

Identificación de Perfiles de Alumnos y Análisis de sus Percepciones sobre la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información mediante Explotación de Información

Ma Florencia Pollo-Cattaneo¹, Mariana Acosta¹, Luciano Straccia¹, Luciano Bernal¹, Facundo Lujan¹, Nicolás Raus¹, Ariel Deroche¹, Cinthia Vegega¹, Pablo Pytel¹

¹ Grupo de Estudio en Metodologías de Ingeniería en Software (GEMIS). Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Buenos Aires. Argentina.
{flo.pollo, marianaapaolacosta, ppytel}@gmail.com

Resumen. Las tentadoras ofertas laborales captan el interés de los estudiantes, movilizand o grandes masas de jóvenes hacia profesiones vinculadas a la Ingeniería. Sin embargo, la tendencia indica que la tasa de graduación está muy por debajo del promedio a nivel mundial y que el grado de deserción estudiantil es alarmante. En este contexto, se considera pertinente la intervención sobre los dispositivos pedagógicos a través de diferentes artefactos tecnológicos montados en el aula para resolver dichos problemas. En este trabajo se presentan los resultados de una encuesta realizada a los alumnos de la carrera 'Ingeniería en Sistemas de Información' de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires mediante la aplicación de procesos de Explotación de Información, a efectos de identificar los elementos que los caracterizan, analizarlos y construir perfiles que contribuyan a determinar los mejores artefactos tecnológicos que se debieran implementar en las asignaturas de la currícula.

Palabras Claves: Formación de Ingenieros. Encuesta. Explotación de Información. Perfiles de Alumnos.

1. Introducción

En el año 2010, según la UNESCO [1], sobre una población de 40 millones de habitantes, se calcula que en Argentina existían aproximadamente 115 mil ingenieros, lo cual significa una tasa muy baja. De acuerdo al Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI), mientras que en países desarrollados se considera aceptable que por año se gradúe 1 nuevo ingeniero cada 2.000 a 2.500 habitantes por año; en Argentina, esta tasa se encuentra en el orden de 1 nuevo ingeniero cada 7.600 habitantes [2]. Esto es equivalente a unos 6.500 ingenieros graduados en total al año [3], o apenas 300 ingenieros graduados cada 1.000 abogados [4].

La consecuente falta de ingenieros genera que muchas empresas presenten tentadoras ofertas de trabajo y reclutamiento de pasantes, anticipándose a la graduación de estudiantes avanzados [5]. Sin embargo, a pesar de que esta situación fomenta la captación de nuevos estudiantes, genera una alta deserción. Los registros

del Consejo Argentino de Ingeniería (CAI) revelan que en el año 2013 más de 30 mil estudiantes (que aprobaron 26 materias o más) dejaron sus carreras luego de ingresar al mundo laboral [4]. Por lo que, como es indicado en [2], no alcanza con estimular el crecimiento de la matrícula de ingresantes universitarios sino que deben implementarse programas de retención para garantizar “su permanencia en el sistema educativo. Si no hay vocaciones tempranas por la ingeniería, y no se logra retener a los alumnos en las carreras, no habrá ingenieros”.

Por consiguiente, y en el marco del Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012–2016 [6], las universidades argentinas del sector, entre las que se encuentra la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN-FRBA), apuntan a llegar en 2016 a los 10 mil egresados por año, es decir, a 1 ingeniero cada 4.000 habitantes. A tal fin, en la UTN-FRBA se han implementado mecanismos que lograron incrementar en un 18% la cantidad de egresados [7], así como una mejora en la retención del alumnado (al aumentar en un 61% la cantidad de alumnos avanzados). Sin embargo, se considera que todavía queda trabajo por realizar para cumplir con las demandas profesionales del sector empresarial, la ampliación de la masa de aspirantes a ingenieros en las aulas y la concreción de la finalización de una formación académica adecuada.

En este contexto, los miembros del grupo GEMIS consideran pertinente intervenir los dispositivos pedagógicos que hacen a la práctica docente cotidiana a través de diferentes artefactos tecnológicos montados en el aula y hacerlos funcionar exploratoriamente como pruebas de campo en diferentes asignaturas correspondientes a la carrera de *‘Ingeniería en Sistemas de Información’* (ISI) de la UTN-FRBA [8]. Por artefactos tecnológicos se entiende a todas aquellas herramientas que facilitan la tarea del docente y contribuyen a la mejora del rendimiento de los alumnos. En consecuencia, la primera medida es la de identificar las características de los alumnos que ingresaron en dicha carrera, y su percepción sobre la misma, con el objetivo de recabar la información necesaria para determinar los mejores artefactos tecnológicos que se debieran implementar en las asignaturas de la carrera.

