

# Evaluación de una Propuesta Metodológica para el Entrenamiento de la Programación

Del Moral Sachetti, Lorena Elizabeth

Barberis, Ángel Rubén

*Departamento de Informática  
Facultad de Ciencias Exactas  
Universidad Nacional de Salta  
{lorena\_dms, barberis}@cidia.unsa.edu.ar*

## Resumen

*La Enseñanza de la Programación de Computadoras en algún lenguaje es y ha sido una tarea difícil, que impacta fuertemente en las asignaturas que no enseñan a programar, pero que tienen entre sus objetivos llevar adelante la práctica de la programación en carreras informáticas. La falta de habilidades y motivación en la programación son algunas de las variables que causan una alta tasa de deserción y una baja calidad cognitiva en el aprendizaje. Este hecho se refleja en asignaturas, que necesitan como sustento básico, los conceptos y competencias sobre la Programación, para el anclaje pedagógico de nuevos contenidos y capacidades. Como posible solución a los problemas de aprendizajes observados, en el año 2014 se implementó una propuesta pedagógica basada en el Entrenamiento de la Programación bajo un enfoque Cooperativo, en las asignaturas de Programación Numérica y Cálculo Numérico de la carrera Licenciatura en Análisis de Sistemas de la UNSa.*

*El presente trabajo expone los resultados del diseño e implementación del proceso evaluativo de los aprendizajes de la metodología propuesta, en las que se explican las actividades realizadas y las bases teóricas sobre las que se sustentan.*

## 1. Introducción

En las carreras informáticas, la programación de computadoras es una asignatura básica y fundamental; ya que la calidad de las competencias alcanzadas determina la continuidad del estudiante en la carrera y en el desempeño profesional del futuro egresado. Por este motivo es que el *proceso educativo de la programación* resulta altamente preocupante entre los docentes.

Algunos autores como [1, 2, 16] demuestran con sus investigaciones que los estudiantes no logran aprehender

los conceptos enseñados, siendo este uno de los principales factores de la alta tasa de deserción en los primeros años de la carrera y el bajo rendimiento en las asignaturas de los años superiores. Por lo que resulta necesario, investigar herramientas y/o metodologías que contribuyan a disminuir las dificultades del proceso en pos de mejorar la calidad educativa del mismo. En este contexto, y para dar solución a los problemas de aprendizajes observados, los autores del presente trabajo pusieron en ejecución una nueva metodología que concibe a las prácticas de la programación como un entrenamiento denominada “*Scrum como Herramienta Metodológica en el Entrenamiento Cooperativo de la Programación*” [3]. Esta propuesta pedagógica, que lleva implementándose desde el año 2014, ha logrado reducir la tasa de deserción al 5% y aumentar el rendimiento académico al 83.6%.

A fin de comprobar en qué medida se han logrado los objetivos educativos expuestos en la propuesta metodológica, resulta de vital importancia la realización de un proceso evaluativo, para reflexionar sobre las prácticas docentes, detectar obstáculos y dificultades académicas, con el objeto de instrumentar mecanismos necesarios para superarlos, priorizando siempre las necesidades pedagógicas de los alumnos de modo que se pueda ayudarlos, guiarlos y encauzarlos hacia la apropiación correcta de los conceptos de la programación y su entrenamiento.

En este sentido, se entiende la *evaluación educativa* como un proceso continuo, programado, ordenado y sistemático de investigación [4], que valiéndose de métodos y técnicas cuantitativas y cualitativas, recaba datos e información pertinente, para ser comparados con criterios previamente establecidos [5], para finalmente emitir juicios de valor muy bien fundamentados, facilitando la toma de decisiones sobre la mejor forma de intervenir en la realidad educativa que se está

investigando [4-6]. Según Santos Guerra y otros [6-8], la evaluación es un momento de aprendizaje que posibilita el análisis y la reflexión de los procesos de enseñanza-aprendizajes, transformando las prácticas pedagógicas en pos de mejorar la calidad educativa.

## 2. Propuesta Metodológica

La propuesta metodológica [3] que se evalúa fue desarrollada en un marco experimental para reducir los niveles de deserción y elevar el rendimiento académico en asignaturas que no enseñan la programación sino que la usan como un medio para adquirir mayor experiencia.

El arte de la programación es una tarea compleja y difícil de abordar académicamente [16-19]. La complejidad del Proceso Educativo de la Programación radica en que éste demanda la interacción de habilidades tanto del profesor como la de los alumnos, y exige la garantía de que el educador propicie un ambiente cooperativo para desarrollar en el educando otras habilidades psicocognitivas que son necesarias [20-22] para que puedan abordar problemas multidisciplinares en carreras informáticas.

El reto de proponer una estrategia metodológica que aborde académicamente las prácticas de la programación como un entrenamiento, ayudó a los alumnos a desarrollar habilidades sociales y de interacción que le permitieron compartir ideas y recursos con sus pares, y planificar cooperativamente qué y cómo estudiar. El marco cooperativo de Scrum utilizado con un enfoque metodológico, posibilitó mantener en equilibrio las variables psicológicas que afectan al estudiante, y lo convierte en un participante activo en la adquisición del conocimiento. La metodología, además de hacer de la práctica un entrenamiento en la programación bajo un enfoque cooperativo, también contempla el desarrollo de clases teóricas en un ambiente colaborativo y fuertemente participativo, en que los alumnos construyen el concepto con pequeñas ideas guiadas y debatidas con el profesor, favoreciendo de esta manera el aprendizaje por descubrimiento [23], de asimilación gradual y progresivo.

La estrategia metodológica, que pone en práctica los principios y valores de Scrum permite rápidamente identificar los programadores entusiastas, que por lo general, son estudiantes activos y participativos, que demuestran mayores habilidades que sus compañeros. La inclusión de los programadores entusiastas en grupo de alumnos novatos favorece la práctica del Tutorío de Pares [24], ya que la interacción con el resto del equipo logra elevar el nivel de los novatos, y ayuda a consolidar la experiencia del entusiasta.

