

Indagación de los procesos cognitivos de los estudiantes sobre contenidos básicos de la Algoritmia

Marcia Mac Gaul, Marcela F. López, Eduardo F. Fernández, Claudio Vargas, Paola del Olmo

Facultad de Ciencias Exactas – Universidad Nacional de Salta.

mmacgaul@cidia.unsa.edu.ar, marcelaflopez@gmail.com, effer@cidia.unsa.edu.ar,

claudioavargas@gmail.com, pdelolmo@unsa.edu.ar

Resumen

Este trabajo corresponde a una indagación realizada en el Proyecto de Investigación N° 2154, del Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta. Uno de sus objetivos específicos es estudiar obstáculos y problemáticas en las construcciones conceptuales del dominio específico del diseño algorítmico. Se relata la investigación de los procesos cognitivos de los estudiantes, al abordar los contenidos básicos de la Algoritmia, sus competencias para la lectura comprensiva de problemas computacionales y sus soluciones algorítmicas, en particular, aquellas asociadas a la fase de análisis del problema.

Se integran dos estudios, uno por observación comparativo y otro en profundidad, aplicando entrevistas para registrar aspectos relativos a las decisiones que toman los estudiantes en el proceso de análisis y diseño de algoritmos. Ambos estudios se orientan a probar las hipótesis de la investigación, respecto al modo en que siguen la metodología enseñada, las posibles rupturas y dificultades en las fases de análisis, desarrollo y prueba de algoritmos.

A partir del análisis estadístico de los resultados cuantitativos y su interpretación en contexto con la información cualitativa, se arriba a conclusiones que derivan en aportes significativos para la revisión de las representaciones docentes, respecto del modo en el que aprenden sus estudiantes.

Palabras clave: Algoritmos, Procesos cognitivos, Problemas computacionales, Metodología para el diseño algorítmico.

Introducción

El presente trabajo corresponde a una indagación realizada en el marco del Proyecto de Investigación CIUNSa. N° 2154 denominado “Estrategias didácticas apoyadas por tecnología, tendientes a reducir índices de deserción en el primer año de carreras informáticas”. Este Proyecto está acreditado en el Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta (UNSa.), para su ejecución entre los años 2014 y 2017.

El estudiante universitario inicial pertenece a una cultura juvenil en la que prevalece el uso de medios tecnológicos y comunicacionales modernos. Desde el Proyecto se busca poner estas tecnologías al servicio de estrategias didácticas, que favorezcan el desarrollo de desempeños necesarios para fortalecer el proceso de ingreso y mejorar los índices de permanencia en el primer año universitario.

Un tratamiento integral de esta problemática requiere revisión de las prácticas educativas investigadas y los posicionamientos teóricos subyacentes a dichas prácticas. El estudio de los procesos cognitivos de los estudiantes de Programación, aportan al campo de la Didáctica de la Computación, como disciplina específica de la Didáctica General.

Como resultado de proyectos de investigación anteriores, se reconoce en el estudiante la gran dificultad que evidencia para trabajar en equipo, la resistencia a probar sus propias producciones, la negación a probar código ajeno, fundamentada en el temor al juicio de los pares o a realizar observaciones incorrectas. Se reconoce también que las actuales prácticas docentes están centradas en la reproducción memorística de conceptos y técnicas de la Programación, en un contexto artificial y academicista en el que el estudiante no encuentra satisfacción con la actividad de

