

# DISEÑO DE UNA EVALUACIÓN VIRTUAL BASADO EN EL SEGUIMIENTO DE ESTUDIANTES DE PROGRAMACIÓN

Marcia Mac Gaul<sup>1</sup>, Marcela F. López<sup>1</sup>, Facundo Darfe<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta.  
Av. Bolivia 5150, 4.400, Salta, Argentina.  
{mmacgaul, marcelaflopez}@gmail.com  
facudarfe@exa.unsa.edu.ar

**Resumen.** El presente trabajo se enmarca en el Proyecto de Investigación N° 2497 del Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta, denominado “Tecnologías de Inteligencia Artificial aplicadas a la construcción de un Motor de Aprendizaje en el campo de la Programación”, cuyo período de ejecución es 2019-2022.

Se presentan actividades integradas en un Sistema de Seguimiento de estudiantes, previas a la aplicación de la evaluación virtual de acreditación. Los datos obtenidos del sistema, en tanto dispositivo de evaluación procesual, se usan para la toma de decisiones vinculadas con el diseño y aplicación de la evaluación virtual de acreditación. Por tanto, el objetivo de este trabajo es mostrar los resultados de rendimiento y opinión de estudiantes, que orienta al Proyecto de Investigación a derivar directrices de diseño aplicables en evaluaciones virtuales.

La metodología detalla el Sistema de Seguimiento, desde la fundamentación, que incluye el marco teórico de referencia y los principios que rigen el seguimiento; el contexto de la asignatura inicial de las carreras informáticas y los instrumentos que permiten relevar los datos sobre niveles de desempeño, a través de un Simulacro de parcial, así como una encuesta para reconocer el grado de dificultad que los estudiantes asignan a problemas clásicos de la algoritmia. Se define una población de 271 y una muestra de 52 alumnos, sobre las cuales se aplica el análisis estadístico.

Las conclusiones interpretan los resultados en el contexto del marco teórico que sobre evaluación virtual ofrecen algunos autores y documentos emanados de organismos educativos nacionales, los cuales vienen desarrollando el tema evaluación virtual, desde el inicio de la pandemia por COVID-19.

## 1 Introducción

El presente trabajo se enmarca en el Proyecto de Investigación N° 2497 del Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta, denominado “Tecnologías de

Inteligencia Artificial aplicadas a la construcción de un Motor de Aprendizaje en el campo de la Programación”, cuyo período de ejecución es 2019-2022.

La investigación en curso prevé la construcción de un motor de aprendizaje inteligente que soporte la estrategia de enseñanza y aprendizaje de Programación en estudiantes iniciales de carreras de Informática. Se espera que este motor sostenga un modelo de Tutoría Inteligente que colabore con el docente en el seguimiento sostenido del proceso de aprendizaje y brinde la posibilidad de una enseñanza personalizada y acorde a las necesidades y estilos de cada estudiante.

Previo a la implementación de la tutoría inteligente, se requiere tomar experiencia en tutorías tradicionales, implementadas con docentes-tutores interactuando con los estudiantes, en ambientes de aprendizaje mediados con tecnología informática, pero sin intervención de la inteligencia artificial.

El desarrollo de las tutorías tradicionales requiere indagar el perfil de los estudiantes en relación a su historia educativa, su situación curricular, su rendimiento académico; también se debe caracterizar al estudiante respecto a los diferentes estilos de aprendizaje, su grado de afiliación a la vida universitaria y de su autonomía para el logro de su aprendizaje. Un segundo aspecto a cubrir se refiere a los medios educativos a utilizar durante las tutorías, entre otros, los objetos de aprendizaje, su diseño e implementación, su grado de adecuación al ser utilizados en los diferentes trayectos de aprendizaje. El docente-tutor es quien debe diseñar los trayectos de aprendizaje para sus estudiantes. Estos trayectos son creados a partir del estudio de desempeño de los alumnos durante su proceso de aprendizaje, para lo cual se requiere establecer y posteriormente analizar indicadores educativos que señalen grados de aprendizajes logrados.

Al momento de escribir este trabajo, el equipo de investigación desarrolló un conjunto de objetos de aprendizaje acordes a los estilos de aprendizaje relevados, cuenta además con la experiencia de haber utilizado estos objetos en una cursada de las asignaturas Elementos de Programación y su correlativa, Programación, de forma remota durante la pandemia del COVID 19. A partir de estas aplicaciones se diseñaron algunos indicadores educativos. Se entiende que se requiere desarrollar mayor cantidad de objetos de aprendizaje y perfeccionar los indicadores para ser aplicados en una nueva experiencia de tutoría tradicional, para posteriormente diseñar el motor de inteligencia artificial que colabore en la elaboración de los diferentes trayectos.

De las dos asignaturas mencionadas, este trabajo se centra en Elementos de Programación, correspondiente al primer cuatrimestre del primer año de las carreras Licenciatura en Análisis de Sistemas y Tecnicatura Universitaria en Programación, que se desarrolla de manera completamente virtual, durante el primer cuatrimestre del año 2020 y bajo modalidad de re-cursado en el segundo cuatrimestre del mismo año. Los resultados positivos provenientes de las experiencias de evaluación virtual en esas dos ediciones, son las primeras orientaciones que conducen el diseño de la evaluación en el primer cuatrimestre de 2021, en el que la asignatura se sigue desarrollando bajo modalidad cien por ciento virtual. La diferencia sustancial entre aquellas dos ediciones y la actual radica en la cantidad de alumnos. El aumento en la matrícula es un

nuevo desafío para abordar la evaluación virtual y el disparador de una nueva metodología basada en el seguimiento de los estudiantes, sus niveles de desempeño y sus opiniones sobre las actividades que integran ese sistema de seguimiento.