En este trabajo se presentan los resultados de una encuesta realizada a los alumnos que ingresaron a la carrera en el primer cuatrimestre de 2014, sobre la cual se han aplicado Procesos de Explotación de Información [9]. Para ello, primero se describe la encuesta y análisis realizado (sección 2), luego se presentan los resultados obtenidos (sección 3); y, finalmente, se enuncian las conclusiones obtenidas y las futuras líneas de trabajo (sección 4).

2. Materiales y Métodos

La encuesta realizada a los alumnos se ha llevado a cabo en todos los cursos de la asignatura *‘Sistemas y Organizaciones’* (materia integradora del primer nivel de la carrera), arrojando un total de 798 alumnos encuestados. El cuestionario se completó en forma anónima e incluyó, tanto preguntas sobre las características de cada alumno (sexo, edad, estudios previos y situación laboral), así como también, su opinión sobre la carrera y su futuro laboral y profesional. La plantilla de la encuesta realizada se encuentra disponible en [10].

Tras la digitalización de las respuestas recolectadas, se aplicó el proceso de Explotación de Información ‘Ponderación de Reglas de Pertenencia a Grupos’ [9] para su procesamiento. Dicho proceso, en primera instancia, determina grupos o segmentos de datos similares usando el algoritmo de Segmentación RNA Kohonen SOM; luego, identifica las características principales para cada grupo mediante las reglas obtenidas por el algoritmo de Inducción C4.5 y, posteriormente, la Ponderación (o Interdependencia) entre las respuestas por medio del algoritmo Nàive Bayes.

3. Resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos del análisis de las encuestas. Primero se describen los perfiles identificados para los alumnos ingresantes a la carrera ISI (sección 3.1), para luego determinar su percepción con respecto a las áreas relacionadas y las actividades vinculadas a la misma (sección 3.2).

3.1. Perfil de los Alumnos

A partir de la aplicación del algoritmo de segmentación, las encuestas procesadas han sido clasificadas inicialmente en 15 grupos. Posteriormente al análisis detallado de la descripción de cada grupo, utilizando las reglas y la ponderación de atributos obtenida, se ha determinado que esa cantidad de grupos era excesiva. Esto se debe a que muchos de los grupos generados no tenían una diferencia significativa entre sí. Por ejemplo, las encuestas asignadas a tres grupos diferentes tenían como única diferencia la forma en que los alumnos habían respondido la pregunta asociada a su futuro laboral y profesional; aunque las expresiones usadas eran distintas, las respuestas eran equivalentes en cuanto a su significado.

Por consiguiente, a partir del análisis detallado de las diferencias entre los grupos obtenidos por el algoritmo, se unificaron varios de ellos para conseguir un total de 9 grupos que permiten identificar los principales perfiles de los alumnos ingresantes a la carrera, los cuales se detallan en la tabla de decisión Tabla 1; (debe tenerse en cuenta que en ésta sólo se indican los principales atributos del alumno que permiten diferenciar a cada grupo). Como se puede notar, el perfil que posee mayor cantidad de alumnos asignados es G1 (con un 43% del total), siguiéndole luego G5 (12,5%), G3, G2 y G7 (con aproximadamente un 10%); mientras que el resto de los grupos tienen menos de 50 alumnos (G9 resulta ser el más pequeño). A partir del análisis de estos grupos, se pueden realizar las siguientes observaciones:

- a) Es notable resaltar que para identificar el perfil de un alumno, el dato sobre la composición de género no resulta ser determinante. Aunque la mayoría de los alumnos son varones (el 86% del total), las respuestas de las mujeres encuestadas no presentan diferencias significativas con respecto a la de los varones. Esto confirma lo detectado en el estudio de la Fundación Sadosky [11] donde se indica que a pesar de que la mayoría de las mujeres son ajenas a la informática, las mujeres y varones que son consideradas como “potenciales informáticos” no presentan diferencias significativas entre sí. En consecuencia, las mujeres se

encuentran dispersas en casi todos los grupos generados; salvo el grupo G4 que se encuentra compuesto exclusivamente por varones. El grupo que posee mayor cantidad de mujeres es G3 (con aproximadamente un 24% dentro de ese grupo).