programar. La investigación se plantea, ¿podría reemplazarse por un trabajo entre pares y expertos conformando una red apoyada por TIC, en un contexto de producción de software más cercano al del ámbito profesional?, ¿podría revertirse el prejuicio que la Programación es una actividad individualista y solitaria? *“La programación de computadoras debe ser vista principalmente como una actividad de resolución de problemas que exige, por un lado, una forma metódica o sistemática de resolver problemas y por otro el diseño de un algoritmo”* [1]. La abstracción es esencial en la resolución de problemas a través del diseño algorítmico. G Simari [2], expresa: “Nuestros graduados deben tener la capacidad de pensar en diferentes niveles de abstracción y esta habilidad es difícil de adquirir requiriendo tiempo y ejercitación” y agrega, *“La profundidad y complejidad en el cambio de perspectiva hacen necesario abordar la enseñanza de estas capacidades de manera temprana para dar el tiempo suficiente para la comprensión y maduración cognitiva imprescindible”*. Atendiendo a esta caracterización de la Programación, el Proyecto propone investigar procesos cognitivos, que expliquen el modo en el que los estudiantes alcanzan el nivel de abstracción requerido y lo utilizan con el fin de desarrollar algoritmos y programas. A partir de allí, diseñar y aplicar configuraciones didácticas, en el marco de teorías de aprendizaje social. Desde este Proyecto se plantea también la contribución de las TIC en el sostenimiento de estrategias de intervención, ya que brindan la posibilidad de hacer un seguimiento sistemático de los procesos de aprendizaje e intervenciones oportunas, una mayor autonomía del estudiante, una mayor integración y cohesión de grupos de programación durante la elaboración y socialización de las producciones.

Objetivos

El objetivo general del Proyecto de Investigación es comprender el significado de la deserción, el abandono y la prolongada

permanencia, presentes desde el primer año de carreras informáticas de la Facultad de Ciencias Exactas, UNSa. Abarca el análisis de los procesos cognitivos del estudiante inicial, las configuraciones didácticas de las cátedras iniciales de Programación y los contenidos propios de la disciplina, fundamentados en la abstracción y la lógica matemática. Este análisis se enmarca en la dimensión institucional, que integra entre otros, dispositivos de acceso, permanencia y retención del alumno ingresante. Uno de los objetivos específicos es estudiar obstáculos y problemáticas en las construcciones conceptuales de dominio específico.

El objetivo de este trabajo es relatar la indagación de los procesos cognitivos de los estudiantes, al abordar los contenidos básicos de la Algoritmia. Interesa investigar sus competencias para la lectura comprensiva de problemas computacionales y sus soluciones algorítmicas, en particular, aquellas asociadas a la fase de análisis del problema.

Contexto de la investigación

El estudio se desarrolla en la cátedra Elementos de Programación, de las carreras Licenciatura en Análisis de Sistemas y Tecnicatura Universitaria en Programación, de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNSa. La asignatura corresponde al primer cuatrimestre de primer año en ambas carreras. La cohorte 2015 posee 342 alumnos inscriptos. El alumnado se constituye por una mayoría de ingresantes (76%) y algunos estudiantes que repiten el cursado.

Para comprender la relevancia del problema en esta investigación, es necesario hacer una breve descripción de los contenidos de Elementos de Programación. El 60% de su carga horaria se destina a la resolución de problemas computacionales a través del diseño algorítmico.

La unidad 1 inicia con cuatro fases de análisis del problema:

FASE I: Comprensión del problema

I.1 Reconocimiento de todos los términos presentes en la formulación.

I.2 Identificación de Entrada/s, Salida/s y Condición/es sobre la E/S

I.3 Diseño de Caso/s de Prueba: un caso de prueba está constituido por una colección de datos de entrada y las condiciones o restricciones que sobre ellos operan, necesarios para obtener la salida del diagrama que modela la solución del problema.

FASE II: Selección de Componentes. Esta fase se corresponde con la de concebir un plan. Para el diseño de esta estrategia es necesario conocer todos los aspectos vinculados al problema, en especial, aquellos recursos que pueden combinarse y contribuir a la solución del mismo. Estos recursos se denominan Componentes.

Definición de Componente: proceso elemental realizado por un autómata. Su característica principal es la de poseer una única funcionalidad, claramente definida.

FASE III: Diseño del algoritmo. Se define, caracteriza y ejemplifica el concepto de Algoritmo. Se enfatiza una de las principales características de los algoritmos, esto es, la condición de mostrar el resultado obtenido. Se presentan las herramientas para la especificación algorítmica: Diagramas de Bloque y Pseudocódigo.

FASE IV: Prueba de escritorio. La fase de prueba se desarrolla usando el enfoque de caja blanca.

El producto que se obtiene finalizada la fase IV es un algoritmo probado cuya funcionalidad responde a la formulación del problema. Se aclara que este producto no es ejecutable por una computadora hasta tanto no se traduzca a un lenguaje comprensible por ella, de manera que la programación, verificación y aplicación se posponen a la asignatura correlativa, Programación, en la cual se implementan los algoritmos elaborados en el lenguaje C.