La asignación de roles, las reuniones de revisión de cada grupo de estudio, y las prácticas del desarrollo ágil de software, propiciaron una experiencia estimuladora que ayudó a: mantener la asistencia a clases, mejorar la

expresión oral, asimilar los contenidos temáticos de la asignatura, y por ende, a mejorar el rendimiento académico.

## 3. Paradigmas de Investigación

El proceso evaluativo llevado a cabo, se enmarca dentro de los paradigmas cuantitativo y cualitativo de la investigación educativa. Para abordar el enfoque cuantitativo, se dispone como herramienta esencial la implementación de la propuesta pedagógica (objeto de estudio) y el tratamiento estadístico de la información. Se trata de identificar las variables que afectan el aprendizaje de los alumnos, que serán rigurosamente analizadas para garantizar objetividad en los resultados. Se pone énfasis en todo aquello que sea observable y medible, para producir información que sea de utilidad para el control. Desde la perspectiva del paradigma cualitativo, se realiza una valoración de los aspectos contextuales y situacionales, tales como las acciones humanas, valores y creencias de los alumnos, por lo que se trata de interpretar resultados a partir de la observación y la voz de los actores involucrados. Los docentes de la cátedra actúan como investigadores, de acuerdo con sus propios conocimientos y creencias, por lo cual, no se puede exigir objetividad y neutralidad absoluta.

Algunos referentes importantes en educación, como Gimeno Sacristán y Pérez Gómez [7] exponen la importancia de combinar y complementar ambos paradigmas (cuali y cuantitativo) en una investigación integral de la evaluación educativa. Estos autores exponen que para conocer el grado en el que se han alcanzado los objetivos de la propuesta metodológica, es necesario aplicar métodos cuantitativos, mientras que para obtener una retroalimentación de las acciones didácticas, sugiere conveniente el paradigma cualitativo. Luego de innumerables investigaciones en el campo educativo [7-11], actualmente se acepta que ningún paradigma es mejor que otro, ya que generan distintos tipos de datos y poseen sus propias limitaciones, por lo que es necesario complementarlos con el fin de obtener mayor validez, credibilidad y rigor en los resultados alcanzados. A este proceso de combinación se le denomina triangulación [9,12], que busca lograr en el investigador evaluador subjetividad crítica racional, diferenciándola del subjetivismo como interpretación parcial y/o tendenciosa de los datos.

Denzin [13] define el término triangulación como “*la aplicación y combinación de varias metodologías de la investigación en el estudio de un mismo fenómeno*”. Para otros autores como Rodríguez, Pozo y Gutiérrez [12] la triangulación es una “*técnica de confrontación y herramienta de comparación de diferentes tipos de análisis de datos*” que contribuyen a validar un estudio de investigación y potenciar las conclusiones que de él se

desprenden [7, 12, 14]. Existen diversas formas de triangular, en el presente artículo se describe brevemente las que se utilizaron en el proceso evaluativo llevado a cabo: *la triangulación de datos*, que permite el análisis de información contrastando datos obtenidos por medio de diferentes estrategias y fuentes de información; *la triangulación entre métodos*, que permite contrastar los resultados obtenidos analizando coincidencias y diferencias a partir de la aplicación de métodos cualitativos y/o cuantitativos en la investigación educativa.

#### 4. Instrumentos de Recolección de Datos

Los instrumentos de recolección de datos usados en el proceso de investigación evaluativa llevadas a cabo son:

La *observación simple*, que trata de conocer situaciones que tiene un cierto carácter público. Se utiliza para relevar formas de comportamientos y conocer diversos aspectos de las conductas más manifiesta de los estudiantes. Los resultados de estas observaciones, se enfocan en los aspectos visibles de la realidad social, aunque no por ello, pueda negarse su importancia.

Por medio de la *observación participante*, el investigador debe primeramente, integrarse a los grupos de estudiantes, para una vez allí, ir realizando una doble tarea: desempeñar roles dentro del conjunto, e ir recogiendo los datos que procura conseguir. Esta tarea de observación generalmente, está a cargo de los alumnos tutores que son alumnos avanzados de la carrera y que, por su rol de alumnos, pueden integrarse fácilmente a los grupos de estudios.

El *debate*, como un instrumento de intercambio de opiniones críticas, se lleva a cabo en un ambiente clase y con la dirección de un coordinador, rol que lo cumple el docente de práctica, para mantener el respeto y la objetividad entre las posturas educando y educador.

Por último, el principal instrumento de recolección de datos utilizado son todas las *producciones de los alumnos* como trabajos prácticos individuales y grupales, evaluaciones parciales, coloquios, defensa oral de trabajos, etc.

Los detalles de la instrumentación de las formas de recolección de datos expuestas se describirán en la sección 5.5.

### 5. Proceso Evaluativo

#### 5.1. Localización / Población Objetivo

El proceso evaluativo estuvo destinado a evaluar la metodología propuesta en [3] y la asimilación de los contenidos en las asignaturas Programación Numérica (PN) y Cálculo Numérico (CN) correspondiente al 2º cuatrimestre del 2º año de la carrera Licenciatura en Análisis de Sistemas, de la Universidad Nacional de

Salta. Dichas asignaturas, impartidas por la misma cátedra, comparten el cuatrimestre con materias como Teoría de la Computación I y, Paradigmas y Lenguajes, por lo que, los alumnos deben cursar simultáneamente 3 asignaturas.

En el cursado de las asignaturas, hay estudiantes de diversas edades, aunque la mayoría están entre los 19 y 22 años. Se tienen alumnos que cursan por primera vez y recursantes o repitentes. A pesar de estas diferencias, el denominador común es la inexperiencia y falta de madurez para afrontar el desafío que significa iniciar una carrera universitaria, instancia en la cual, no han adquirido todavía una disciplina emocional, ni han afianzado técnicas de estudios adecuadas para llevar adelante la carrera.