Tabla 1. Descripción de los perfiles correspondientes a los alumnos encuestados.

	Grupos								
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
Cantidad de Alumnos	344	80	81	20	100	43	76	43	11
Edad									
Rango	17-23 años		17-26 años	17-23 años	17-30 años	17-40 años	17-30 años	17-60 años	24-60 años
Promedio	19 años	20 años	21 años	19 años	20 años	21 años	23 años	29 años	28 años
Orientación del Secundario									
Comercial	Algunos		Mayoría	Pocos	Algunos			Mayoría	
Informática	Algunos	Mayoría	Pocos	Mayoría	Algunos	Mayoría	Algunos		Pocos
Bachiller	Algunos	Pocos	Algunos	Ninguno	Algunos	Pocos	Algunos	Pocos	Algunos
Técnico (no informática)	Pocos		Pocos	Pocos	Algunos			Ninguno	
Estudios Terciarios o Universitarios Previos									
¿Tiene?	No		Sí	No			Sí		
Tipo	-		Terciarios	-			Terciarios y Universitarios		Terciarios
¿Completos?	-		No	-			No		Sí
Situación Laboral									
¿Trabaja?	No			Sí					
¿Relacionado a la carrera?	-		-	No	Sí	No	Sí	No	

- b) Es de vital importancia asignar al factor etario el valor de peso que establece la principal diferencia entre los perfiles. Debido a que la mayoría de los alumnos tienen entre 17 y 19 años (el 60% del total), la edad mínima es igual a 17 años en casi todos los grupos (salvo G9 donde la edad mínima es de 24 años); en cambio, la edad máxima y promedio suele cambiar en cada grupo aumentando en forma escalonada. En términos generales, la mayoría de los grupos (G1 a G6) cuentan con una edad promedio alrededor de los 20 años (con una diferencia de ± 1 año); en éstos se detectan G1, G2 y G4 como los grupos con el menor rango de edad

(menor a 24 años), los cuales incluyen el 56% de la población (se recuerda que G1 es el grupo más grande). Por otra parte, en los grupos G8 y G9 el promedio aumenta significativamente (siendo de 28 ± 1 año) debido a que incluyen alumnos con una edad entre los 40 y 60 años (aunque son muy pocos, menos del 1%).

- c) En lo que respecta a la orientación de los estudios secundarios realizados por los alumnos, parecería lógico suponer que la mayoría debería provenir de colegios con orientación en Informática, sin embargo el título más declarado en la encuesta es el de Bachiller Comercial (con aproximadamente el 45% del total). Los alumnos con un título asociado a Informática corresponden al 28%, mientras que con un título de Bachiller sólo un 15% y de Técnico (no orientado a Informática) del 12%. Esto tiene su impacto en los perfiles detectados dado que sólo los grupos G4, G2 y G6 tienen mayoría de informáticos (con una proporción de 85%, 74% y 54% respectivamente), mientras que la categoría se mantiene dispersa en el resto.
- d) Se considera de interés destacar las características asociadas a la situación laboral y los antecedentes académicos de los alumnos. Así, tras comprobar que el 63% de los encuestados trabaja actualmente y que el 73% está realizando su primera carrera luego del secundario, es posible combinar ambos factores para obtener una nueva clasificación que permite entender mejor los perfiles identificados:
- Los grupos G1, G2 y G3 corresponden a alumnos que actualmente no están trabajando ni han realizado ningún tipo de estudio terciario o universitario. A partir de su edad, se puede deducir que se corresponde con jóvenes que han finalizado recientemente el secundario y están comenzando sus primeros estudios universitarios. Por consiguiente, en ellos la carrera de sistemas es su primera opción para su formación profesional.
 - En cambio, los grupos restantes corresponden a alumnos que se encuentran trabajando actualmente, independientemente de que su empleo se relacione o no con la carrera. Estos grupos, a su vez, pueden ser subdivididos en:
 - alumnos que sólo tienen el secundario terminado, (grupos G4, G5 y G6) por lo que esta carrera es su primera opción; de los cuales, los dos primeros grupos incluyen jóvenes que todavía no trabajan en forma relacionada a sistemas, mientras que el otro sí;
 - alumnos que además del secundario tienen algún estudio terciario o universitario comenzado pero no finalizado, y que además pueden estar trabajando en forma relacionada a sistemas (G8) o no (G7); y
 - alumnos que no trabajan en sistemas pero cuentan con una carrera terciaria previa ya finalizada (G9).