La unidad 2 se concentra en las estructuras privilegiadas de la Programación Estructurada.

Se presentan Componentes para E/S, Asignación, Alternativa, Ciclo Incondicionado y Condicionado. Gradualmente se ilustra la funcionalidad de los Componentes con problemas clásicos cuya solución algorítmica requiere sólo variables simples, tales como el conteo, la acumulación, la determinación de menores o mayores dentro de una colección, la composición y descomposición de números, etc. Se presenta el concepto de Bandera de Control, cuya función es tomar un valor inicial bajo cierta condición y modificar ese valor, inmediatamente tal condición deja de observarse.

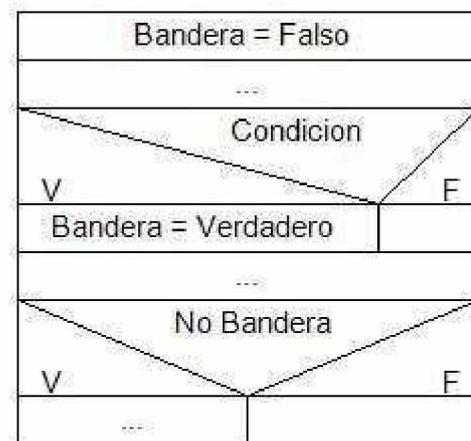


Figura 1. Bandera de Control

Se enfatiza una de sus utilidades: gestionar la “salida por el fracaso” de un algoritmo, esto es, diseñar un mensaje previsto para la contingencia en que, la entrada de datos no hace posible que el algoritmo brinde un resultado acorde a la formulación del problema. Por ejemplo, cuando el problema consiste en mostrar el mayor número par de una colección de N números naturales y el caso de prueba está constituido por N números impares.

La cátedra adopta la modalidad Extended-Learning. Se presentan numerosas actividades en el aula virtual, destinadas principalmente al seguimiento de los estudiantes.

Las clases teóricas son expositivas. Algunas de ellas se apoyan sobre la proyección de recursos didácticos en soporte digital, tales como diapositivas, software de la cátedra

(*Diagramar*) o sitios Web. Se dispone de apuntes teóricos en formato impreso.

En las clases prácticas, se hace una referencia breve a los contenidos teóricos, se debaten las aplicaciones bajo una modalidad de taller y se orienta hacia las conclusiones.

Estudiantes y docentes ejecutan el intérprete gráfico de diagramas denominado *Diagramar*, para ejercitar la Prueba de Escritorio automática que provee, sobre algoritmos que se construyen a partir de una galería de Componentes (El Componente de la figura 1 está desarrollado en *Diagramar*).

Metodología

La metodología discute básicamente los fundamentos epistemológicos de la construcción del conocimiento, los fundamentos teóricos y la vinculación con lo empírico. La metodología se apoya sobre paradigmas, es por ello que desde este Proyecto, dada la complejidad del objeto de estudio al analizar la interacción entre los actores, pone el énfasis en la construcción de significados desde la experiencia personal de los estudiantes

Se sostiene esta investigación en el marco de dos líneas metodológicas, Cuantitativa-Cualitativa.

Se reconocen dos momentos:

- a) Un estudio por observación comparativo. La naturaleza de la inferencia científica es la diferencia principal entre un estudio por observación y un experimento diseñado. En éste último suele ser posible asignar las relaciones causales entre las respuestas y los tratamientos; mientras que los estudios por observación se limitan a asociar las relaciones entre las respuestas y las condiciones del tratamiento.

En este prime paso de la investigación, se aplica como instrumento una evaluación escrita sobre Algoritmos, cuyos resultados permiten distinguir cuatro colectivos de estudiantes, según haya sido su desempeño en un par de ejercicios de la evaluación.