## 2 Objetivo

El propósito de este trabajo es exponer los aspectos considerados para diseñar la evaluación parcial sobre Algoritmos, en el contexto del cursado virtual del año 2021. Los contenidos corresponden a Resolución de Problemas Computacionales, Algoritmos con variables simples e indizadas y Algoritmos Fundamentales de inserción, eliminación, clasificación y búsqueda. Tradicionalmente, en una situación de evaluación presencial, la consigna es la elaboración de un algoritmo que resuelve cada uno de tres problemas, en un tiempo de tres horas. La evaluación virtual, en cambio, prevé incluir ejercicios de opción múltiple y de producción. Los tiempos de desarrollo también son motivo de análisis. Por lo tanto, este trabajo presenta las actividades llevadas a cabo previo a la aplicación de la evaluación virtual, basándonos en los datos reunidos en el sistema de seguimiento de los estudiantes.

## 3 Metodología

### 3.1 Fundamentación

Nuestra experiencia en la docencia y la investigación indican que el aprendizaje de la Programación es un proceso iterativo e incremental que requiere de un alto nivel de abstracción, la aplicación de técnicas y heurísticas y la construcción de un estilo de programación basado en buenas prácticas y en fundamentos de eficiencia algorítmica, tal como lo expresan Carrillo y Valencia [5], en su cita sobre Dijkstra, “La computación es un disciplina que tiene como objetivo modelar y representar en un computador sistemas de conceptos u objetos con el fin de resolver problemas, realizar predicciones mediante la simulación de sus interacciones o efectuar cálculos y raciocinios con ellos; por consiguiente, el proceso de aprender a programar es complejo, la computación es una disciplina que obliga al estudiante a desarrollar jerarquías conceptuales que son mucho más profundas que en otras áreas del saber” Dijkstra, 1989 (citado en Carrillo, 2003).

En nuestro contexto de cátedra, observamos que el bajo rendimiento de los alumnos iniciales de Programación, registrado en los últimos años, evidencia un problema multicausal, aunque principalmente manifestado en las dificultades que tienen para avanzar sistemáticamente en este proceso de adquisición de saberes y su aplicación a problemas reales de la Programación. Desde el año 2011, se aplicaron interrumpida-

mente, cuatro experiencias de Tutoría Docente con apoyo de tecnología. Los primeros resultados indican que algunos grupos han demostrado un mejor rendimiento académico y un mayor nivel de compromiso con el trabajo colaborativo, propio del desarrollo profesional de los programadores [8].

El complejo tema del aprendizaje de la Programación incluye la evaluación de esos aprendizajes. En la actualidad, complejizada por el desafío de aplicarla en un contexto de virtualidad. Al inicio de la pandemia por COVID-19, nuestra investigación bibliográfica nos presentó materiales con distinto grado de adecuación, ya sea por el contexto socio económico y/o educativo de las poblaciones estudiadas, como de las disciplinas en las que se aplicaban las evaluaciones virtuales, no siempre afines con las ciencias llamadas “duras”, específicamente la Programación. Corresponde citar el documento del CIN-RUEDA [7], adoptado por las universidades nacionales de nuestro país, como uno de los documentos que sustenta algunas directrices sumamente pertinentes para la evaluación virtual. De Cabrera y Fernández-Ferrer, (en Sangrá, 2020) [10] tomamos la propuesta de hacer un ejercicio de autoevaluación de nuestra propia práctica evaluativa. En [4] Barberá expone el concepto multidimensional de la evaluación, según el cual, “la evaluación no es solamente evaluación del aprendizaje sino que es también evaluación para el aprendizaje”. De [6] repensamos la taxonomía de Bloom para la era digital. Acordamos con Anderson y Krathwohl en que esta taxonomía actualizada no se enfoca en las herramientas y en las TIC, pues éstas son apenas los medios sino que se enfoca en el uso de todas ellas para recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear.

En esta línea, nos posicionamos como docentes frente a un proyecto de innovación educativa, considerando la evaluación como parte central, en el marco de propuestas para revisar la enseñanza en el ámbito universitario. En general, se considera la evaluación en los estudios superiores como un apéndice del proceso de enseñanza, situada desde la transmisión de conocimientos descontextualizados. El alumno solo debe demostrar en el marco de una secuencia preestablecida, los conocimientos adquiridos de manera acumulativa. Anijovich y González [3] afirman que se orienta a que el alumno advierta sus comprensiones y dificultades.

Anijovich [1], reconoce tres ejes centrales, a) comunicar a los estudiantes en qué van a ser evaluados y los criterios de evaluación, b) valorar el desempeño de cada estudiante a partir del análisis de evidencia y c) retroalimentar a los estudiantes. En [2] profundiza el segundo eje, respecto a la búsqueda de evidencias. Esto es, producciones o desempeños de los estudiantes a partir de los cuales se interpreta o identifica qué y cómo aprendieron. El propósito de este trabajo, como se adelantó, es mostrar el modo en que se aplicaron instrumentos que contribuyeron a la evaluación formativa apoyada en estos tres ejes, con énfasis en el segundo, en consideración a los datos obtenidos por el seguimiento del estudiante y sus opiniones respecto al contenido objeto de evaluación.