En tal sentido, se podría decir que los grupos G6 y G8 corresponden a alumnos que tienen experiencia práctica en los temas relacionados a la carrera y desean mejorar sus conocimientos para ascender de cargo laboral dentro de la disciplina; mientras que G7 y G9 corresponden a alumnos que previamente habían seleccionado otra carrera pero consideran que ISI puede ser el medio para mejorar su situación laboral.

- e) Lo indicado en el punto anterior se justifica al analizar las respuestas de los alumnos sobre los motivos de la elección de la carrera, así como las asociadas a su situación laboral y profesional dentro de los próximos 5 años (duración estimada de la carrera). Casi todos los alumnos (aproximadamente el 90%) no

eligieron la carrera por antecedentes familiares, amistades o por la orientación del secundario; sino pensando en su futuro laboral. La mayoría de los encuestados (el 82%) considera que en 5 años van a estar trabajando en sistemas (en una empresa o por su cuenta) con un muy buen sueldo (el 98% espera conseguir “mucho dinero”), a pesar de no haber terminado la carrera (sólo el 16% piensa que ya va estar recibido y el 41% cursando las últimas asignaturas). Los más optimistas (el 20% de los alumnos encuestados) creen que en 5 años van a ser gerentes del área (la mayoría de éstos, dentro del grupo G9).

3.2. Percepción sobre la Labor del Ingeniero en Sistemas de Información

Para estudiar la percepción de los alumnos encuestados sobre la carrera, se utilizan los valores resultantes de la aplicación del algoritmo de Ponderación de Atributos sobre las respuestas a las preguntas correspondientes a la relación de la carrera de ISI con respecto a ciertas áreas o disciplinas, y las correspondientes a las actividades vinculadas al título.

- **Áreas relacionadas a ISI:**

Para el análisis de las áreas relacionadas a ISI, la ponderación es interpretada en forma de diagramas de barras acumuladas teniendo en cuenta el grupo al cual pertenece cada alumno, tal y como puede observarse en la Figura 1. Estos gráficos muestran el grado de relación de la carrera con cada área, según lo indicado por los alumnos de cada perfil; considerando que el color gris oscuro significa una alta relación con el área (valores 4 y 5 de la encuesta), el gris claro, una relación media o baja (valores 2 y 3) y, el blanco, a ausencia de relación (valor 1).

A partir de los gráficos de la Figura 1 se puede notar que, en términos generales, todas las áreas consultadas se consideran vinculadas en algún modo con la labor de un ISI. Como cabría suponer, el área con la mayor relación es la de *Informática*, donde el 33% de los encuestados la considera completamente relacionada. Al analizar la relación con cada perfil, se puede notar que más del 60% de los alumnos de cada grupo determinan esta área con una alta relación. Esto se debe a que los “sistemas de información” son generalmente confundidos con “sistemas informáticos”. Algo similar sucede con las áreas *Computación*, *Programación* y *Diseño de Software* que fueron valoradas como muy relacionadas por casi todos los perfiles identificados. El único perfil que no lo hace son los alumnos del grupo G8, donde la mayoría ha asignado una valoración media-baja a las áreas de *Computación* y *Programación*, aunque consideran al *Diseño de Software* como de alta relación. Debido a que se trata de alumnos que actualmente trabajan en sistemas y que realizaron estudios terciarios o universitarios (no finalizados), entienden que la labor del Ingeniero en Sistemas de Información está más cercana a las tareas de modelado de sistemas software que las relacionadas a su codificación y al uso de computadoras.

Por otra parte, se considera de interés destacar la valoración del área de *Planeamiento* que es la segunda mejor valorada luego de *Informática*. La mayoría de los alumnos de cada perfil (y todos en el caso de G9) le han asignado una alta relación, mucho mayor que la concedida a las áreas de *Administración* y *Gestión*. Finalmente, el área a la que se le ha asignado la valoración más baja es la de *Investigación*. Aunque generalmente se entiende que en la labor del ISI se aplican

métodos, técnicas y herramientas obtenidos mediante la investigación, la mayoría de los perfiles no vinculan esta área en forma directa a las tareas que realiza normalmente un Ingeniero en Sistemas de Información. Como excepción debe mencionarse a los grupos G6 y G9 que han establecido que la relación es alta.