A grandes rasgos es posible describir a las asignaturas mencionadas como el estudio y análisis de diferentes métodos y técnicas numéricas para la solución de ecuaciones, sistemas de ecuaciones, interpolación, regresión lineal, diferenciación e integración entre otros temas; adquiriendo las capacidades para implementar sus algoritmos en un lenguaje de propósito general como Java, C++ u Object Pascal, o de uso específico como Maple, Matlab o Mathematicas. En términos generales, la programación numérica, proporciona al alumno de Informática un medio para adquirir más experiencia en la programación de algoritmos.

Las asignaturas cuentan con un profesor responsable de cátedra quien guía las prácticas pedagógicas de los demás docentes, como así también, es el encargado del buen desarrollo de las clases teóricas. Se cuenta además, con tres Jefes de Trabajos Prácticos, cada uno a cargo de una comisión de entre 20 o 25 alumnos, cuya función principal es guiar a los alumnos en la resolución de los trabajos prácticos y en el entrenamiento de la programación. Cada uno de estos docentes, cuenta con un tutor alumno, que ayuda en las labores pedagógicas diarias del aula.

#### 5.2. Objetivos y Metas

Los *objetivos* que se esperaban alcanzar con el proceso evaluativo se resumen en:

##### a) Generales:

1) Realizar una evaluación integral sobre la implementación de la propuesta pedagógica “*Scrum como Herramienta Metodológica en el Entrenamiento Cooperativo de la Programación*”;

2) Disponer de las acciones evaluativas, como verdaderas herramientas de adecuación de la propuesta metodológica a las características pedagógicas de los alumnos, y poder así, reducir la tasa de deserción y aumentar el rendimiento académico, bajo el principio de mejorar la calidad educativa.

**b) Específicos:**

1) Recoger la mayor cantidad de datos, información, documentos y observaciones que se generen en el contexto educativo de la enseñanza de la Programación Numérica y Cálculo Numérico;

2) Realizar un pertinente procesamiento y análisis de la información recogida, utilizando técnicas y herramientas adecuadas;

3) Presentar permanentemente a los docentes de la cátedra, los resultados de las acciones evaluativas realizadas, de modo que puedan adecuar sus prácticas pedagógicas, en función de los objetivos curriculares que se persiguen.

Las *metas* fueron:

1) Realizar reuniones docentes periódicas para dialogar sobre los aprendizajes de los alumnos;

2) Fomentar habilidades sociales, de intercambio y negociación, madurando el pensamiento reflexivo y analítico entre los docentes;

3) Comprometer los esfuerzos de todos los docentes en el progreso continuo de la formación profesional y en la práctica pedagógica, cumpliendo con los objetivos curriculares, dinamizando las clases, potenciando el aprendizaje de los alumnos y contribuyendo a la mejora permanente de la calidad educativa.

### 5.3. Actividades y Temporalización

Las asignaturas se dictan en dos días por semana. En cada día se imparten 2 horas de teoría y 2 de prácticas, cumpliendo así con un total de 4 horas de teoría y 4 horas de práctica, lo que contabiliza un total de 8 horas semanales. Además, se dispone de 2 horas semanales para la realización de consultas sobre el desarrollo de las guías.

Para llevar a cabo el proceso evaluativo, se definieron métodos, instrumentos y actividades de evaluación. Los métodos y los instrumentos, quedaron enmarcados dentro de los paradigmas de investigación, descritos anteriormente. Por otra parte, todas las actividades definidas tienen un tiempo estimado de duración, una breve descripción, un responsable de ejecutar dicha actividad y los actores o personas que participarían de la misma, como estudiantes y/o docentes. Las actividades de evaluación fueron aplicadas a lo largo del cuatrimestre y en distintos momentos, haciendo énfasis en diferentes aspectos que debían ser analizados. Toda esta esquematización de las actividades se realizó con el fin de organizar, sistematizar y programar el proceso evaluativo. Las más importantes se detallan a continuación:

#### **Actividad 1: “Evaluación Pedagógica”**

Descripción: Presentación y actualización de los lineamientos pedagógicos de la metodología, exponiendo problemas de aprendizajes observados el año anterior. Generación de un espacio para que los docentes expresen sus motivaciones, expectativas e inquietudes acerca de la metodología. Actividad que se desarrolla en un ambiente informal en la que se analizan y consensuan diversas posturas. Revisión de la metodología.

Responsable: Docente Responsable de Cátedra.

Participantes: Docentes.

Tiempo estimado: 2 hs.

Realización: Inicio del Cuatrimestre.

#### **Actividad 2: “Capacitación Docente”**

Descripción: Como resultados de la actividad anterior, pueden plantearse nuevos desafíos que demanden una adecuación pedagógica del entrenamiento ágil de la programación en el marco cooperativo con Scrum. En consecuencia, se realiza un taller de capacitación en la que se resuelven diversos casos de estudios, se analizan grados de complejidad y su adecuación a los objetivos de metodología.

Responsable: Docente Responsable de cátedra.

Participantes: Docentes.

Tiempo estimado: 8 hs (dos reuniones de 4 hs c/u)

Realización: Inicio del Cuatrimestre.

#### **Actividad 3: “Temporalización de contenidos y secuencia de tareas”**

Descripción: Luego de la revisión de la propuesta metodológica (objetivos, lineamientos pedagógicos, roles, tareas) se realiza la secuencia y temporalización de los contenidos de la materia, se planifican las evaluaciones a los alumnos, y se programan y organizan todas las actividades a realizar en el resto del cuatrimestre.

Responsable: Docente Responsable de cátedra.

Participantes: Docentes.

Tiempo estimado: 2 hs.

Realización: Inicio del Cuatrimestre.