En esta propuesta se repensaron otras formas de evaluar, situando la misma en un proceso integrado al complejo proceso de enseñanza. Lo más interesante de ella es que el actor central de la misma es el estudiante, que debe realizar un proceso de construcción y análisis metacognitivo mas allá de los contenidos aprendidos. El compro-

miso con un proceso de una evaluación continua y con la auto-evaluación supone procesos cognitivos de mayor complejidad, más allá de los contenidos aprendidos. Demuestra aprendizajes potentes, integrados, que involucran procesos de pensamiento, abarcativos y válidos en diferentes contextos.

### 3.2 Contexto de aplicación

Se expone una breve descripción de la asignatura Elementos de Programación, indicando las adecuaciones efectuadas en el contexto de la pandemia.

La materia desarrolla la especificación algorítmica en las cuatro primeras unidades del programa, por dos razones, la primera es la conveniencia de abordar los temas subsiguientes con un enfoque algorítmico, esto es, no sólo aplicar conceptos de conversión de sistemas numéricos y Álgebra de Boole para resolver problemas, sino resolverlos algorítmicamente. Por ejemplo, diseñando un diagrama que ingrese como dato una base de cualquier sistema de numeración y un número expresado en dicho sistema y obtener como salida el correspondiente convertido en otro sistema numérico. La segunda razón se basa en la conocida dificultad que manifiestan los estudiantes iniciales, para el desarrollo de algoritmos. La alta capacidad de abstracción necesaria, así como la baja competencia para la lectoescritura de la disciplina, orientan a organizar la materia de modo que todo el cuatrimestre se trabaje con el propósito de diseñar algoritmos cada vez más adecuados.

Esta organización tradicional es viable cuando las clases se desarrollan bajo una modalidad *b-learning*, para lo cual la cátedra adopta Moodle como LMS, desde el año 2008 y las evaluaciones de acreditación se aplican presencialmente. En el presente ciclo lectivo, en el que se observa una alta matrícula y ninguna actividad es presencial, la cátedra y el proyecto de investigación, en el que se apoyan las decisiones metodológicas, deciden aplicar un sistema de seguimiento previo a la evaluación de acreditación de contenidos, con el fin de tener mayores elementos de juicio a la hora de diseñar la evaluación virtual acreditadora.

La matrícula 2021 integra 987 alumnos entre ingresantes y re cursantes. Están distribuidos en grupos. Todo alumno pertenece a dos grupos, uno correspondiente al docente con quien desarrolla la práctica y otro correspondiente al último dígito de su documento. Hay 5 grupos por terminación de DNI, 0\_1 a 8\_9. Cada uno de ellos está moderado por un docente que propone el ejercicio obligatorio semanal, evalúa, registra y ofrece una devolución de cierre de cada actividad. Estos grupos son excluyentes en el sentido que las actividades semanales están configuradas por “Grupos Separados” en Moodle.

### 3.3 Sistema de seguimiento

La cátedra de Elementos de Programación y el Proyecto de Investigación actual, así como otros anteriores, trabajan colaborativamente para que las decisiones pedagógi-

cas que se adopten estén fundamentadas en el mayor conocimiento posible del alumnado. Los sistemas de seguimiento han variado en el tiempo, pero siempre manteniendo el relevo de datos cuantitativos y cualitativos vinculados con el proceso de aprendizaje de los estudiantes. En esta oportunidad, en el contexto de la virtualidad, el sistema de seguimiento se basa en los siguientes principios:

1. Los estudiantes iniciales tienen una gran dificultad en adherir a la agenda universitaria. Para contribuir en este sentido, todas las semanas deben presentar una actividad obligatoria e individual, como condición exigida para acceder al examen parcial. Esta actividad es similar en cada grupo de los 5 grupos organizados por número de documento. Las soluciones algorítmicas presentadas se debaten en un foro específico del grupo.
2. El registro pormenorizado de los elementos involucrados en una solución algorítmica. El seguimiento profundiza sobre los conceptos de mayor interés en cada actividad semanal. Los responsables de cada grupo no solo llevan registro de la presentación y aprobación o reprobación de una cierta actividad, sino que aplican un código de evaluación destinado a identificar fortalezas y debilidades de cada solución aportada por el estudiante. Por ejemplo, aspectos como la interpretación del problema, la identificación de los componentes algorítmicos necesarios para su solución, la gestión de la entrada de datos y la salida de resultados, son códigos diferentes que permiten identificar la evolución del estudiante a lo largo de un proceso de complejidad incremental. El docente responsable de cada grupo modera el foro y registra la presentación de cada estudiante. Los códigos de evaluación derivados de cada solución, son registrados para una muestra de estudiantes, tomada al azar, de entre los miembros del grupo. Esta muestra es del 30% de los integrantes del grupo. En cada ejercicio semanal la muestra puede variar con respecto a la muestra de otra semana.
3. La comunicación grupal y personal a través de diferentes canales sincrónicos y asincrónicos. Los estudiantes adoptan el grupo de *Telegram* formado por la cátedra para hacer numerosas consultas con los docentes y entre pares. La comunicación muestra picos de actividad en los momentos de presentación de las tareas obligatorias. El sistema de seguimiento, basado en la participación más que en la acreditación de resultados, no sólo estimula esta participación colaborativa, sino que la considera insumo para detectar los diferentes perfiles de alumnos, el que pregunta, el que responde, el que orienta, todos alrededor de problemas que sirven de tracción para incorporar los diferentes conceptos de interés. Naturalmente estos debates también son estimulados desde el aula virtual a través de foros para ese fin, sin embargo, es notoria la diferencia de participación a favor de la aplicación de mensajería instantánea.
4. El compromiso del alumno con la auto-evaluación. Se trabaja en profundidad la motivación por el crecimiento académico y personal. La evaluación virtual nos expone, como docentes, a la situación de sospecha sobre si la producción de un determinado estudiante le es propia o surge –en el mejor de los casos– de una construcción grupal. La autoevaluación previa o “simulacro” de parcial se aplica también como un ejercicio de valoración de las actitudes que se conside-