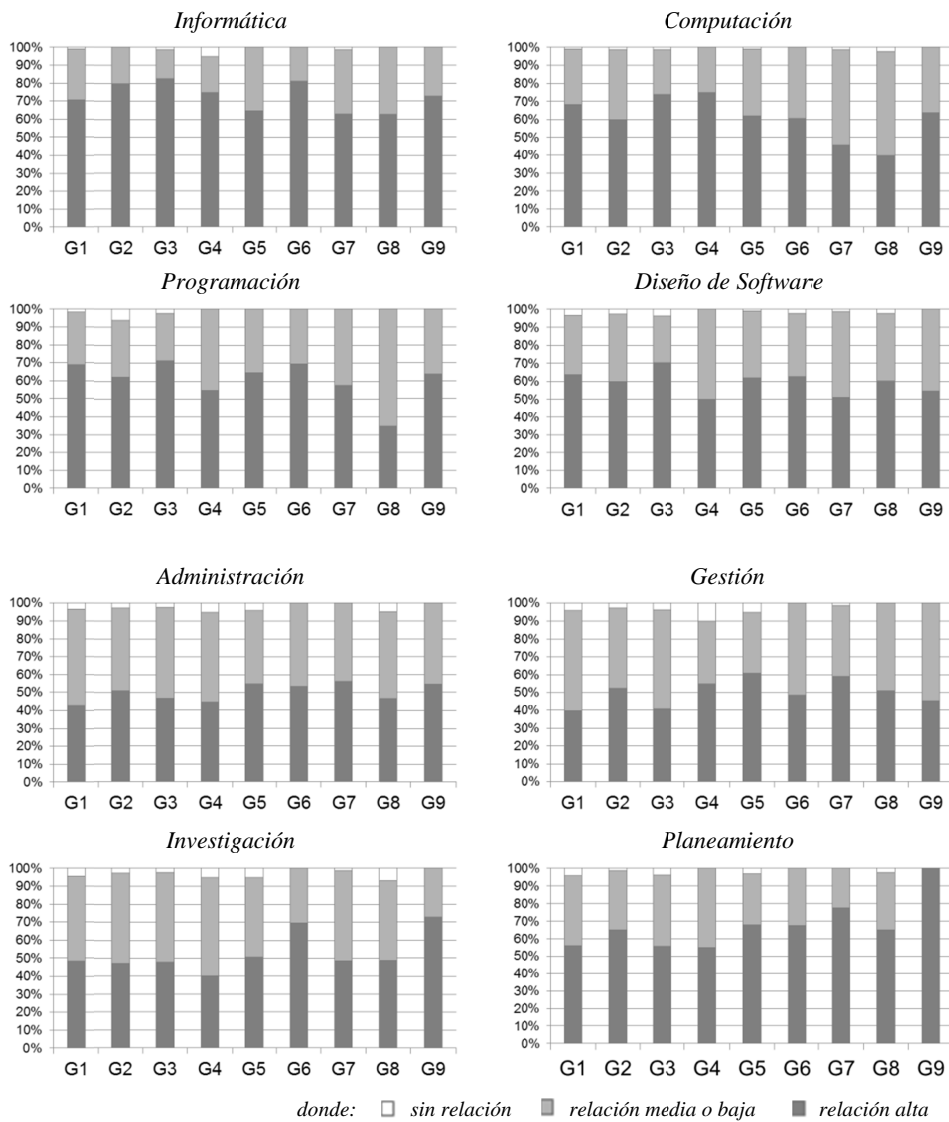


Fig. 1. Valoración de las áreas relacionadas a ISI por perfil de alumno.