#### **Actividad 4: “Evaluación Diagnóstica Estudiantil”**

Descripción: Generación de un espacio para que los alumnos expresen sus experiencias personales, intereses y motivaciones que tienen acerca de la materia y de sus contenidos. Se busca recoger información sobre las competencias, técnicas, habilidades, procedimientos y capacidades en el planteamiento y resolución de problemas computacionales que poseen los alumnos previos al cursado.

Responsable: Docente Responsable de cátedra y Docente Auxiliares.

Participantes: Docentes.

Tiempo Estimado: 2 hs.

Realización:

**Actividad 5:** “*Presentación de Resultados*”

Descripción: Presentación de los resultados obtenidos a los estudiantes, con el fin de generar un espacio de reflexión y concientización hacia los aspectos positivos de la metodología que se va a implementar y del cual forman parte. Esto es una forma de “hacerlos sentir protagonistas” del proceso educativo, por lo que se espera, a partir de esta actividad, un mayor compromiso, por parte de ellos.

Responsable: Docente Responsable de cátedra.

Participantes: Estudiantes.

Tiempo Estimado: 2 hs.

Realización:

**Actividad 6:** “*Reunión Docente Semanal*”

Descripción: Las reuniones docentes semanales tienen por objeto realizar una puesta en común de las experiencias pedagógicas vividas y analizar toda información recogida por los auxiliares. En base a ello, es posible proponer nuevos cursos de acción, teniendo en cuenta los resultados positivos o negativos, que se van obteniendo.

Participantes: Docentes

Tiempo Estimado: 2 hs

Realización: durante el transcurso del cuatrimestre.

**Actividad 7:** “*Evaluación de Proceso Estudiantil*”

Descripción: Durante la recolección de datos se capturan resultados de los exámenes parciales, trabajos prácticos, las presentaciones orales e informe de desarrollo de software, y teniendo en cuenta los criterios e indicadores de logros, se recaban informaciones sobre los aprendizajes de los alumnos. Esta evaluación permitirá adaptar el proceso académico según los avances observados en el aprendizaje. Se destaca el proceso dinámico de la metodología que posibilita introducir cambios pertinentes en la enseñanza a lo largo de proceso.

Participantes: Docentes

Destinatarios: Estudiantes y Docentes

Tiempo Estimado: 3 hs.

Realización: durante todo el cuatrimestre

**Actividad 8:** “*Evaluación de Resultados del Proceso*”

Descripción: Se realizará al final del cuatrimestre antes de la finalización calendaria de clases. Para ello, se evaluarán todas las producciones individuales de los alumnos, su desempeño en los trabajos grupales, la responsabilidad y motivación que demostró en la cursada, las evaluaciones parciales, y otros instrumentos utilizados con fines evaluativos. La finalidad perseguida es exponer ante los protagonistas del proceso educativo los resultados evaluativos obtenidos, y determinar así, el grado de consecución de los objetivos de aprendizaje de los alumnos. Y en base a tratamientos estadísticos de

información, es posible saber el grado de eficacia de la propuesta implementada.

Responsables: Docentes de la Cátedra.

Participantes: Estudiantes y Docentes

Tiempo Estimado: 2 hs.

Realización: Al final del cuatrimestre.

**Actividad 9:** “*Charla informativa final*”

Descripción: Antes de la finalización formal de clases, se organiza una reunión (generalmente última clase) entre las partes educando y educador para exponer los resultados obtenidos acerca de la implementación de la propuesta pedagógica. En dicha reunión, los alumnos podrán plantear cuestionamientos, contar experiencias, problemas vividos, etc., con el objeto de recabar información cualitativa acerca de la experiencia adquirida, desde el punto de vista de los educando. Por otro lado, la parte educadora, también expondrán sus experiencias según las metas fijadas. De esta manera, todos los actores involucrados en el proceso educativo, y a partir de las experiencias de cada uno, se podrá analizar y proponer nuevas líneas de acción en pos de que la calidad educativa sea verdaderamente una realidad al alcance de todos.

Responsables: Docentes de la Cátedra.

Participantes: Estudiantes y Docentes

Tiempo Estimado: 2 hs.

Realización: Ultima clase del cuatrimestre.

## 5.4. Tipos de Evaluación

En el diseño de un modelo evaluativo, resulta fundamental tener presente en qué situaciones del proceso van a realizarse las evaluaciones, qué objetivos se perseguirán con cada una de ellas y los instrumentos de evaluación que se utilizarán. Es por ello que en esta investigación se utilizaron los siguientes tipos de Evaluación: Inicial o Diagnóstica, Formativa o de Procesos y Sumativa o Final.

### Evaluación Inicial o Diagnóstica

La Función principal de esta evaluación es identificar el estado psico-cognitivo real de los estudiantes que participarán de la propuesta metodológica, por lo tanto, se trata de conocer sus experiencias personales, intereses y motivaciones que tienen acerca de la materia. También resulta de gran importancia, conocer las concepciones previas de los alumnos, ya que influirán decisivamente en el aprendizaje.

Como instrumentos evaluativos se utilizaron encuestas, que permitían recabar información sobre técnicas, habilidades, procedimientos y capacidades sobre el planteamiento y resolución de problemas computaciona-

les. Luego de las encuestas, las entrevistas grupales posibilitaron clarificar y complementar aquellos que los estudiantes han expresado en las encuestas.

Con la evaluación inicial se obtienen valoraciones cualitativas, sin puntuación de los resultados, que posibilita un análisis objetivo del estado real de preparación de los alumnos antes del cursado.

Por último, el resultado es puesto a consideración de los estudiantes, para generar entre ellos un espacio de reflexión y una concientización hacia los aspectos positivos de la metodología que se va a impartir, del cual, forman parte. Por otro lado, la información recopilada permite al cuerpo docente adaptar sus clases, teniendo en cuenta las condiciones iniciales de los alumnos, con el objetivo de hacer más eficaz el proceso educativo.