ran apropiadas en el contexto de la formación en el nivel superior de enseñanza.

5. La opinión del alumno respecto al grado de dificultad de diferentes preguntas, problemas, consignas. Desde la investigación entendemos que, el espacio de reflexión que se habilita cuando un estudiante tiene la oportunidad de expresar sus opiniones, es el único escenario posible en el que se construye colectivamente el sentido y finalidad de la evaluación.

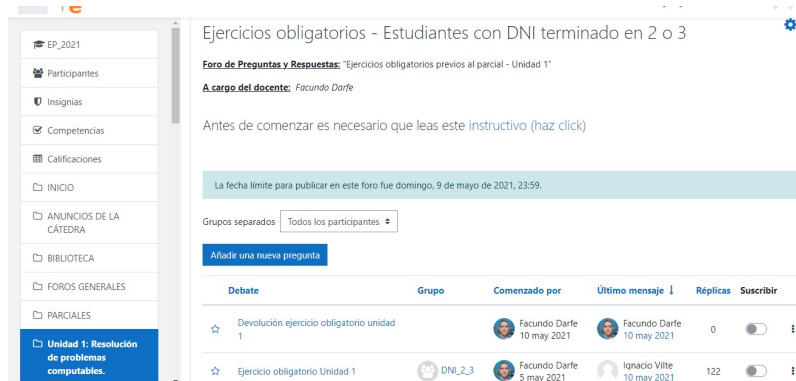
### 3.4 Instrumentos aplicados

El sistema de seguimiento integra:

**Instrumento 1. La actividad obligatoria semanal.** Los problemas se habilitan los días viernes y el cierre de la actividad opera a las 23.30 horas del domingo. La devolución se ofrece entre el lunes y miércoles inmediato posterior, permitiendo así cumplir con el ritmo de avance de las clases teóricas y prácticas.

El foro de la primera actividad contiene un Instructivo para presentar los ejercicios, que incluye una imagen en la que se señalan los botones necesarios para cumplir con la tarea. Por tratarse de un foro PyR se aclara que el alumno no podrá ver los posteos de sus compañeros hasta que publique su propia respuesta y hasta que hayan pasado 30 minutos, que es el tiempo disponible para editar su publicación.

En un hilo del foro se plantea el problema y se reciben las contribuciones de los estudiantes. En otro hilo se hace la devolución de cierre que incluye el análisis de diferentes propuestas de solución, la exposición de los errores frecuentes, las posibles optimizaciones. En la figura 1 se presenta una vista del foro de la Unidad 1.



**Fig. 1.** Foro de Unidad 1. Grupo DNI\_2\_3.

Como puede observarse, la actividad cuenta con 122 réplicas. Corresponde recordar que esta actividad está organizada por grupos, sin embargo, la restricción de participación en el grupo de pertenencia se libera al momento de hacer la devolución, mo-

dificando la vista a “Todos los participantes”. Esta decisión de configuración permite que todos los alumnos cuenten con acceso a todos los ejercicios resueltos y no solamente a los de su grupo.

En algunas ocasiones, la actividad obligatoria semanal se implementa sobre otro tipo de recurso de Moodle, aunque la devolución se sigue haciendo en el foro.

The screenshot shows a Moodle assignment page for 'Elementos de Programación 2021'. The breadcrumb trail is: Página Principal / Mis cursos / Dpto. Informática / EP\_2021 / Unidad 3: Algoritmos fundamentales. / Tarea obligatoria - DNI terminado en 2 o 3. The assignment title is 'Tarea obligatoria - DNI terminado en 2 o 3'. The instructions are: 'Realizar el diagrama que resuelve el siguiente problema: Dado un número natural  $K$  perteneciente al intervalo  $[2, 9]$  y un vector de  $V$  de  $N$  números naturales, eliminar de  $V$  aquellos elementos que son múltiplos de  $K$ . Mostrar el vector resultante. Subir también un caso de prueba y prueba de escritorio.' There is a dropdown menu for 'Grupos separados' set to 'Todos los participantes'. Below this is a 'Sumario de calificaciones' table with two rows: 'No mostrado a los estudiantes' with value 'No', and 'Participantes' with value '184'.

