiste en un curso de programación brindado a los docentes de matemática, que como trabajo final deben realizar una actividad similar con sus estudiantes. El proyecto busca sistematizar la información del impacto de las actividades tanto para profesores como para estudiantes con el objetivo de poner en consideración la inclusión de dicho curso en la formación del profesorado.

Este curso se ha dictado durante varios años siendo la primera edición en 1999, y es un ejemplo de trabajo colaborativo entre el Instituto de Computación de la Facultad de Ingeniería de la UDELAR (FING) y la ANEP.

Entre 2009 y 2013 el apoyo del Instituto se concentró en la carrera del profesorado de informática y el curso dejó de dictarse. El curso se ha vuelto a dictar desde 2014, con apoyo de la inspección de matemática y la coordinación de informática del Consejo de Educación Secundaria (CES) enseñanza secundaria. Los datos que se consideran en este proyecto son de las ediciones 2014 - 2018.

En esos años ha habido cambios significativos, siendo los más importantes, la coordinación con la Inspección de Matemática del CES y a partir de 2016 la participación de los docentes en duplas formadas por un profesor de matemática y un profesor de informática.

El curso se compone de dos partes: una de trabajo con los profesores sobre el aprendizaje de conceptos básicos de programación en relación con los conceptos matemáticos y otra de puesta en práctica en el aula.

La segunda parte incluye la planificación por parte de los profesores de secuencias didácticas sobre algún concepto matemático presente en el curso a cargo (a elección del docente) la ejecución de dichas secuencias con sus estudiantes y la

posterior reflexión sobre la experiencia. Cada grupo de profesores presenta su informe en la instancia final del curso en el cual deben incluir resultados del trabajo con los estudiantes.

El objetivo del proyecto que consiste fundamentalmente en ofrecer argumentos basados en evidencia sólida a favor de la inclusión del curso en la formación del profesorado de matemática, se basa en opiniones expresadas a lo largo de los años tanto por profesores de todo el país como por estudiantes de todos los niveles de enseñanza secundaria, resultando que:

- *en la gran mayoría de los casos, hemos constatado opiniones positivas, sobre el impacto del curso en:*
 - *en el aprendizaje de matemática por parte de los estudiantes*
 - *la motivación por aprender, especialmente en aquellos estudiantes con menos motivación previa por la matemática*
- *en el caso de algunas opiniones negativas, éstas se han originado en factores derivados en parte del carácter no institucional del curso y de los obstáculos que esto significa para los profesores, por ejemplo,*
 - *dificultades a la hora de implementar la propuesta en su práctica regular*
 - *dificultades para superar ideas preconcebidas sobre programación.*

El objetivo del proyecto es conseguir transformar esas opiniones en evidencia fundada en el análisis de distintas experiencias. Para ello se indaga por un lado en el accionar de los profesores con respecto a lo aprendido en el curso y las reflexiones que derivan de ello, y por otro en producciones de estudiantes y lo que expresan acerca de sus experiencias con el trabajo realizado.

Además de los datos empíricos que señalamos arriba, contamos con fundamentos teóricos que sustentan la validez de la propuesta de este curso, que incluimos brevemente en el ítem Marco teórico, a continuación.. El objetivo del curso ha sido desde su inicio, contribuir a mejorar el aprendizaje matemático de determinados temas, y al mismo tiempo, introducir conceptos básicos de programación en enseñanza secundaria.

- Desde la educación en informática
- Desde la educación matemática
- Desde la integración en una disciplina

Marco teórico

La relación entre matemática y programación ha sido muy estrecha en la evolución de ambas disciplinas. Problemas matemáticos dieron impulso al desarrollo de la computación, como por ejemplo el "Entscheidungsproblem" o problema de decisión, que consiste en encontrar un algoritmo general que decida si una fórmula del cálculo de primer orden es un teorema.

Este problema fue presentado por David Hilbert en 1928, y Kurt Gödel demostró que es insoluble en 1931, poniendo en discusión en el mundo matemático de la época, el problema de lo computable y la necesidad de formalizar la noción de algoritmo. Esta noción es una de las más fundamentales para la programación.