- b) Un estudio en profundidad aplicado a una muestra de estudiantes reprobados en la prueba. En esta segunda instancia se efectúan entrevistas semi-estructuradas, con la presencia de la especialista en Psicología Educacional del Proyecto. Los estudiantes narran desde sus experiencias, sentido y significado, de sus biografías escolares. El género narrativo es considerado como un instrumento de producción. Con el relato nos acercamos al sentido particular que le otorga a los procesos desarrollados en sus trayectorias académicas. Por su carácter interpretativo, ofrece la posibilidad de poner la mirada en aspectos de la subjetividad de quién la concreta (Ricoeur, 2003).

El proceso de investigación cualitativa supone la inmersión en la vida cotidiana de la situación seleccionada para el estudio –la valoración y el intento por descubrir la perspectiva de los participantes– y la consideración de la investigación como un proceso de interacción entre el investigador y los participantes, privilegiando las palabras de los participantes. (Vasilachis de Gialdino, 2006). La opción metodológica realizada se justifica en el marco de la configuración del objeto a investigar que se sostiene una problemática multicausal como es la deserción y el abandono repensado desde la inclusión educativa educativa.

En el estudio a) la población está constituida por 237 sujetos, que corresponden a los alumnos asistentes al primer examen parcial de la materia, aplicado luego de un mes de iniciado el cursado. Esta cantidad es el 69% de los estudiantes que inician las clases. El estudio b) se realiza con 70 estudiantes reprobados en la evaluación escrita sobre Algoritmos. En esta oportunidad se presenta una actividad individual, como disparadora de la entrevista grupal que se

realiza a su finalización. En la entrevista, los estudiantes dan cuenta de sus decisiones y del proceso de análisis y diseño del algoritmo desarrollado.

Hipótesis de la investigación

La hipótesis de investigación establece un conjunto de circunstancias y sus consecuencias. Los tratamientos son una creación de las circunstancias para el experimento.

Nuestras hipótesis son:

- Los estudiantes no aplican la metodología presentada para el desarrollo de los algoritmos, o lo hace sin seguir la secuencia de Fases, derivando en un incompleto o inadecuado Análisis.
- La necesidad de gestionar la “salida por el fracaso” de un algoritmo no se advierte en la Fase I de Análisis del problema, a menos que esté explícito en la formulación del mismo.
- Un Caso de Prueba diseñado puede operar como obstáculo para la elaboración de otros Casos de Prueba que ejerciten una lógica diferente en el algoritmo.
- La necesidad de gestionar la “salida por el fracaso” de un algoritmo no se advierte en la Fase II de Análisis del problema, debido a que el estudiante inicial se concentra en los Componentes que intervienen en el proceso central del algoritmo y no en los que modelan la Entrada y la Salida.

La oportunidad de aplicar el primer parcial se entiende como un tratamiento generado por la hipótesis, que se corresponde con las condiciones presentes de la cátedra. De esta forma, los sujetos no son seleccionados para el estudio, sino que se observa su comportamiento en el contexto normal de su desarrollo como estudiante.

El instrumento escrito consta de tres problemas que deben ser resueltos en dos horas. A los fines del estudio interesan los problemas 1 y 3.

El ejercicio 1 presenta cinco alternativas de respuesta para la consigna de señalar la alternativa de solución para los Datos de

Entrada, Datos de Salida y Casos de Prueba del siguiente problema.

Formulación del problema: Dados N números naturales X y dos dígitos D y C , mostrar todos los X que posean el dígito D exactamente C veces.

Se presentan cuatro alternativas con mínimas variaciones, ninguna de la cuales prevé la “salida por el fracaso”, es decir, la respuesta del algoritmo a la circunstancia en que ninguno de los N números naturales X posean el dígito D exactamente C veces. Por tanto, resulta correcta la quinta alternativa “Ninguna de las anteriores”.

El ejercicio 3 presenta un diagrama de bloques bien desarrollado, a partir del cual se deben efectuar tres tareas, 3.1) Prueba de Escritorio para una Entrada dada, 3.2) Selección de una de cinco alternativas, conteniendo la formulación del problema que resuelve el diagrama y 3.3) Selección de una de cinco alternativas, conteniendo la Entrada que ejercita la Salida: "Ningún dato cumple".

Resultados del primer estudio

El parcial resulta aprobado por el 41% de los estudiantes.