Sumario de calificaciones	
No mostrado a los estudiantes	No
Participantes	184

**Fig. 2.** Tarea de integración.

En la figura 2 se observa una Tarea, debido a que es una herramienta más adecuada para el desarrollo de un trabajo en el que se solicita integrar el algoritmo, un Caso de Prueba diseñado por el alumno y la Prueba de Escritorio que ejercita dicho Caso de Prueba.

**Instrumento 2. La auto-evaluación.** Con una anticipación de dos semanas con respecto al parcial se aplica un “Simulacro de parcial”. Los contenidos que integra alcanzan a las unidades 1 y 2, es decir, hasta algoritmos con variables simples. Esta auto-evaluación es voluntaria, no requiere ninguna condición previa para acceder a ella y no genera ningún impacto sobre la condición de regularidad del estudiante.

Se configura un Cuestionario de Moodle con 3 problemas aleatorios de un banco de 7 problemas. La nota máxima es 3 y la de aprobación es mínimo 2. Se asignan 45 minutos para su desarrollo y se habilita un único intento. La retroalimentación se configura diferida para minimizar la circulación de problemas resueltos entre los alumnos.

**Instrumento 3. La encuesta personal vinculada con el Simulacro de parcial:** por cada uno de los 3 incisos del parcial, se solicita que el alumno exprese una valoración de la dificultad que le asigna al inciso, en la escala, Muy fácil; Fácil; Difícil; Muy difícil. Esta actividad se desarrolla el primer día hábil posterior al Simulacro.



## 4 Resultados

Se examinan estadísticamente varios tipos de datos, resultados de actividades de seguimiento, calificaciones obtenidas en el Simulacro de parcial y las opiniones personales relevadas a través de la encuesta, en la que valoran la dificultad de los problemas propuestos.

### 4.1 Población y Muestra

Al momento de aplicar el Simulacro, de los 987 alumnos matriculados, el 10% corresponde a estudiantes que nunca ingresaron al aula virtual, lo cual constituye un valor histórico en las asignaturas de primer año de las carreras Informáticas. Aproximadamente 30% registran una actividad intermitente o con tendencia a la baja y el 59% de los estudiantes registran un grado alto de la actividad prevista.

En relación a estos números, se establece:

- Población: 272, que es la cantidad de estudiantes que rindieron el Simulacro. A los efectos de considerar el número de alumnos que contestaron la encuesta de opinión y rindieron el Simulacro, la cifra asciende a 271 personas. La diferencia con 272 es estadísticamente insignificante, por lo tanto, en el análisis de la encuesta se considera una población de 271 casos.
- Muestra: 52, que es la cantidad de estudiantes que habiendo rendido el Simulacro, pertenecen al Grupo DNI\_2\_3. La toma de una muestra se fundamenta en la necesidad de cruzar los datos de seguimiento del grupo, con resultados del Simulacro.

### 4.2 Resultados de la Población. Calificaciones y tiempo requerido

En las siguientes tablas y gráficos se presentan los resultados del Simulacro.

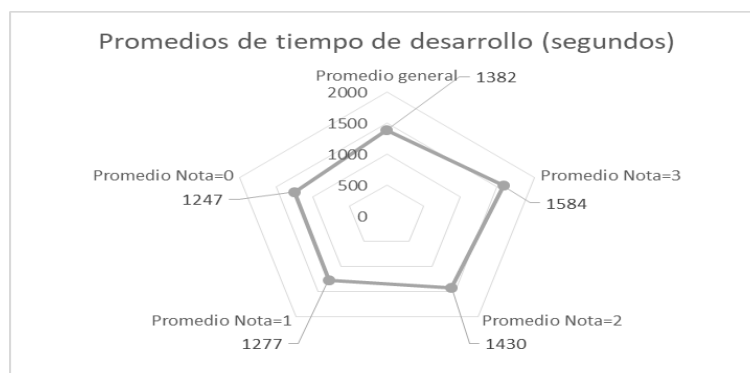
**Tabla 1.** Notas del Simulacro.

Nota	Condición	Cant. estudiantes	Porcentaje
3	Aprobado	51	19%
2	Aprobado	92	34%
1	Reprobado	93	34%
0	Reprobado	36	13%
Total		272	100%

La cantidad de aprobados alcanza al 53%.

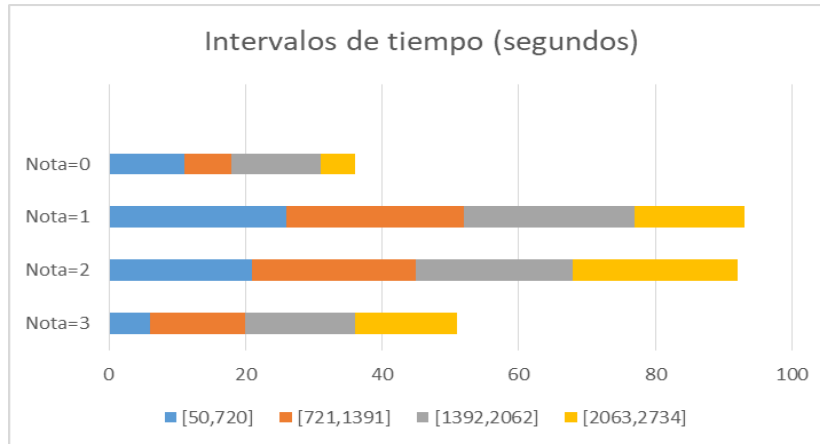
Un aspecto central a la hora de diseñar una evaluación, es el tiempo asignado. En la virtualidad, hay aspectos técnicos y pedagógicos que desaconsejan superar las dos horas de conexión. Se tomaron directrices de los documentos [7], [10], así como de la propia Secretaría Académica de la UNSa y específicamente de la Facultad de Ciencias Exactas, que incluso plasma en una resolución de su Consejo Directivo, algunos parámetros de referencia para la evaluación virtual.