### Evaluación Formativa o de Procesos

Luego de iniciada la propuesta pedagógica, fue necesario que el cuerpo docente se responsabilizara de la Evaluación de Procesos, con el objetivo de realizar “sobre la marcha” los ajustes adecuados, readaptar las actividades o simplemente mejorar la aplicabilidad de la metodología. Para ello se utilizaron como herramientas de evaluación “planillas de observación” u “hojas de seguimiento”, en la que se registra el cumplimiento o no

de los criterios de evaluación e indicadores de logro, que a su vez están directamente relacionados con los objetivos que se persiguen con la propuesta pedagógica. Estas observaciones se realizan al término de una unidad temática del programa. Es importante destacar, que mientras se adquieren experiencias en la práctica de la metodología, se pueden diseñar otros criterios de evaluación con sus correspondientes indicadores.

Para la evaluación de proceso, al igual que en la sumativa, se utilizaron “planillas de seguimientos”, como instrumentos valorativos, sencillos y sintéticos, mediante el cual, es posible otorgar puntajes a cada uno de los aspectos observados (indicadores de logro) relacionados directamente con los objetivos de aprendizaje sobre los contenidos de la materia (criterios de evaluación).

La razón fundamental del uso de estos instrumentos, obedece a que ellos *"ofrecen la posibilidad de atribuir cuantificaciones a las apreciaciones cualitativas, asignando valores en puntos de escala, permitiendo sintetizar los hallazgos y hacer comparaciones del tipo "mejor / peor" a través del tiempo"* [9].

Algunas de las planillas de criterios que se usaron en el proceso de evaluación se muestran a continuación:

<b>Criterio:</b> Resolución de un problema de programación ejecutable, validado y correcto			
<b>Indicadores de logro</b>	Valoración		
	Bajo	Medio	Alto
Interés en la programación.			
Rapidez en el diseño algorítmico.			
Implementaciones robustas.			
Implementaciones flexibles.			

<b>Criterio:</b> Uso adecuado de técnicas numéricas en la resolución de problemas matemáticos			
<b>Indicadores de logro</b>	Valoración		
	Bajo	Medio	Alto
Entendimiento de las técnicas numéricas enseñadas			
Comprensión de problemas matemáticos diversos			
Formulación adecuada de modelos matemáticos			
Aplicación de técnicas numéricas de acuerdo al problema matemático planteado			

<b>Criterio:</b> Capacidad de implementación de algoritmos numéricos en lenguajes de programación			
<b>Indicadores de logro</b>	Valoración		
	Bajo	Medio	Alto
Uso adecuado de los paradigmas de programación			
Uso adecuado de al menos un lenguaje de programación			
“Pasaje” de los modelos matemáticos a algoritmos ejecutables			
Ejecución eficiente de algoritmos			

<b>Criterio:</b> Participación activa y cooperativa en las diferentes actividades pedagógicas			
<b>Indicadores de logro</b>	Valoración		
	Bajo	Medio	Alto
Interés en la participación y desarrollo de las actividades			
Responsabilidad en la realización y entrega de las tareas			
Compromiso individual y grupal en las actividades			
Interacción con los demás en pos de la realización de las tareas o soluciones de problemas			

### Evaluación Sumativa o Final

Antes de la finalización del período de clases semestral se realiza de una Evaluación Sumativa, para el cual, se utilizan criterios e indicadores similares a los anteriores, pero atendiendo en este caso a los resultados finales que se hayan obtenido, producto de la implementación de la propuesta pedagógica.

Esta etapa es fundamental en el proceso evaluativo, ya que luego de procesado toda la información sobre las evaluaciones, se elabora un resumen de resultados por grupo de estudio formado, que será expuestos a los

alumnos. La experiencia enriquecedora de brindar a los alumnos una buena información sobre sus logros y dificultades, favorece la motivación y en consecuencia, el deseo de querer aprender más. Por el contrario, los alumnos que no se hayan sentido a gusto con la cursada de la materia, podrán expresar sus opiniones o experiencias, y en base a ello, se propondrán nuevas líneas de acción.

Además de los criterios expuestos en párrafos anteriores, se adiciona algunos otros como los siguientes:

<b>Criterio:</b> Capacidad de implementar en un lenguaje de programación la solución de problemas de mayor complejidad matemática.			
<b>Indicadores de logro</b>	Valoración		
	Bajo	Medio	Alto
Confianza en el uso de lenguajes de programación			
Uso autónomo de técnicas numéricas en la resolución de problemas			
Experiencia, autonomía y confianza en la aplicabilidad de técnicas matemáticas en resoluciones algorítmicas por computador			

<b>Criterio:</b> Compromiso entusiasta con la asignatura			
<b>Indicadores de logro</b>	Valoración		
	Bajo	Medio	Alto
Interés y motivación en el desarrollo de las actividades			
Participación activa en las clases			
Toman de apuntes, preguntan, cuestionan			
Desempeño grupal cooperativo y responsable			

### 5.5. Procesamiento de la Información

Para evaluar el aprendizaje de los alumnos se han observado y analizado con rigor los elementos que se han podido obtener de las prácticas pedagógicas, como ser trabajos grupales, individuales y observaciones del comportamiento estudiantil en el aula, encuestas y, criterios con indicadores de logros.

Los prácticos grupales permitieron analizar en qué medida los alumnos fueron capaces de completar las guías de ejercicios, y por supuesto, ello en base a si comprendieron o no los conceptos enseñados en clases teóricas. Para ello fue necesario que la cátedra respondiera algunas preguntas tales como:

*¿Se lograron cumplimentar las pautas del entrenamiento según la guía práctica?* Una respuesta afirmativa, significa que los alumnos pudieron superar el reto del trabajo grupal cooperativo, cumpliendo cada uno sus funciones y trabajando verdaderamente como un equipo.

*¿Se resolvieron correctamente los ejercicios de la guía?* Responder positivamente implica que los alumnos pudieron dimensionar correctamente la complejidad de los ejercicios, y fueron capaces de proponer una solución. Las respuestas negativas, hacen notar que los estudiantes entienden los problemas propuestos y consientes de la complejidad inherente en su resolución, no han sido capaces de plantear una solución, o bien, no entendieron el caso de estudio. Ante esta situación, se discute entre

los docentes las formas de impartir una clase de revisión de conceptos y prácticas adicionales, basada en la formulación y resolución de problemas.