Respecto al estudio a) interesa establecer comparaciones entre las medias de dos tratamientos: uno de ellos corresponde al ejercicio 1 en el que no es explícita la “salida por el fracaso” y la otra corresponde al ejercicio 3.3 en donde se hace manifiesta la “salida por el fracaso” (comparación $1 \leftrightarrow 3.3$).

Se conforman los siguientes colectivos de alumnos y se presentan las estadísticas correspondientes.

- A) Ejercicios 1 y 3.3 correctos
- B) Ejercicio 1 incorrecto y 3.3 correcto
- C) Ejercicio 1 correcto y 3.3 incorrecto
- D) Ejercicios 1 y 3.3 incorrectos

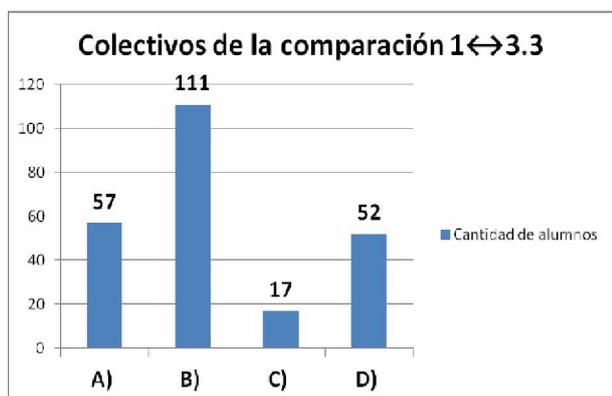


Gráfico 1.
Comparación 1↔3.3

El mayor porcentaje de alumnos aprobados se observa, según es esperado, en el colectivo A. Ver Gráfico 2.

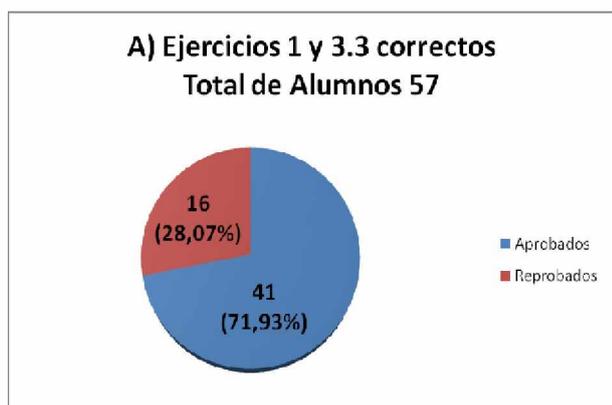


Gráfico 2.
Aprobados y Reprobados del grupo A

Interesa observar que el valor más lejano de la media es el que corresponde al colectivo B. El gráfico 2 distingue una mayoría de reprobados en este grupo. Este valor es consistente con la hipótesis de que el alumno no advierte la necesidad de gestionar la “salida por el fracaso” a menos que esté explícito en la formulación del problema.

Para profundizar en la comparación 1↔3.3 se aplica la prueba no paramétrica para muestras relacionadas, conocida como prueba de McNemar. Se intenta probar la hipótesis nula que el ejercicio 1 no fue más difícil que el 3.3.

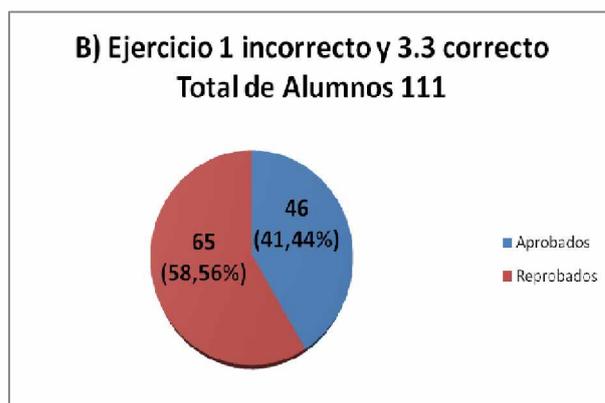


Gráfico 3.
Aprobados y Reprobados del grupo B

Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1 Las distribuciones de valores diferentes entre Ejercicio 3.3 y Ejercicio 1 tienen las mismas probabilidades.	Prueba McNemar de muestras relacionadas	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es .05.