Efectivamente, se prevé aplicar el parcial en un período de tiempo máximo de 2 horas, pero nos cuestionamos ¿cuánto tiempo? Con el fin de orientarnos sobre este punto, analizamos la variable “Tiempo requerido” del reporte que genera el Cuestionario de Moodle.



**Fig. 3.** Promedio de tiempos de desarrollo del Simulacro.

El promedio general de 1382 segundos es aproximadamente 23 minutos. Como puede observarse, los alumnos aprobados desarrollan el Simulacro en un tiempo superior al promedio. Observamos también que hay datos excesivamente bajos, correspondiente a alumnos que respondieron en menos de un minuto, presumiblemente “para cumplir”. Estos valores atípicos pueden ser indicativos de datos que pertenecen a una población diferente del resto. Por lo tanto, para tomar decisiones, desagregamos según se muestra a continuación, en 4 segmentos de tiempo de igual longitud.

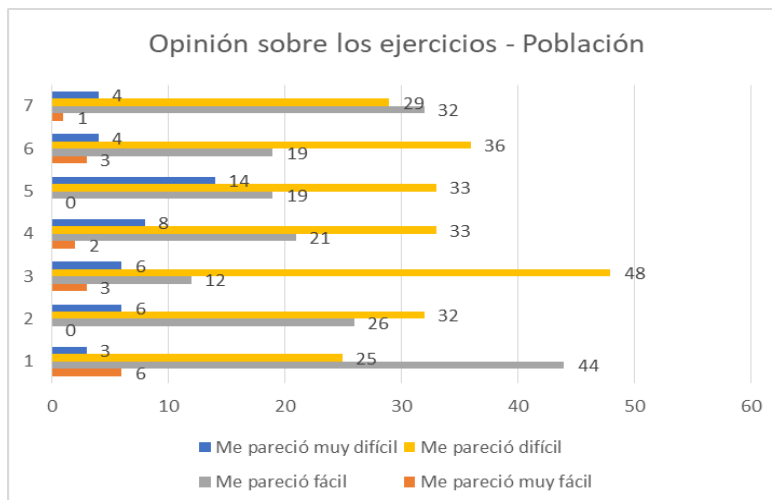


**Fig. 4.** Intervalos de tiempo de desarrollo vs. Calificación obtenida.

Es claro que las barras más extensas corresponden a las notas medias de 1 y 2 puntos. Especial interés tienen las notas de aprobación. En la Nota=2 no se visualiza una diferencia estadísticamente significativa entre los cuatro segmentos. Los aprobados con Nota=3 muestran la menor cantidad de casos en el primer segmento, lo cual sostendría la hipótesis que los alumnos con mayor desarrollo de las competencias algorítmicas, efectivamente necesitan el tiempo que demanda efectuar las fases de análisis que les enseñamos como metodología de resolución de problemas.

#### 4.3 Resultados de la Población. Opiniones de la encuesta sobre dificultad

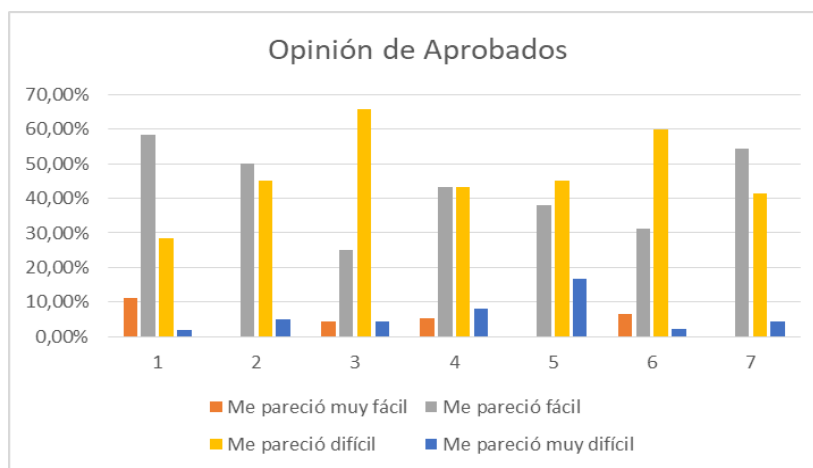
La encuesta de opinión considera los 7 problemas del banco de preguntas sobre el cual el Simulacro toma 3 al azar. En una primera aproximación, se estudian las respuestas de toda la población.