Por medio de la defensa oral de los informes prácticos grupales, se analizó la dinámica del funcionamiento y la organización grupal, poniendo énfasis en las ventajas y desventajas de trabajar en equipo, advirtiendo al mismo tiempo, el compromiso individual y las razones por la falta de ello, la expresión del vocabulario técnico y el grado de desarrollo de sus capacidades comunicativas.

De las observaciones del trabajo en equipo desarrollado en el aula, se delineó acciones que permiten a los docentes guiar a los estudiantes para el buen desempeño en el trabajo grupal, formas de organización y comunicación, división y asignación de tareas individuales, etc. También fue posible identificar a los estudiantes tímidos o introvertidos, por lo que se pudo poner en práctica algunas acciones de socialización en un ambiente de confianza con sus pares, logrando paulatinamente una participación más activa.

Las clases colaborativas permitieron, a través de las manifestaciones actitudinales de los alumnos en el desarrollo de clases teóricas, advertir situaciones de incentivos, motivaciones e interés en los contenidos temáticos que se imparten. En situaciones adversas, se instrumentaron mecanismos para conocer las causas del desinterés: clases aburridas, desmotivadoras, dificultad en el entendimiento al docente, o si no podían visualizar alguna aplicación o importancia en el mundo real (fuera del ámbito puramente académico).

Los trabajos evaluativos parciales e individuales, permitieron valorar principalmente el entendimiento de la complejidad algorítmica y la resolución de problemas. La evaluación individual permitió asegurarse de que todos los alumnos han aprendido adecuadamente, y que son capaces de poner en práctica sus conocimientos sin ayuda de algún tutor.

Los trabajos evaluativos finales, individuales y orales, son los que terminan por acreditar los conocimientos sobre los temas impartidos en la materia. A partir del análisis del desarrollo de las evaluaciones, se registran métricas de desempeño relacionadas con la metodología puesta en práctica, y con el dominio de asignaturas correlativas previas.

## 5.6. Análisis de Resultados

La estrategia metodológica se implementó a partir del año 2014 en las clases de las asignaturas PN y CN. Durante el primer año, se implementó un marco colaborativo no cooperativo muy exigente como prueba piloto para analizar el impacto psico-cognitivo de los alumnos. La idea fue trabajar con los principios de Scrum, sin la obligación del aspecto cooperativo, con la exigencia de la presentación de todas las guías de

trabajos prácticos resueltas en computadoras, el incremento de software y el informe de desarrollo. Desde el punto de vista de la cátedra, los índices porcentuales de alumnos que regularizaron, que quedaron libres y el de abandono, mejoraron significativamente respecto de los índices de años anteriores. Mientras que, desde el punto de vista de los alumnos, el grado de insatisfacción fue muy alto, como consecuencia de las exigencias en la presentación digital las resoluciones prácticas. Todas las disconformidades de los alumnos fueron expuestas en la última clase del semestre de ese año. Luego se analizaron las encuestas anónimas realizadas durante el proceso, los trabajos prácticos, los informes del desarrollo de software y los programas implementados. Se detectaron otros inconvenientes que se relacionaban con lo psicológico. Aproximadamente el 73,5 % de los alumnos no se animaban a exponer al profesor en clase sus inquietudes, ellos prefería la expresión a través de encuestas anónimas. A estos alumnos, una vez identificados con algún mecanismo de encuestas supervisadas, se los clasificaba como tímidos/introvertidos. El mayor inconveniente que se pudo advertir, fue el desinterés por la programación como consecuencia de una práctica insuficiente en asignaturas previas. Esto impactaba fuertemente el desarrollo de casos de estudios propuestos por la cátedra.

En el año 2015, se tuvieron en cuenta los aspectos psicológicos y cognitivos de los alumnos. Se identificaron las causas de la desmotivación por las prácticas de programación y la falta de fijación de conceptos teóricos.

Como consecuencia, la cátedra propuso nuevos objetivos, y uno de ellos tenía que ver con las maneras de promover las prácticas de la programación de lenguajes. En las prácticas debían instrumentarse con mayor énfasis conceptos del desarrollo ágil de software, para el cual, se propiciaron la formación de grupos de estudios en calidad de equipos de desarrollo de software, fomentando la participación de un líder. Para ello, fue necesario incorporar más elementos del marco de trabajo de Scrum en las prácticas de programación. Dar mayor soporte al trabajo cooperativo, a nivel *alumno-alumno*, *alumno-profesor*, *profesor-profesor*.

Para la recuperación de los alumnos tímidos e introvertidos, fue necesario promover el Tutorío de Pares [24] aprovechando la participación activa y colaborativa del *programador entusiasta* en su rol de líder de equipo, como así también, la del *Tutor Alumno*. El Tutorío de Pares como estrategia pedagógica, permitió transformar los alumnos pasivos en activos en la mayoría de los casos.

El cambio radical que marcó "*un antes y un después*" fue mirar a las prácticas de programación como un "*entrenamiento*" en el desarrollo de software a nivel de los alumnos de segundo año de la carrera. La propuesta metodológica descrita en [3], permitió mejorar la calidad cognitiva del alumnado, y la adopción de nuevas

experiencias y entrenamientos en la programación ágil de software. Al mismo tiempo, se contribuyó con la disminución de la tasa de deserción e incrementar los índices de rendimientos respecto de años anteriores. Ver figuras de 1 a 3.



Fig. 1: Curva de alumnos que abandonaron las asignaturas entre los años 2008 y 2015.

