

## **Conocimiento Inteligente para los Procesos Decisionales en Carreras de Ingeniería**

**Laura Cecilia Díaz Dávila**, Universidad Nacional de Córdoba, laura.diaz@unc.edu.ar

**Resumen**— Este trabajo es parte de una tesis doctoral basada en Inteligencia Artificial aplicable a la Gestión de Políticas Públicas en Educación Superior en contextos de masividad. Se presenta el diseño metodológico que construye conocimiento basado en datos para proveer información a los procesos decisionales involucrados.

Se basa en el uso de Tecnologías Inteligentes de Explotación de la Información, dentro del campo de la Inteligencia Artificial, y en el Paradigma Interpretativo de las Ciencias Sociales. Ambos enfoques, en apariencias muy distintos, se destacan por el despojo de hipótesis o juicios a priori y por la actitud reflexiva tanto del investigador que interroga como del experto del dominio de la problemática abordada. Para esta presentación se acota a las carreras de Ingeniería. Sin embargo, es aplicable a otros problemas y los resultados son útiles a diversos actores y procesos en este ámbito.

Se exponen resultados para el objetivo específico de mejorar la comprensión de las características del estudiante, principal protagonista de este complejo escenario, con el propósito de contribuir a la apropiación del conocimiento. El estudio profundiza en dimensiones socioculturales, demográficas, económicas y académicas relativas al estudiante.

**Palabras clave**— *Inteligencia Artificial, Paradigma Interpretativo, Conocimiento, Estudiante, Masividad.*

### **1. Introducción**

Este trabajo de investigación es el núcleo de una tesis doctoral en Administración y Política Pública, recientemente finalizada. Su contribución atiende a la forma de abordar la gestión en Educación Superior en contextos de masividad. Elabora la construcción de un diseño metodológico aplicable a los procesos decisionales.

Si bien no es el objetivo de esta presentación, se muestran algunos resultados de su aplicación en la Universidad Nacional de Córdoba (UNC).

El interés del trabajo se orientó en primer lugar a dar luz en el terreno de las políticas públicas, desde la matriz del Estado [1], para concebir a la Educación Superior como un derecho social, humano y habilitante del ciudadano en sus prácticas sociales (declaración de la Conferencia Regional de Educación Superior para América Latina y el Caribe, CRES, 2008).

En segundo lugar, y desde una concepción sociológica, interesó dar tratamiento a aquellas cuestiones alrededor de la formación y las prácticas del estudiante inmerso en los fenómenos de globalización. La reflexión alrededor hacia un mejor entendimiento de su rol en este escenario como individuo protagonista de la construcción de un colectivo inmerso en una realidad contextual donde juegan múltiples actores, poderes, instituciones, nacionales y transnacionales. En la misma línea, repensar el conocimiento por apropiarse armonizado con el identitario latinoamericano en el contexto global y los mecanismos de poder que intervienen en los procesos de apropiación.

Constituida la matriz del Estado y los aspectos sociológicos al interior del escenario de Educación Superior en contextos de masividad, la investigación se orientó a proveer información asociada a las características del estudiante para un adecuado diseño de las políticas públicas en Educación Superior, incorporando técnicas del campo de la Inteligencia Artificial, novedosas para el ámbito de la Gestión Pública [2].

El carácter innovador lo impone no sólo el uso de tecnologías inteligentes, sino también su interpretación a la luz del paradigma interpretativo, dinámica que es plausible de ser aplicada en otros ámbitos de la gestión de políticas públicas y de educación [3].

En nuestro país, en otras universidades, hay antecedentes de su aplicación [4]. El uso de Inteligencia Artificial y de las Tecnologías Inteligentes de Explotación de la Información (TIEI), ofrece la oportunidad de descubrir comportamientos socioeconómicos, académicos, cognitivos, etc., que con otras metodologías no serían necesariamente detectados.

El Sistema de Información Universitaria SIU\_GUARANI, de gestión académica, contiene información académica y socioeconómica de los estudiantes. En razón de esta información disponible y de la importancia de los contextos de masividad, se aplicó el diseño metodológico para la obtención de la información relativa al estudiante para la gestión de la Educación Superior, específicamente de la UNC, tomando como casos de estudio cursos masivos cuya información era accesible.

Los resultados del tratamiento de estas bases de datos con TIEI, resultan relevantes tanto para el diseño de políticas públicas como para el desarrollo de estrategias en los procesos de aprendizaje y de evaluación, en las diversas modalidades e-learning en continua evolución [3].

El interés en la investigación surgió cuando se observó que las características de los estudiantes, detectadas mediante TIEI, eran fácilmente conocidas y sus interpretaciones descubrían nuevas relaciones y categorías que enriquecen a la gestión de la ES en contextos de masividad.

En los apartados siguientes se aborda la innovación del diseño metodológico, materializada en: los procesos involucrados, su implementación y los resultados obtenidos.

## **2. Materiales y Métodos**

### **2.1. Los antecedentes**

En primer lugar, se realiza una descripción de algunas de contribuciones en el campo de la Inteligencia Artificial que constituyeron los disparadores del trabajo.