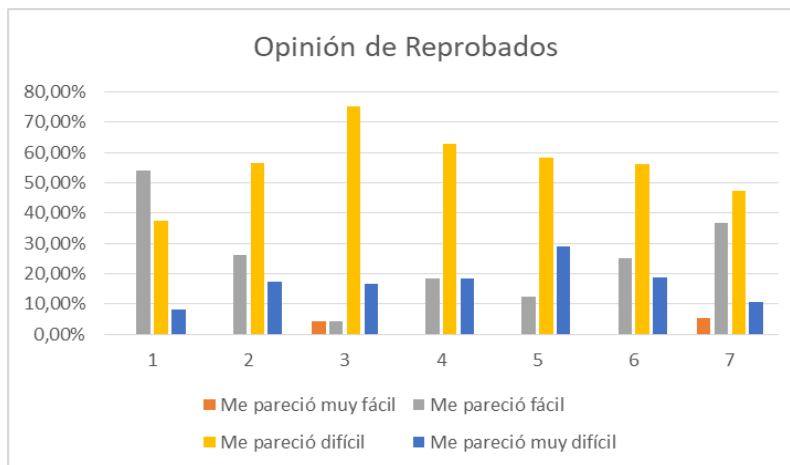
**Fig. 5.** Opinión sobre la dificultad de los ejercicios.

El ejercicio 1 es el que computa más opiniones “fácil” o “muy fácil”. Es un resultado consistente, ya que se trata de una pregunta teórica vinculada con la configuración de un ciclo incondicionado y los valores que puede tomar la variable que controla el ciclo. El ejercicio 5 es el que globalmente resulta de mayor dificultad (14 opiniones) y el ejercicio 3 reúne la mayor cantidad de valoraciones “difícil” o “muy difícil”, ascendiendo a 54 casos. Ambos problemas requieren la comprensión de un diagrama desarrollado para solucionar un problema que el alumno debe identificar.

En este tipo de análisis creemos conveniente separar la población en aprobados y reprobados, como se muestra en las figuras 6 y 7.



**Fig. 6.** Opinión sobre la dificultad de los ejercicios. Alumnos aprobados.



**Fig. 7.** Opinión sobre la dificultad de los ejercicios. Alumnos reprobados.

Interesa ilustrar los problemas planteados en los ejercicios valorados como de mayor complejidad.

Ejercicio 3: se presenta un algoritmo y se pide señalar la formulación del problema que resuelve. Las alternativas son: a) Dada una cantidad no conocida de números enteros, todos distintos de cero, mostrar la cantidad de números menores que cero; b) Dada una cantidad no conocida de números enteros, todos distintos de cero, mostrar la cantidad de números que poseen la menor cantidad de dígitos; c) Dada una cantidad no conocida de números enteros, todos distintos de cero, mostrar la cantidad de dígitos que tiene el menor; d) Dada una cantidad no conocida de números enteros, todos distintos de cero, mostrar la cantidad de veces que se repite el número con menor cantidad de dígitos y e) Ninguna de las opciones es correcta.

La similitud de las formulaciones requiere de un profundo análisis de la lógica algorítmica. Esta es una competencia esencial en la formación de todo programador. No sólo desarrollar algoritmos, sino también interpretar algoritmos que es una tarea básica del Mantenimiento de Software.

Ejercicio 5: se presenta un algoritmo y se pide señalar el o los Casos de Prueba correctos. La solución incluía dos Casos de Prueba correctos, cada uno ejercitando un camino lógico diferente desde la entrada hasta la salida del proceso.

#### 4.4 Resultados de la Muestra

En las siguientes tablas se presentan los datos cruzados del Simulacro con los datos de estudiantes registrados en el sistema de seguimiento, para la muestra definida.

**Tabla 2.** Ejercicios obligatorios presentados vs. Simulacro rendido.

Presentación	Cant. estudiantes	Rindieron Simulacro	Porcentaje
Completa (100%)	41	52	79%
Parcial ( $\geq 60\%$ )	47	52	90%

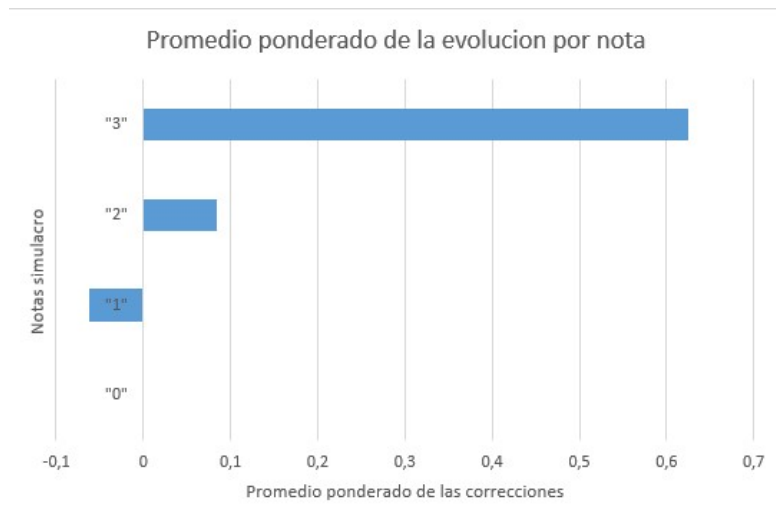
En el Grupo DNI\_2\_3 aprobaron el Simulacro el 44% de los estudiantes (23 de los 52 estudiantes que rindieron). En la Tabla 3 se desagregan estos 23 alumnos respecto al grado de cumplimiento de las actividades semanales.