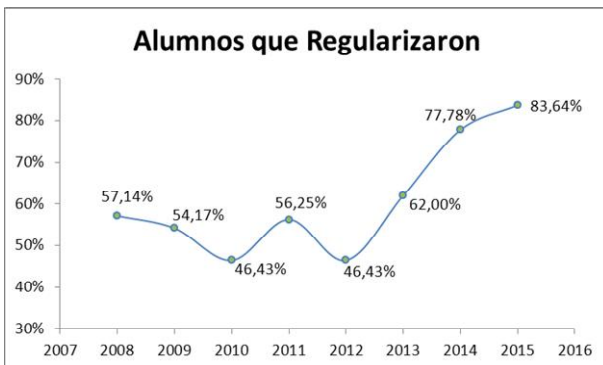


Fig. 2: Curva de alumnos que regularizaron las asignaturas entre los años 2008 y 2015.

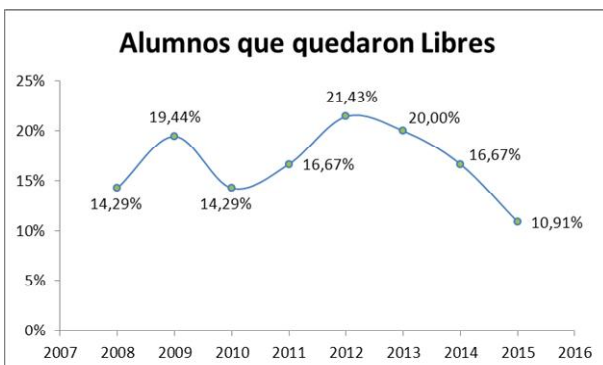


Fig. 3: Curva de alumnos que no regularizaron las asignaturas entre los años 2008 y 2015.

## 5.7. Resultados de la Triangulación y Autoevaluación

Del análisis de resultados del procesamiento de la información recopilada, se puede advertir una actitud de reserva y poco participativo del alumnado en las etapas iniciales del cursado de las asignaturas. La asignación de roles, división de tareas y organización son los factores de mayor impacto en el trabajo grupal. La consideración y atención del aspecto psicológico del alumnado, sumado a las clases teóricas centrado en la dinámica colaborativa, y las prácticas centradas en la dinámica cooperativa, permitió el desarrollo nuevas habilidades, no solo como programador, sino también como ser humano. Este ambiente propició un mayor diálogo entre los protagonistas del proceso educativo, confianza, actitud activa y participativa, acciones que permiten a la cátedra detectar rápidamente problemas cognitivos y sociales que le permiten instrumentar acciones correctivas.

El cambio en la estrategia educativa en las asignaturas implicó un mayor compromiso de los docentes, sobre todo en el modo de relacionarse con los alumnos. Tanto las clases teóricas como prácticas debían ser más interactivas entre *profesor-alumno* y *alumno-alumno* para favorecer una reestructuración cognitiva. Conscientes del esfuerzo, los docentes se mostraron alentados por los resultados obtenidos en la aplicación de la propuesta metodológica.

En líneas generales, puede decirse que aunque el proceso evaluativo es una tarea ardua (debido a la cantidad de alumnos y gran volumen de información para procesar), resultó ser una experiencia enriquecedora y reflexiva para el trabajo docente.

El proceso de autoevaluación realizado, tiene sus resultados más relevantes en la elaboración de un plan de acción para la mejora de la calidad educativa. Con el compromiso del plantel docente, se puede llevar a cabo acciones viables que mejoren la calidad y equidad de la educación, en sus aspectos institucionales y pedagógicos, y que por lo tanto, impacten en los logros de aprendizaje de los alumnos.

Los resultados obtenidos, si bien son alentadores, no finalizan con la elaboración de un plan de acción, sino más bien, surge necesidad de realizar un seguimiento o monitoreo de la ejecución de los planes elaborados, así como su evaluación, que no se base en un mero control de actividades realizadas, sino que permita identificar logros y falencias, y que a la vez proporcione información útil y confiable para la comunidad educativa.

## 6. Conclusión

Los resultados más relevantes arrojados por el proceso evaluativo, en cuanto al grado de efectividad de la metodología implementada se detallan a continuación:

- La metodología logró que los alumnos adquirieran una correcta conceptualización de los contenidos específicos de la materia, al mismo tiempo que permitió un avance en el desarrollo de habilidades de la programación
- La metodología propició que los alumnos tímidos/introvertidos sean más participativos, ya que al integrarse a un equipo de trabajo, y sentirse involucrados e importantes en el desarrollo de una actividad conjunta provocó entusiasmo por el estudio y por la programación. Es decir que la interacción con sus pares resultó estimuladora.
- El trabajo en grupo cooperativo, facilitó la detección de diferentes habilidades en los alumnos, por ejemplo, algunos mostraban más predisposición para realizar pruebas de software, otros a diseñar casos de estudios y otros a integrar componentes, etc. Esto ayudó a los alumnos a descubrir su propio perfil, teniendo en cuenta sus habilidades y capacidades que podrán desarrollar aún más y al mismo tiempo resaltar capacidades débiles que deberán fortalecer.
- La metodología fomentó el trabajo en equipo de los estudiantes acercando la realidad laboral a las aulas, ya que como sabemos, el desarrollo de software, no es una tarea solitaria, sino una actividad desarrollada por equipos multidisciplinarios.
- Con respecto a las clases teóricas, se vislumbró que estas no debían desarrollarse con contenidos demasiados rigurosos de los modelos matemáticos, tales como demostraciones o deducciones de fórmulas, ya que resultaba más significativo para los alumnos, que el profesor guiara a estos en una construcción social del conocimiento. Es decir que se lograba la conceptualización de los temas, gracias a pequeñas ideas guiadas por el profesor sumadas a las expresadas por los alumnos, de esta manera el concepto era armado entre todos y asimilado más fácilmente. Por último la complejidad de las demostraciones se dejaba para los apuntes de cátedra.
- Con respecto a las clases prácticas resulta necesario entrenar aún más a los docentes en el uso de las distintas herramientas de Scrum.