Por otro lado, en los últimos años, la programación ha impactado fuertemente en la noción de prueba matemática. Por ejemplo, la prueba del teorema de los cuatro colores fue realizada en la década de 1970 con ayuda de un programa, y dio origen a un gran debate sobre su validez.

Desde el punto de vista educativo, la integración de matemática y programación facilita la comprensión y el aprendizaje de conceptos matemáticos, en el sentido de que programar una solución a un problema pone al descubierto aspectos del proceso de resolución que de otro modo quedan ocultos, Como lo ha expresado Donald Knuth en [1] (traducción nuestra): "Se ha dicho que una persona no comprende algo realmente hasta que lo enseña a otro. En realidad, una persona no comprende algo profundamente hasta que puede enseñarlo a un computador, es decir, expresarlo como un algoritmo." [1].

Por otra parte, esta propuesta busca promover la introducción de la informática como ciencia básica en el sistema educativo medio, siguiendo recomendaciones de referentes internacionales ([5,6,7,8,9]).

Hacerlo a través de cursos de matemática resulta un camino natural, ya que proveen problemas algorítmicos interesantes cuyas soluciones pueden implementarse en algún lenguaje de programación. Esta perspectiva interdisciplinaria resalta aspectos que favorecen el aprendizaje de la algoritmia como disciplina de resolución de

problemas y el análisis de soluciones como objetos de estudio. Por otro lado, implementar una solución obliga a tener en cuenta factores propios de la computación como el rigor del lenguaje y los recursos acotados. Una descripción detallada de nuestra propuesta se encuentra en [2].

Desarrollo del proyecto

El proyecto se desarrolló durante 18 meses que abarcaron dos años, comenzando en marzo de 2019 (ver Actas en [Anexo I](#)).

Se presenta aquí un resumen de los puntos del índice, los detalles se incluyen en los anexos indicados.

Los criterios y la metodología se describen en profundidad en el [informe técnico del proyecto](#).

Recolección de datos 2014-2018

La información de los participantes de los cursos de las ediciones entre 2014 y 2018 se encontraba dispersa en diferentes archivos y planillas provenientes en su mayor parte de las inscripciones y de las instancias de corrección de las producciones de los docentes.

Se organizó una base de datos con toda la información ordenada de 464 profesores.

Entre las primeras acciones, se realizó una encuesta (**Anexo II**) entre los participantes que terminaron el curso para separar dos grupos:

- a) Los que solo hicieron el curso, es decir no continuaron aplicando lo aprendido
- b) Los que aplicaron lo aprendido en el curso al menos una vez luego de finalizado el curso, es decir continuaron su uso hasta la actualidad o interrumpieron en algún momento.

El objetivo de este primer contacto con los participantes consistió en seleccionar una muestra de cada grupo para realizar entrevistas. Obtuvimos 77 respuestas de 124 envíos. El 83% de los participantes que respondieron señalaron que continuaron utilizando lo aprendido en el curso (grupo B).

Entrevistas

El objetivo principal de las entrevistas fue obtener información para elaborar una encuesta en profundidad que se pudiese enviar a la totalidad de docentes participantes en las distintas ediciones del curso.

Cabe aclarar que tanto las opciones para la codificación de las entrevistas como para elaborar el código de análisis de las mismas fueron presentadas por el equipo técnico de investigación del proyecto. En base a esta información se decidió qué era lo mejor para este caso.

A continuación se describen brevemente algunas de las cuestiones discutidas en relación a las entrevistas:

En primer lugar, se consideraron distintas opciones en cuanto a criterios para la elección de participantes a entrevistar:

- **por caso típico:** lo que más pasa en general y luego se elige en cada grupo.
- **grupos homogéneos:** en base a características de cada grupo.
- **máxima variación:** casos más diferentes dentro de cada grupo.

Finalmente, se optó por el criterio de máxima variación, debido a la necesidad de conocer la variabilidad de experiencias dadas las diferentes condiciones iniciales de los docentes, y debido a que estas pueden ser además pueden incidir significativamente en la experiencia del curso, se optó por un diseño de máxima variación.