Gráfico 4.
Prueba de McNemar para la comparación 1↔3.3

Con una confianza del 95% se rechaza la hipótesis. Por tanto, asumiendo que las dificultades son diferentes y que de la comparación 1↔3.3, el colectivo B muestra 111 como valor más alejado de la media, se interpreta que el ejercicio 1 es más difícil que el ejercicio 3.3, debido a su mayor nivel de compromiso con la Fase de Análisis.

Resultados del segundo estudio

Los alumnos que reprobaron el parcial fueron convocados para realizar una actividad individual y su posterior análisis de sus procesos de construcción. Se aplicó la siguiente guía:

- Enunciado I:
Dada una cantidad no determinada de números naturales llamados X y los números naturales D1, D2 y D3, mostrar los X que sean divisibles por D1, D2 y D3.
- Enunciado II:

Dada una cantidad no determinada de números naturales llamados X y los números naturales $D1$, $D2$ y $D3$, mostrar el mayor de los X si es que es divisible por $D1$, $D2$ y $D3$.

Ejercicio:

- 1.- indica cuál enunciado (I ó II) requiere del uso de bandera para su resolución.
- 2.- realiza el diagrama del enunciado que hayas señalado en el punto 1.
- 3.- realiza dos casos de prueba, uno para cada estado de la bandera.
- 4.- fundamenta la elección del enunciado.

Los estudiantes que realizan esta guía constituyen una muestra de 70 (48% del total de reprobados en el parcial de Algoritmos). Un grupo A de 39 alumnos, reprobaron el examen escrito con nota inferior o igual 30 y otro grupo B, de 31 alumnos, reprobaron el examen con nota superior a 30. Una vez concluida esta actividad, se indagó al colectivo respecto de los fundamentos de las decisiones tomadas.

Del grupo A, se observa que aproximadamente el 40% de los alumnos revisan sus apuntes durante el desarrollo de la actividad, mientras que en el grupo B, el porcentaje de alumnos que lo hacen es el 26%. Al consultar a los alumnos respecto a esta conducta, algunos indican que buscan ejercicios "parecidos" y otros consultan apuntes de teoría revisando Componentes. De los alumnos del grupo B, que no revisan los apuntes, manifiestan que no tenían necesidad porque consideraban conocer los Componentes. Otros señalan que "lo que no sabían era el concepto de Bandera".

De las indagaciones orales y las manifestaciones escritas se advierte que la mayoría de los estudiantes elaboran primero el diagrama y posteriormente los Casos de Prueba, incluso algunos estudiantes confunden el concepto de "Casos de Prueba" con "Pruebas de Escritorio". En particular, del grupo A, sólo 7 estudiantes declaran realizar casos de prueba antes de elaborar el diagrama, mientras que en el grupo B son 15 los estudiantes en esas condiciones. De estos últimos sólo 7 realizaron casos de prueba de ambos enunciados antes de decidir cuál era el

enunciado que requería el uso de bandera de control.

Respecto a la elección del problema que requiere la utilización de bandera de control, del grupo A sólo 10 alumnos (26%) realizan la elección correcta. Del grupo B, 10 alumnos (32%) hacen la elección correcta. Consultados sobre el fundamento de tal elección, muy pocos alumnos indican que la utilizan para controlar la inexistencia de datos que cumplan con la condición de divisibilidad. En este sentido, llama la atención dos manifestaciones reiterativas en el conjunto de los indagados, quienes la utilizan como bandera de fin de entrada y quienes la utilizan como control de divisibilidad de cada dato, implementando la lógica con un contador para detectar si el dato es divisible por uno, dos o los tres divisores.

De entre los que eligieron la alternativa B como aquella que utiliza necesariamente bandera de control, todos realizaron una interpretación errónea del enunciado, ya que entendieron que se debía detectar el mayor de entre los datos que fueran divisibles por $D1$, $D2$ y $D3$ y no como plantea el enunciado, encontrar el mayor y mostrarlo si es que es divisible por $D1$, $D2$ y $D3$. En este grupo, el fundamento principal para utilizar bandera, se apoya en la necesidad de detectar si ya se había inicializado el mayor. Aún bajo esta interpretación errónea, hubo muy pocos casos en que advirtieron la necesidad de controlar el fracaso de la salida.