- En cuanto al trabajo docente en general, resultó necesario un mayor esfuerzo por parte de estos, ya que la metodología demanda más preparación de las clases y un análisis de resultado en cada clase. Todo ello implica una ardua tarea, debido a la cantidad de alumnos y por lo tanto de datos que procesar. Pero el esfuerzo docente se ve meritado por los resultados alcanzados en la calidad académica.
- Por último, se logró el cumplimiento de todos los objetivos y metas propuestos en el diseño de evaluación.

## 7. Referencias

- [1] Costelloe E. (2004). "Teaching Programming The State of the Art". CRITE. *Technical Report*. Department of Computing, Institute of Technology Tallaght, Dublin, Ireland.
- [2] De Giusti, Armando; Madoz Cristina, Gorga Gladys y otros. (2003). "Enfoques y herramientas en la enseñanza de un primer curso de computación (CS1)". *IX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación* (CACIC). Pp. 1240-1251.
- [3] Barberis, A. R. y Del Moral Sachetti, L. E. (2016). "Scrum como Herramienta Metodológica en el Entrenamiento Cooperativo de la Programación: De la Teoría a la Práctica". *XI Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología 2016* (TE&ET 2016). pp. 365-374. Universidad de Morón, Argentina.
- [4] Lafourcade, Pedro. (1969). "*Evaluación de los Aprendizajes*". Ed. Kapeluz. Buenos Aires, Argentina.
- [5] Nieto, J.M. (1994): "*La Autoevaluación del Profesor. Cómo puede el Profesor Evaluar su Propia Práctica Docente*". Editorial Escuela Española. Madrid, España.
- [6] Duro, Elena y Nirenberg, Olga. (2014). "*Autoevaluación de Escuelas*". Instrumento de Autoevaluación de la Calidad Educativa - IACE. Argentina.
- [7] Sacristán; Gimeno y Pérez Gómez; Ángel. (1996). "*Comprender y Transformar la Enseñanza*". Quinta Edición. Ediciones Morata. Madrid, España.
- [8] Santos Guerra, Miguel Ángel. (1991). "La evaluación: un proceso de diálogo, comprensión y mejora". *VIII Jornadas de Estudio sobre la Investigación en la Escuela*. Universidad de Málaga.
- [9] Nirenberg; Olga, Brawerman; Josette y Ruiz; Violeta. (2000). "*Evaluar para la transformación. Innovaciones en la evaluación de programas y proyectos sociales*". Editorial Paidós. Buenos Aires, Argentina

[10] Cook y Reichardt. (1995). "*Métodos Cualitativos y Cuantitativos en Investigación Evaluativa*". Ediciones Morata. Madrid, España.

[11] Anderson, Gary; Augustowsky, Gabriela y otros. (2007). "*La Investigación Educativa. Una Herramienta de Conocimiento y de Acción*" (Compilación). Ediciones Novedades Educativas de México.

[12] Rodríguez, C., Pozo, T. & Gutiérrez, J. (2006). "*La triangulación analítica como recurso para la validación de estudios de encuesta recurrentes e investigaciones de réplica en Educación Superior*". RELIEVE. Revista electrónica de Investigación y Evaluación Educativa, 12 (2), p. 289-305.

[13] Denzin, Norman. (1970). "*The Research Act: A Theoretical Introduction to Sociological Methods*". New Jersey: Transaction Publishers.

[14] Aguilar Gavira, Sonia y Barroso Osuna, Julio. (2015). "*La Triangulación de Datos como Estrategia en Investigación Educativa*". Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación. Nº 47.

[15] Alzás, García; Teresa, Casa García; Luis; y otros. (2016) "Revisión Metodológica de la Triangulación como Estrategia de Investigación". *Congreso CIAQ*. Investigación Cualitativa en Ciencias Sociales.

[16] Villalobos J. A., Casallas R. and Vela M. (2007). "Una Solución Moderna e Integral al Problema de Enseñar Programación". *XXVII Reunión Nacional de FI y VI EIII*. Octubre de 2007, Cartagena de Indias, Colombia.

[17] Lahtinen E., Ala-Mutka K. and Järvinen H.-M. (2005). "A study of the difficulties of novice programmers". *ACM SIGCSE Bulletin*. Vol. 37 (3):14-18.

[18] Sarpong K. A.-m., Arthur J. K. and Owusu Amoako P. Y. (2013). "Causes of Failure of Students in Computer Programming Courses: The Teacher - Learner Perspective". *International Journal of Computer Applications (IJCA)*. Vol. 77 (12):27-32.

[19] Rahmat M., Shahrani S., Latih R., Yatim N. F. M., Zainal N. F. A. and Rahman R. A. (2012). "Major Problems in Basic Programming that Influence Student Performance". *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. Vol. 59. pp. 287-296.

[20] Milne I. and Rowe G. (2002). "Difficulties in Learning and Teaching Programming -- Views of Students and Tutors". *Education and Information Technologies*. Vol. 7 (1):55-66.

[21] Mancy R. and Reid N. (2004). "Aspects of Cognitive Style and Programming". *Proceedings of 16th workshop of the Psychology of Programming Interest Group (PPIG 2004)*. Institute of Technology. Carlow, Ireland.

[22] Bennedsen J. and Caspersen M. E. (2005). "Revealing the programming process". *ACM SIGCSE Bulletin*. Vol. 37 (1):186-190.

[23] Barrón Ruiz A. (1993). "Aprendizaje por descubrimiento: principios y aplicaciones inadecuadas". *Enseñanza de las Ciencias: Investigación y experiencias didácticas*. Vol. 11 (1):3-11.

[24] Tudge J. (1993). "*Vigotsky, la zona de desarrollo próximo y la colaboración entre pares: connotaciones para la práctica del aula*", en Moll, Luis C. (Comp) Vigotsky y la educación. Connotaciones y aplicaciones de la psicología sociohistórica en la educación. Aique, Argentina.