Por lo tanto, los criterios de selección de entrevistados fueron los siguientes:

- Distribución en el territorio, priorizar regiones¹ con más densidad. (una por región, con un mínimo de 7)
- Participantes de ediciones del curso donde se realizaba en duplas docentes (en la medida de lo posible entrevistando a la dupla) y otros de ediciones del curso donde se realizaba en forma individual.

Para la construcción de la muestra, se opta por un diseño por juicio o muestreo propositivo (parte de la base de criterios pre-existentes, pero sirve para construir nuevas categorías) y se pone foco en el impacto de tres grupos:

→ participantes que continúan utilizando lo aprendido en el curso hasta la actualidad

¹ Se consideran las regiones que establece la ANEP (Norte 1, Norte 2, Litoral, Centro-Sur, Metropolitana 1, Metropolitana 2, Este)

→ participantes que continuaron utilizando lo aprendido en el curso pero de forma interrumpida

→ participantes que no continuaron utilizando lo aprendido en el curso

Se realizaron las 14 entrevistas previstas, las cuales fueron analizadas y codificadas mediante criterios preestablecidos, para posteriormente construir la encuesta a partir de la inclusión de las categorías emergentes de dichas entrevistas. A partir de la construcción de categorías se realizó el diseño de la encuesta.

Algunos ejemplos de los códigos y las categorías utilizados se encuentran en el [Anexo V.](#)

En el [Anexo III](#) se encuentra todo lo relativo a las entrevistas. La subcarpeta "Grabación entrevistas" contiene las grabaciones de las 14 entrevistas y desgrabaciones en texto. Los textos de las desgrabaciones se han mantenido en la forma oral en que fueron expresadas las entrevistas. Asimismo se incluye la pauta de entrevista, donde se diferencian las preguntas para los grupos a) y b).

Encuesta

Para determinar la mejor plataforma para llevar a cabo la encuesta, se consultó a la UEFI (Unidad de Enseñanza de Facultad de Ingeniería) para decidir cuál era la más adecuada.. Se analizaron las opciones de plataformas para la encuesta mediante la siguiente tabla:

Dimensión	formulario google	encuesta Moodle
<i>accesibilidad</i>	solo mediante link	requiere matriculación
<i>estructura de secciones</i>	necesidad de generar secciones para los saltos. Permite un salto para varios condicionales (se accede a la nueva pregunta desde la opción)	mejora la visualización de la navegación por secciones. Admite un solo condicional (se accede la opción desde la nueva pregunta)

<i>pausar aplicación</i>	no	no
<i>anonimato</i>	si	si
<i>seguimiento de quién respondió</i>	mediante recolección de mails (interfiere con el anonimato) (opción: pedir que voluntariamente incluya su correo)	permite ver quienes ya han respondido
<i>grillas</i>	si	no

En el [Anexo IV](#) se encuentra el formulario distribuido y en el [Anexo V](#) los estudios cuantitativos y cualitativos de las 48 respuestas recibidas.

Alternativa a actividades suspendidas por la situación sanitaria

Una fuente importante de obtención de información es la visita a los centros educativos del país, para conocer de primera mano las distintas realidades, y la forma de trabajo con los estudiantes.

Estaba previsto en el proyecto realizar entrevistas y reuniones con los profesores y los estudiantes en los lugares de trabajo, para conocer directamente los problemas que enfrentan y discutir soluciones y asimismo conocer la situación de los distintos centros educativos.

Para los estudiantes que participaron alguna vez de la actividad se planteaban las siguientes preguntas guía:

Considera que la actividad influyó

- en el aprendizaje de matemática
- en el aprendizaje de programación
- en otros aprendizajes
- en su percepción de las disciplinas matemática y programación

- en la decisión sobre sus futuros estudios
- en otros aspectos

Sin embargo, las visitas y reuniones presenciales con profesores y estudiantes no pudieron llevarse a cabo debido a la situación sanitaria que se desató desde principio de año, que obligó a la suspensión de todas las clases presenciales. Ello significó un gran esfuerzo por parte de profesores y estudiantes que debieron prácticamente de un día para otro comenzar a trabajar en modalidad a distancia. A mediados de año cuando las clases presenciales comenzaron a retomarse de forma limitada, profesores y alumnos nuevamente se vieron exigidos por el cambio hacia una modalidad semi presencial.