**Tabla 3.** Ejercicios obligatorios presentados vs. Aprobados en el Simulacro.

Presentación	Cant. estudiantes	Aprobaron Simulacro	Porcentaje
Completa (100%)	41	23	56%
Parcial ( $\geq 60\%$ )	47	22	47%

Respecto a los códigos valorativos derivados de cada solución algorítmica, se sometieron a una suma ponderada, cuyo resultado está en el intervalo  $[-1$  y  $1]$ . Diferentes problemas pueden poseer diferentes códigos valorativos, ya que los mismos están estrechamente asociados a las competencias requeridas para solucionar el problema. En algunos casos, lo más importante es la interpretación de la formulación del problema. En otros, el acento está en la actividad diseñar y probar Casos de Prueba que ejerciten diferentes caminos lógicos del diagrama. Por tanto, a modo de ejemplo, se presentan los pesos de ponderación de una de las actividades: Elaboración del diagrama: 50%; Elaboración del Caso de Prueba: 25%; Elaboración de la Prueba de Escritorio: 25%

En la figura 8 se observa la correlación entre el promedio ponderado y la nota de cada alumno en el Simulacro.



**Fig. 8.** Promedio ponderado de códigos de seguimiento vs. Calificación del Simulacro.

## 5 Conclusiones y trabajo futuro

El diseño de la evaluación de acreditación del contenido Algoritmos se basa en el marco teórico en el que se fundamenta este trabajo y en las directrices que podemos derivar de la interpretación de los resultados hasta aquí mostrados. A futuro se planea aplicar pruebas estadísticas tales como comparación de muestras y pruebas de hipótesis para rechazar o sostener la correlación entre el sistema de seguimiento y las calificaciones obtenidas. Del resultado de estas pruebas sería posible segmentar a los estudiantes en grupos, según la correlación de fuerzas. En estadística, la correlación indica la fuerza y la dirección de una relación lineal y proporcionalidad entre dos variables estadísticas. Así, indicadores de competencias en un sistema de seguimiento y rendimiento en simulacros de evaluación, brindarían datos para identificar segmentos a los que se aplicaría una tutoría diferenciada y personalizada, cumpliendo con unos de los objetivos centrales de nuestra investigación. Consecuentemente, los resultados obtenidos a partir de esta estrategia, serían el insumo para que el motor de inteligencia artificial oriente sobre los recorridos académicos más adecuados a cada segmento. Estas dos actividades aplicadas de manera iterativa e incremental permitirían mejorar el motor en el tiempo.

Las directrices se basan en el reconocimiento de que la mayor dificultad de los estudiantes radica en la comprensión de un problema, en la elaboración de un algoritmo y su correspondiente Prueba de Escritorio. Para evitar que estas dificultades queden encadenadas a un mismo problema, la evaluación virtual que se prevé aplicar cuenta

con un primer ejercicio resuelto parcialmente, para que el estudiante señale los componentes algorítmicos faltantes; un segundo ejercicio, basado en una problema diferente al primero, para identificar el Caso de Prueba adecuado y un tercer problema, diferente a los dos primeros, para el cual debe presentar solución algorítmica y un Caso de Prueba que ejercite un determinado camino lógico.

Como docentes e investigadores, asumimos el reto de concientizar a colegas docentes y estudiantes, la diferencia entre evaluar para calificar y evaluar para aprender, entender las interrelaciones entre ellas y orientar la práctica hacia una nueva cultura evaluativa la de la evaluación formativa.

## Referencias

1. Anijovich, R. Evaluación formativa. En <https://youtu.be/9Do40wiQ56c> (2020).
2. Anijovich, R. Análisis de evidencias de evaluación y retroalimentación. En <https://youtu.be/x-zQV3vIqBE> (2020).
3. Anijovich, R, y González, C. Evaluar para aprender. Conceptos e instrumentos. Buenos Aires, Aique. (2011).
4. Barberà, E. Aportaciones de la tecnología a la e-Evaluación. RED. Revista de Educación a Distancia, número. En <http://www.um.es/ead/red/M6> (2006).
5. Carrillo, M.; Valencia, H. (2003). Las Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación en los procesos de enseñanza y aprendizaje: representación del conocimiento y educación virtual. TED: Tecné, Episteme y Didaxis. 10.17227/ted.num13-5583.
6. Churches, A. Taxonomía de Bloom para la Era Digital (2019). Publicación en EDUTEKA. Última modificación de este documento: febrero 11 de 2020. <http://www.eduteka.org/articulos/TaxonomiaBloomDigital>
7. CIN-RUEDA. Sugerencias para los exámenes finales y parciales a distancia en las universidades nacionales en el contexto del COVID-19. (2020).
8. Mac Gaul, M., Fernández, E., López, M. (2020). Tutoría Inteligente en el campo de la Programación: estableciendo bases para las Analíticas de Aprendizaje. *Electronic Journal of SADIO (EJS)*, 19(2), 119-135. Recuperado a partir de <https://publicaciones.sadio.org.ar/index.php/EJS/article/view/171>
9. Rosales, M. Proceso evaluativo: evaluación sumativa, evaluación formativa y Assessment su impacto en la educación actual. En Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación (Vol. 4). (2014).
10. Sangrà A. Decálogo para la mejora de la docencia online. Propuestas para educar en contextos presenciales discontinuos. Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya, <http://www.editorialuoc.com> (2020). 63-79.