• **Actividades vinculadas a ISI:**

Para analizar la percepción de las actividades vinculadas a la carrera, se analiza, mediante el diagrama de barras de la Figura 2, la respuesta dada a la pregunta que

solicitaba a los alumnos indicar la actividad que “mejor define el trabajo del Ingeniero en Sistemas de Información”. Como se puede notar, la actividad más seleccionada (por el 38,9% de los encuestados) corresponde a la ‘*detección, análisis y resolución de problemas*’, actividad formada por tareas muy generales que se pueden asociar con cualquier carrera de ingeniería. La siguiente actividad más seleccionada (por un 18,8% de los encuestados) es la de ‘*diseño y programación de aplicaciones informáticas*’ que corresponden a tareas realizadas por estudiantes avanzados o egresados de la carrera; notándose nuevamente la confusión existente entre los términos de “sistemas” e “informática”. Las otras dos actividades consideradas como muy vinculadas son ‘*desarrollo de productos-solución*’ (por el 11,5%) y ‘*administración de circuitos informacionales*’ (10,2%); mientras que el resto de las actividades fueron seleccionadas por menos del 8% de los alumnos.



Fig. 2. Valoración general de las actividades vinculadas a ISI.

Una vez reconocidas las cuatro actividades más seleccionadas, fue posible generar el diagrama de barras acumuladas de la Figura 3 donde se representa la selección por cada perfil de alumnos. Nuevamente, la mayoría de los alumnos de cada perfil han seleccionado la actividad genérica de ‘*detección, análisis y resolución de problemas*’ como la principal. Si no se tiene en cuenta dicha actividad, pueden señalarse ciertas similitudes entre las selecciones realizadas por los perfiles, tal y como se indican a continuación:

- o Los alumnos de los grupos G1 y G3, consideran que la siguiente actividad más representativa es la de ‘*diseño y programación de aplicaciones informáticas*’ (más del 20% de los alumnos). Estos son alumnos jóvenes que no trabajan actualmente y que seguramente se anotaron en la carrera pensando que el objetivo de la misma es enseñarles a realizar tareas más asociadas con la Ingeniería de Software.
- o En cambio, los alumnos de los grupos G4, G5 y G6 consideran con similar proporción a ‘*diseño y programación de aplicaciones informáticas*’ y ‘*desarrollo de productos-solución*’ como la segunda actividad más representativa de la carrera. Ambas actividades fueron seleccionadas entre el 15 y 20% de los alumnos de cada perfil. Es interesante destacar que estos jóvenes que actualmente trabajan y que están comenzando su primera carrera universitaria, han subvalorado la actividad

correspondiente a 'administración de circuitos informacionales' (sobre todo los alumnos de G4, ya que ninguno la seleccionó). Ello puede otorgarse a que estos alumnos aún desconocen la especificidad a la que refiere la actividad en cuestión.

- o Este comportamiento se acentúa en los alumnos de los grupos G8 y G9, los cuales no consideran la actividad de 'diseño y programación de aplicaciones informáticas' como la principal y tienden a seleccionar 'desarrollo de productos-solución' sobre el resto. Dado que los alumnos de estos dos perfiles son personas adultas que actualmente trabajan y han realizado estudios previos (terciarios o universitarios), entienden la diferencia que existe entre las actividades de un Ingeniero en Sistemas de Información y uno de Software.
- o Finalmente, los alumnos de los grupos G2 y G7 no distinguen entre las otras tres actividades ninguna que sea más representativa, distribuyendo su elección en forma similar (entre el 12 y 16% de los alumnos de cada perfil).