Para aproximarnos al objetivo planteado en el proyecto de conocer el trabajo de los estudiantes se seleccionaron trabajos finales realizados por docentes de los cuales se extrajeron los análisis que los mismos hacen del trabajo de los estudiantes. En el [Anexo VI](#) se incluye una recopilación de los mismos junto con una encuesta realizada a estudiantes liceales por los docentes de un liceo del departamento de Montevideo.

Conclusiones

Cumplimiento de los objetivos

En cuanto a la cantidad total de participantes registrados, se alcanzó un número representativo de docentes que participaron tanto en las entrevistas como en la encuesta: 14 entrevistas (todos los destinatarios) y 48 encuestas (126 destinatarios).

A pesar de que el porcentaje de profesores que respondió es bajo, (no llega al 50%) entre los que contestaron las opiniones positivas son la norma. Esto se desprende de las respuestas de los docentes tanto en las entrevistas como en la encuesta. Casi todas las preguntas relativas a la satisfacción de los profesores con respecto al curso, ya sea contenidos, instancias de atención, lenguaje, etc, son positivas como se puede verificar en el [Anexo V](#). Las respuestas que ponen reparos a la actividad confirman lo que se señala anteriormente acerca de las dificultades que derivan del carácter no institucional del curso.. Para aclarar esto ponemos el siguiente ejemplo (negritas nuestras):

Entrevista número 10 - 2016

Pregunta: *¿Ustedes llegaron a implementar en el aula la actividad? ¿Te acuerdas si la lograron llevar a cabo?*

Respuesta: *Sí, tuvimos que hacer muchas más clases de las que pensábamos y tampoco tenían base de programación. Y el tema del lenguaje les resultó complejo. Aparte **la idea que ellos tienen de programar no es la misma que se trabajaba con Python, por ejemplo. Ellos pensaban que programar era hacer un juego y todo lo referido a lo visual** y con Python el tema de los códigos donde ellos no veían muchas imágenes y movimiento, como que no les atrajo mucho y costó engancharlos.*

Pregunta: *Y a nivel general ¿cómo te parece que fue el desempeño de los estudiantes en esa actividad?*

Respuesta: *Y... la mitad de la clase lo pudieron hacer completo y hubo otros que no les interesó mucho, que hicieron algo pero no terminaron de concretar y en realidad no vi que ellos entendieran mucho el objetivo de la actividad. Como que no les interesó, lo hicieron y cumplieron, sí, más o menos, a algunos les quedó bien, a otros no tanto pero a muchos no les gustó. A la mayoría no le llamó la atención. **Yo creo que justamente es por la idea que ellos tenían de lo que era programar.***

Pregunta: *¿Cómo valoraría su desempeño en forma general durante el curso? ¿Qué cosas te aportó? ¿Qué dificultades te generó?*

Respuesta: *Lo que me aportó fue más conocimiento sobre el programa, sobre programación. **Creo que también, al igual que los alumnos, mi idea de programación era como muy básica.** Y bueno, tengo más conocimiento y pude ampliar eso. Pero no sé si es algo que volvería aplicar porque no logré llevar eso a la clase como una forma de motivarlos. Entonces no sé si volvería a aplicarlo para...capaz que habría que ver cómo aplicarlo a la clase para lograr que se motiven. Yo no logré eso. Y eso fue lo que me quedó medio... Me hubiera gustado más capaz, trabajar un poco más eso en el curso.*

Estas respuestas son reveladoras de la importancia de las ideas previas y preconcebidas sobre programación que existen en la sociedad. Este es un escollo para la educación en

informática que hemos venido señalando desde tiempo atrás en distintos ámbitos, como se detalla en el ítem Difusión.

La necesidad de incluir la informática como ciencia básica en todos los niveles del sistema educativo, diferenciándose de la educación en tecnología, es una de las causas del origen de esta actividad a finales de la década de los 90. Consideramos que este curso contribuye a la concientización de esa necesidad, como se evidencia en lo expresado por los docentes participantes.