De la totalidad de la muestra, 12 no logran presentar casos de prueba ni realizar una adecuada elaboración del diagrama. De este grupo, sólo 4 alumnos intentan elaborar el caso de prueba antes que el diagrama. El resto presenta sólo el diagrama. El 26%, (18 alumnos) presentan uno o dos casos de prueba que consideran el caso general, en el que se produce salida exitosa. El resto del alumnado presenta dos casos de prueba, uno con salida exitosa y otro considerando el fracaso, sin embargo, en muchos de estos casos, el diagrama no considera la salida por el fracaso. Ante esta situación, se indaga por qué presentan el caso de prueba después del

diagrama, a los cual responden que sólo para cumplir con el orden sugerido en la guía.

Conclusiones

De las hipótesis planteadas y a partir del análisis estadístico de los resultados cuantitativos, como de su interpretación en el contexto de la información cualitativa, se extraen algunas conclusiones.

- El alumno se concentra en la elaboración de un diagrama por sobre el proceso completo, ignorando el análisis de la situación problemática y el control del correcto funcionamiento del algoritmo.
- El alumno toma la decisión de seguir el orden propuesto en las consignas de los materiales de trabajo (actividades prácticas y/o evaluativos), por encima del orden propuesto por la metodología.
- Una vez elaborado el algoritmo, el alumno manifiesta dificultad para su revisión, en el marco de las reflexiones propias de la fase de Análisis. El hallazgo de casos de prueba que ejercitan diferentes caminos lógicos, posteriores a la solución por él propuesta, no lo motivan a la revisión ni modificación de su diagrama.
- Mientras mayor sea la cantidad o más complejos sean los Componentes que demande un algoritmo, el alumno dedica menos atención al análisis de la entrada y la salida, sobre todo ésta última.
- El alumno gestiona con éxito las excepciones explícitamente formuladas en los problemas. Cuando no existen cláusulas de resolución para la “salida por el fracaso”, no advierte la necesidad de considerarla.
- El alumno con menos recursos de abstracción y competencias para la lectura crítica, necesita de ejemplos que ilustren la formulación de problemas, incluso sencillos. Sin embargo, este recurso opera como obstáculo para la elaboración de *otros* ejemplos que constituyan Casos de Prueba destinados a ejercitar una lógica diferente a la del ejemplo brindado.

Los resultados de este estudio, constituyen aportes significativos para la revisión de las

representaciones docentes, respecto del modo en el que aprenden sus estudiantes. Un conocimiento más profundo de sus dificultades básicas, ayuda al proceso de aprendizaje, no sólo porque el docente puede replantear su modo de enseñar, sino que además ayuda al estudiante a superar obstáculos como los que aquí se presentan.

Estas conclusiones orientan hacia una revisión de las estrategias docentes, en el sentido de presentar la metodología de diseño de algoritmos como una actividad iterativa e incremental de sus Fases. El modo en que debería ilustrarse la naturaleza cíclica de la metodología, es a través de problemas cuyas lecturas sean paulatinamente más complejas. La graduación de la complejidad radica justamente en la gestión de los casos excepcionales, lo que deriva en algoritmos generales, que consideran todos los casos posibles.

Un aporte futuro en este sentido, sería elaborar heurísticas de diseño de Casos de Prueba y su correspondiente Prueba de Escritorio, que guíen las decisiones de diseño algorítmico a lo largo de toda la metodología, con el fin de abarcar la complejidad total del problema computacional.

Bibliografía

- Canavos, G. (2003). Probabilidad y Estadística. Ed. Mc Graw-Hill.
- Kuehl, R. (2001). Diseño de experimentos. 2da. Edición. Ed. Thomson.
- Larrosa, J. (2003), “Ensayos pedagógicos”, en: Larrosa, J. Entre las lenguas. Lenguaje y educación después de Babel. Barcelona, Laertes.
- Ricoeur, P. (1995) Tiempo y narración. México, Siglo XXI.
- Vasilachis de Gialdino, I. (2006). Estrategias de la investigación cualitativa. Barcelona, Gedisa.
- Yuni, J. y Urbano, C. (2012). Investigación Etnográfica. Investigación-Acción. Córdoba, Editorial Brujas.