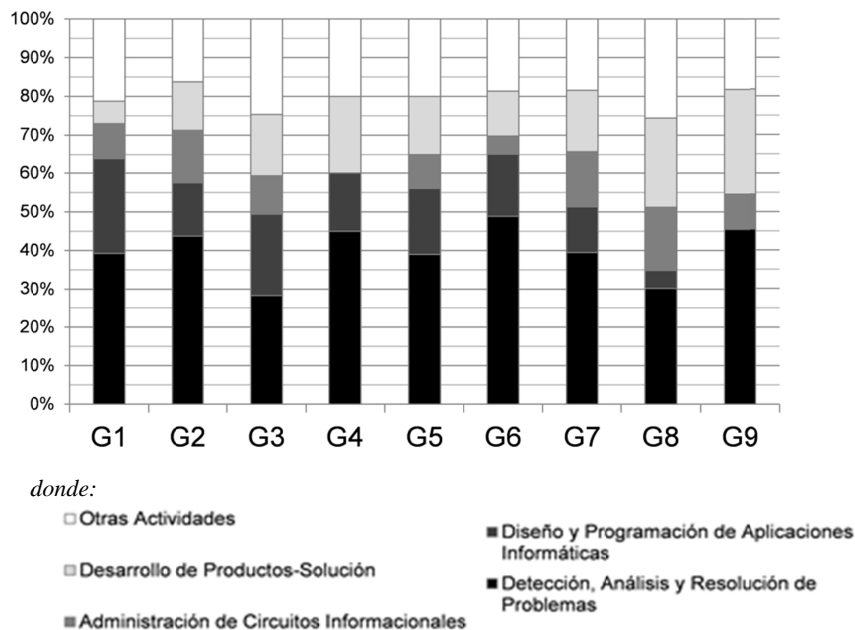


Fig. 3. Actividades con mayor vinculación a ISI por perfil de alumno.

4. Conclusiones

Con el objetivo de recabar la información necesaria para determinar los mejores artefactos tecnológicos que se debieran implementar en las asignaturas de la carrera de 'Ingeniería en Sistemas de Información' de la UTN-FRBA se ha llevado una primera intervención que consiste en aplicar procesos de Explotación de Información a una encuesta realizada a los alumnos de primer año de la carrera.

Dicha encuesta ha sido analizada empleando el proceso de Ponderación de Reglas de Pertenencia a Grupos obteniendo como resultado la identificación de 9 grupos o perfiles de alumnos junto con sus principales características. Asimismo, se ha detectado la perspectiva de los alumnos sobre las áreas y actividades que (bien o mal) normalmente se vinculan a la carrera.

Como futuras líneas de trabajo, la información recopilada y los patrones de conocimiento obtenidos serán utilizados para definir futuras intervenciones en los dispositivos pedagógicos con el objetivo de afianzar en los alumnos el rol del Ingeniero en Sistemas de Información (junto con su diferenciación de carreras más relacionadas a la Informática y la Computación). Por otra parte, esta información también será considerada para la preparación de campañas de promoción sobre la carrera en escuelas secundarias.

Referencias

1. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2010) *Engineering: Issues Challenges and Opportunities for Development*. UNESCO Report. ISBN 978-92-3-104156-3. <http://tinyurl.com/lxrdeo7> Disponible online en Junio de 2014.
2. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (2010) *La Formación del Ingeniero para el Desarrollo Sostenible - Aportes del CONFEDI*. Congreso Mundial Ingeniería 2010 (Buenos Aires) <http://tinyurl.com/l35s8w9> Disponible online en Junio de 2014.
3. Página 12 (2013) *El desafío de los diez mil ingenieros*. <http://tinyurl.com/m2p5sid> Disponible online en Junio de 2014
4. Clarín.com (2014) *En el país se reciben sólo 300 ingenieros cada mil abogados*. <http://tinyurl.com/mpnn8pk> Disponible online en Junio de 2014.
5. iProfesional (2011) *Ingenieros: las empresas pagan sueldos muy altos, pero es una "misión imposible" encontrarlos*. <http://tinyurl.com/lcjqzqz> Disponible en Junio de 2014.
6. Secretaría de Políticas Universitarias (2012) *Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016*. Ministerio de Educación de la Nación Argentina <http://tinyurl.com/kz9lrpz> Disponible online en Junio de 2014.
7. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires (2013) *La falta de ingenieros en Argentina*. <http://tinyurl.com/lkrtua9> Disponible online en Junio de 2014.
8. Straccia, L., Acosta, M., Pytel, P. & Pollo-Cattaneo, M.F. (2014) *Intervenciones Tecnológicas No Convencionales en Dispositivos Pedagógicos*. Trabajo aceptado para Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería (JEIN), Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda, Argentina.
9. Garcia-Martinez, R., Britos, P., Pollo-Cattaneo, F., Rodriguez, D. & Pytel, P. (2011). *Information Mining Processes Based on Intelligent Systems*. Proceedings of II International Congress on Computer Science and Informatics (INFONOR-CHILE 2011). Pág. 87-94. ISBN 978-956-7701-03-2.
10. Grupo GEMIS (2014) *Template de la Encuesta Realizada*. <http://tinyurl.com/o6rrlmj> Disponible online en Junio de 2014.
11. Fundación Sadosky (2013) *Y las mujeres... ¿dónde están?* <http://tinyurl.com/kd8o99v> Disponible online en Junio de 2014.