En relación a los estudiantes, pasa algo similar: por ejemplo, en la encuesta ante a la pregunta "La actitud de los estudiantes frente a la actividad diseñada" todas las respuestas sólo marcaron las opciones "muy positiva" (59,9%) o "positiva" (44,1%) siendo que las opciones que abarcaban también "neutral", "negativa" o "muy negativa". Cabe destacar que la actividad diseñada refiere al trabajo final de los docentes en el marco del curso.

Frente a la pregunta de "¿Cómo evalúas los resultados de la actividad en los estudiantes en términos generales?" en una escala de 1 (muy positiva) a 5 (muy negativa) las suma de las respuestas 1 y 2 es de 75,3% y no hay ninguna 5 (muy negativa). Frente a la pregunta "¿Cómo evalúas los resultados de la actividad en los estudiantes en el aprendizaje de la matemática?", las respuestas más numerosas fueron "El pensamiento algorítmico benefició la comprensión de la matemática" y "Reforzó conceptos ya que ayudó a abordar lo ya trabajado pero con otra herramienta".

Con respecto a las dificultades:

"No cuento con computadoras para los estudiantes" 16,7%

"Me insume mucho tiempo de implementación y me retrasa con el programa" 25%

"No cuento con conexión" 50%

"No cuento con apoyo para hacerlo" 8,3%

Resulta entonces interesante observar que la gran mayoría de las dificultades señaladas por los docentes tienen que ver con la falta de equipamiento (computadoras) y conexión a internet, es decir con cuestiones ajenas al contenido del curso.

Asimismo, hay un porcentaje importante de profesores que ve esta actividad como una carga extra, pero frente a la pregunta "¿Cómo te resultó la experiencia de implementación en aula?" la suma de respuestas "mejor de lo esperado" y "de acuerdo a lo esperado" es de 52,9%, mientras que 47,1% declara haber tenido dificultades pero que fueron superadas.

Al indagar acerca de la posibilidad de continuar usando lo aprendido en el curso si las dificultades se solucionarán, casi el 94% respondió afirmativamente mientras que el 6% restante está inseguro. No hay respuestas claramente negativas.

Respecto al aprendizaje de matemática y de informática

Las entrevistas han permitido asimismo identificar debilidades en las prácticas en relación al curso, en especial porque no se exige una evaluación de las actividades de los estudiantes por parte de los docentes. Si bien algunos docentes evalúan la actividad en un marco de evaluación de conocimientos programáticos generales, con salvedad de pocas excepciones, no hay una evaluación de la actividad en sí misma. Esto permite conocer el resultado de la actividad en relación al aprendizaje de la matemática de forma indirecta. En la mayoría de los casos, tampoco hay una evaluación de la actividad en relación a la motivación estudiantil. Si bien la mayoría de los docentes manifiestan que observan un aumento de la motivación de los estudiantes por realizar la actividad, en muchos casos la evidencia es de carácter anecdótico o mediante una valoración subjetiva del docente y no cuenta con una evidencia que lo respalde.

Estas debilidades detectadas se deben en parte a que la actividad es optativa y extra curricular. Creemos que si la propuesta se integrase a la formación docente, como aspiramos, podrían incluirse evaluaciones específicas sobre el aprendizaje de los estudiantes.

Más allá de que la modalidad de trabajo en duplas es fomentada por las autoridades del CES, en este curso en particular se introdujo persiguiendo los siguientes objetivos: 1) que los docentes de matemática tuvieran apoyo cercano para resolver problemas tecnológicos que pudieran surgir, 2) que profesores de informática aprendan sobre la matemática que sustenta a la informática, 3) ha sido un objetivo claro desde el inicio del curso en la década de los noventa, buscar integrar la programación de

soluciones en el proceso de resolución de problemas matemáticos en el entendido de que enseñar a un computador genera comprensión profunda [1].

Por otro lado, la metodología de entrevista no ha podido mostrar claramente cómo los docentes siguen utilizando los conocimientos del curso. Si bien se esbozan respuestas en este sentido que permiten dar un panorama general, éstas aún son poco claras. Dado que la entrevista no tenía como objetivo conocer esta dimensión del impacto, es necesario tener en cuenta para futuras investigaciones o para una etapa posterior.

Difusión

La inclusión de la informática como ciencia básica a nivel de la enseñanza media y terciaria ha sido preocupación constante tanto del Instituto de Computación de la Facultad de Ingeniería de la UDELAR como del PEDECIBA que han apoyado a lo largo de los años las actividades que se describen en este informe, como evidencia el siguiente listado:

- Primera edición del curso Matemática y Programación con apoyo del PEDECIBA en 1999. Se dictó casi sin interrupciones desde ese año.
- Seminarios del Programa de apoyo al Profesorado de Informática (PAPI) (2009, 2010, 2011):
[http://www.pedeciba.edu.uy/informatica/Informe_2009-2010_Programa_de_Apoyo_al_Profesorado_de_Informatica_\(PAPI\).pdf](http://www.pedeciba.edu.uy/informatica/Informe_2009-2010_Programa_de_Apoyo_al_Profesorado_de_Informatica_(PAPI).pdf)
- Creación del Núcleo Interdisciplinario Filosofía de la Ciencia de la Computación en 2012, que dió lugar a varios eventos. Entre ellos, se realizaron encuentros de profesores de matemática y de informática entre 2012 y 2015 (Encuentro de Educación en Ciencia de la Computación EECC), en los cuales varios profesores presentaron los trabajos realizados como trabajo final del curso Matemática y Programación [10]. Ejemplos en
<https://www.fing.edu.uy/es/search/node?keys=nifcc>
- Publicaciones:
 - Clei electronic journal 2016 S. da Rosa, A. Chemiel y F. Gómez "Philosophy of Computer Science and its Effect on Education - Towards the

Construction of an Interdisciplinary Group" [electronic edition via DOI \(open access\)](#)

- CIBEM 2013: Teresa Isabel Pérez Antuña, Luis Ernesto Langon Ventura, RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS ALGORÍTMICOS MEDIANTE LA PROGRAMACIÓN EN LA CLASE DE MATEMÁTICA (pag. 45) CIBEM 2013 <http://www.cibem7.semur.edu.uy/paginas/img/resumenes.pdf>
- CIBEM 2017: Pérez, Teresa; da Rosa, Sylvia. "Matemática y programación: una experiencia interdisciplinaria e interinstitucional." En FISEM, Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas (Ed.), CB-252 (pp. 212-220). Madrid, España. <https://cibem.semrm.com/index.php/es/programa/libro-de-actas>
- Reporte técnico del Instituto de Computación de la Facultad de Ingeniería 2020: [Colibri: Mathematics and MateFun, a natural way to introduce programming into school](#)
- Paper presentado en International Conference on Informatics in School: Situation, Evaluation, Problems, ISSEP 2020: Sylvia da Rosa and Marcos Viera and Juan Garcia-Garland, "A case of teaching practice founded on a theoretical model": [Informatics in Schools. Engaging Learners in Computational Thinking](#) (pag. 146-157)

Asimismo se realizaron encuentros de profesores de matemática y de informática entre 2012 y 2015 (Encuentro de Educación en Ciencia de la Computación EECC). En dichos encuentros, varios profesores presentaron los trabajos realizados como trabajo final del curso Matemática y Programación [10].

Como estaba previsto, se elaborará al menos un artículo sobre los resultados del proyecto a ser presentado en el Congreso Uruguayo de Educación Matemática,

(CUREM) o en el Congreso Iberoamericano de Educación Matemática (CIBEM). Se publicará en páginas web del InCo y del CES.

Propuestas

Sobre el resultado esperado 1: A partir de contar con dicha evidencia, esperamos producir un resultado de impacto significativo: que se reconozca esta actividad como pertinente para ser incluida a nivel curricular para todos los profesores de matemática e informática del país.

Institucionalidad

Creemos que la evidencia recabada indica que muchas de las dificultades se solucionarían si el curso fuera institucional, a la vez que se reforzarían los aspectos positivos.

El objetivo que planteamos es que el curso y las actividades relacionadas sean incluidas en la formación docente de profesores de matemática e informática. Sabemos que es un objetivo ambicioso y como primera aproximación al mismo, proponemos que las experiencias y propuestas de docentes sean visualizadas a través del portal Uruguay Educa, y se ofrezca a los docentes orientaciones específicas y ejemplos de experiencias sobre cómo lograr esta sinergia entre el trabajo en matemática y las nociones de programación. De este modo los docentes podrán disponer de propuestas de aula prontas para ser utilizadas e inclusive inspirar propuestas propias. Hay abundantes trabajos de profesores que pueden ser compilados y organizados para ello. Proponemos la creación de un grupo de trabajo de profesores para la tarea.

Observar que no es necesario (aunque sería deseable) cambiar los programas de la asignatura matemática, ya que en los programas actuales existen temas que los profesores pueden usar para introducir las actividades de programación.

Infraestructura

Con respecto a la infraestructura, que es otro de los escollos más señalados por los profesores, creemos que las salas de informática y la disponibilidad de equipos en los centros de estudio (liceos, CERP, etc), deben mantenerse y reforzarse.

Dificultades

1. Los docentes lo ven como una carga extra. Por lo cual, se entiende que hay una necesidad de que sea institucional.

Propuestas:

- A nivel de educación media: Visualizar las experiencias y propuestas de docentes a través del portal Uruguay Educa. Tener propuestas de aula prontas, que otros docentes puedan aplicar o inspirarse para realizar ajustes y aplicarlas en clase.
- A nivel de formación docente: Incluir en la formación de los docentes de matemáticas en informática estas instancias de trabajo y formación conjunta.

2. Infraestructura, aunque en general la pudieron resolver.

Propuestas: La posibilidad de las salas de informática es una buena solución. Posibilidad de uso en celulares, Matefun lo brinda.

Sobre el resultado esperado 2: *Se espera obtener evidencia fundada en datos comprobables de que la actividad tiene resultados muy positivos tanto a nivel de los profesores como de los alumnos. Asimismo esperamos detectar los casos en los que la actividad continúa más allá del periodo de tiempo en que dura una edición. A partir de contar con dicha evidencia, esperamos producir un resultado de impacto significativo: que se reconozca esta actividad como pertinente para ser incluida a nivel curricular para todos los profesores de matemática e informática del país.*

Sin perjuicio de lo anterior, la evidencia obtenida habilitará acciones para las próximas ediciones, tendientes a que se profundice y se continúe en el tiempo. Por ejemplo, a través de redes especialmente creadas para esta actividad se buscará mantener activo el contacto tanto nuestro con los profesores como entre éstos con sus colegas. Ello tendría el resultado de que cada profesor participante se convierta en un replicador de la experiencia, apoyado por nuestro equipo tanto desde el punto de vista académico como institucional.

Al momento, las actividades han permitido contar con información organizada sobre el proyecto y los participantes en diferentes ediciones. Se ha podido identificar públicos de interés en relación a la continuidad o discontinuidad del uso de los conocimientos del curso posterior a la finalización del mismo.

Las entrevistas brindaron información para el desarrollo de una encuesta que permite ajustarse a los elementos específicos del proyecto. Asimismo, las entrevistas mostraron qué aspectos relacionados al aprendizaje identifican los docentes en la integración de programación y matemática. Entre estos se observa un espectro que va desde la importancia de tomar conciencia de qué significa programar (y eliminar ideas preconcebidas muchas veces erróneas), y el rol de la lógica y la matemática discreta en la tarea, hasta el uso del lenguaje de programación como herramienta pedagógica. La inclusión de una etapa de programación de soluciones a problemas algorítmicos en el proceso de resolución de problemas establece una relación dialéctica entre el pensamiento algorítmico (matemático) y el pensamiento computacional (programación). Estos elementos resultan esenciales si se quiere considerar la evaluación de las actividades de los docentes y del nexo que logran establecer los docentes entre la programación y la matemática.

Las entrevistas han permitido además identificar debilidades en las prácticas. Entre éstas se ha visto una falta de evaluación de las actividades de los estudiantes por parte de los docentes. Si bien algunos docentes evalúan la actividad en un marco de evaluación de conocimientos programáticos generales, con salvedad de pocas excepciones, no hay una evaluación de la actividad en sí misma. Esto no permite conocer el resultado de la actividad en relación al aprendizaje de la matemática. Se requeriría otro tipo de investigación y posiblemente un estudio de cohortes temporales. En la mayoría de los casos, tampoco hay una evaluación de la actividad en relación a la motivación estudiantil. Si bien la mayoría de los docentes manifiestan que observan un aumento de la motivación de los estudiantes por realizar la actividad, en muchos casos la evidencia es de carácter anecdótico o mediante una valoración subjetiva del docente y no cuenta con una evidencia que lo respalde.

Por otro lado, la metodología de entrevista no ha podido mostrar claramente cómo los docentes siguen utilizando los conocimientos del curso. Si bien se esbozan respuestas en este sentido que permiten dar un panorama general, éstas aún son poco claras. Dado que la entrevista no tenía como objetivo conocer esta dimensión del impacto, es necesario tener en cuenta para futuras investigaciones o para una etapa posterior.

En conclusión, el equipo que ha llevado adelante este proyecto considera que, si la Comisión Sectorial de Enseñanza (CSE) y la Comisión Sectorial de Investigación

Científica (CSIC) lo consideran pertinente, sería un aporte muy importante al mejoramiento de la educación, contar con el apoyo a lo que se propone para lograr el objetivo de incluir el curso en la formación de los profesores.

Referencias

[1] Donald Knuth, "Computer Science and its relation to mathematics", Basic Books, Inc., Publishers / New York, pages 326--327, 1974.

[2] Pérez, Teresa; Rosa, Sylvia (2017). "*Matemática y programación: una experiencia interdisciplinaria e interinstitucional.*" En FISEM, Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas (Ed.), VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática CB-252 (pp. 212-220). Madrid, España.
<https://cibem.semrm.com/index.php/es/programa/libro-de-actas>

[3] Sylvia da Rosa and Marcos Viera and Juan García-Garland, [Colibri: Mathematics and MateFun, a natural way to introduce programming into school](#)

Last accessed September 2020.

[4] Sylvia da Rosa, Marcos Viera and Juan García-Garland, "A case of teaching practice founded on a theoretical model", proceeding of International Conference on Informatics in School: Situation, Evaluation, Problems, ISSEP 2020, November 16-18, 2020 Tallinn, Estonia. [Informatics in Schools. Engaging Learners in Computational Thinking](#) (pag. 146-157)

[5] G. Dowek, "Quelle informatique enseigner au lycée?" Bulletin del'APMEP, nr. 480, 2005.

[6] S. Peyton Jones, "Bringing Computer Science Back into Schools:Lessons from the UK,"SIGCSE'13, 2013.

[7] P. Bradshaw and J. Woollard, "Computing at School: An Emergent Community of Practice for a Re-Emergent Subject,"In: International Conference on ICT in Education, 2012.

[8] G. Dowek, "L'enseignement de l'informatique en France, Il est urgent de ne plus attendre," <https://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/rads0513.pdf>, 2013, rapport de l'Académie des Sciences.

[9] "CSTA K12 Computer Science Standards," <http://www.csteachers.org/?page=CSTASStandards>, 2011.

[10] "Educación en informática: un paso adelante - ¿dos pasos atrás?" Sylvia da Rosa - Revista del Instituto de Computación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República.

[11] S. da Rosa, A. Chemiel y F. Gómez "Philosophy of Computer Science and its Effect on Education - Towards the Construction of an Interdisciplinary Group" electronic edition via DOI (open access)

[12] CIBEM 2013: Teresa Isabel Pérez Antuña, Luis Ernesto Langon Ventura, RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS ALGORÍTMICOS MEDIANTE LA PROGRAMACIÓN EN LA CLASE DE MATEMÁTICA (pag. 45) CIBEM 2013
<http://www.cibem7.semur.edu.uy/paginas/img/resumenes.pdf>

Anexos

[Anexo I - Actas Equipo](#)

[Anexo II - Formulario de contacto](#)

[Anexo III - Entrevistas](#)

[Anexo IV - Encuesta Noviembre 2019](#)

[Anexo V - Informe de resultados de Encuesta a docentes participantes en Matemática y Programación](#)

[Anexo VI - Trabajos realizados por docentes con estudiantes liceales](#)

[Anexo VII - Códigos y textos](#)