Los esfuerzos del campo de La Inteligencia Artificial (IA) se enfocan a lograr la comprensión de entidades inteligentes. Ello se materializa en el creciente avance de construcciones de agentes inteligentes, físicos y virtuales, que requieren el abordaje de diversos procesos relacionados con: la representación del conocimiento, el razonamiento automatizado y en contextos de incertidumbre y, el aprendizaje automático [5].

Dentro de este vasto campo, y a nuestros fines, interesaron las áreas relacionadas con aprendizaje y razonamiento automáticos.

Así, los Sistemas Neuronales Artificiales implementados en computadoras, inspirados en el comportamiento del cerebro humano, aprenden a partir de un importante número de conexiones de neuronas artificiales, las cuales son dispositivos inteligentes cuyo funcionamiento es muy básico y están inspirados en la neurona biológica. Simulan los procesos de sinapsis y, a partir de ellos, aprenden de los ejemplos que se les proporciona durante las instancias de entrenamiento para adquirir un estado tal que los transforme en Sistemas capaces de responder a nuevas situaciones a partir del aprendizaje alcanzado durante el entrenamiento [6]. En la última década han cobrado gran relevancia en razón de las contribuciones de Redes convolucionales con aprendizaje profundo que muestran un altísimo desempeño [7]

Estas, como otras técnicas del campo de la IA, proporcionan nuevas metodologías para el abordaje de problemas de las ciencias sociales, siendo capaces de predecir, detectar, relacionar, asociar, etc., en contextos caracterizados por el gran volumen de información, la complejidad y la incertidumbre.

Numerosos y variados son los aportes al ámbito de la Educación Superior. Se enumeran algunos que han sido considerados antecedentes en este trabajo:

1. La identificación de las características socioeconómicas y demográficas más relevantes para construir un modelo de comportamiento académico de los estudiantes, como información útil para el diseño de políticas públicas en Educación Superior. [4] y [8].
2. Los Sistemas Tutores Inteligentes (STI) aplicados para atender los problemas de aprendizaje en carreras TIC. Ellos permiten establecer una adecuada realimentación semántica así como un medio para poner en evidencia el conflicto cognitivo, usando como base para su desarrollo los modelos cognitivos [9].

Entre los STI desarrollados específicamente para los cursos de programación que ponen de manifiesto los diferentes modelos conceptuales que les sirven de base, pueden hallarse en [10].

Las arquitecturas de los STI se describen en [11] y la edición de 2007 de la revista de la IEEE Intelligent Systems se dedica a los STI describiendo un amplio panorama.

3. La incorporación de técnicas de Inteligencia Artificial en el uso de TIC para la enseñanza de contenidos curriculares de carreras TIC en diversas Universidades del mundo, ha dado muestras de mejora tanto en los procesos de aprendizaje como en los de acreditación [12].
4. La detección temprana de las capacidades de los estudiantes resultó un factor significativo en la mejora del aprendizaje de Programación, estos hallazgos realizados en [13], despiertan el interés en el uso de Sistemas de Redes Neuronales Artificiales y

otras Tecnologías Inteligentes para predecir su rendimiento académico en las carreras de Ingeniería.

5. Durante los periodos 2012-2013 se realizaron acciones en el sentido mencionado en el apartado anterior. La finalidad consistió en mejorar el rendimiento académico de los estudiantes de Programación en Ingeniería. Para ello, se incorporaron Sistemas Virtuales como estrategia para la retroalimentación en la enseñanza y en las instancias de evaluación; todo en el marco del proyecto de investigación: “Sistemas Inteligentes Aplicados a la Enseñanza de Programación en Ingeniería” (SIAEPI) 2012- 2013, acreditado por la SECyT de la UNC. Se escogieron STI disponibles como servicios web y otros que se pueden instalar en la plataforma Moodle, SIETTE.

6. En línea con las acciones descriptas en el apartado anterior, se usaron tecnologías inteligentes para el descubrimiento de patrones de comportamiento en la detección temprana de dificultades cognitivas del estudiante. Para detectar modelos mentales entre los estudiantes de los cursos de programación en Ingeniería, se realizó dos estrategias diferentes, la segunda en base a la primera: el trabajo de los expertos que posibilitó el logro del primer objetivo. En la segunda, se aplicaron Redes Neuronales Artificiales para detectar patrones cognitivos entre los estudiantes de programación.

Con estas acciones se mejoró el conocimiento de los procesos de aprendizaje del estudiante y además la comunicación. Implementar evaluaciones de opción múltiple con retroalimentación significó una mejora en más de un 20% del porcentaje de alumnos regulares con respecto al año anterior. Con ello también se disminuyó la deserción y el desgranamiento de los alumnos de primer año que se ven desalentados para continuar.

## **2.2. Los interrogantes y los objetivos**

De los antecedentes ya referidos de estudios desarrollados en nuestro país, interesaron especialmente por su similitud los realizados en [4] y los de la Universidad Nacional de San Juan en 2013.

La tesis doctoral se focalizó en dos casos de estudio que fueron escogidos entre los cursos masivos de la UNC. Los resultados que se muestran en esta presentación corresponden exclusivamente a la carrera de Ingeniería. Los interrogantes que guiaron el desarrollo de la investigación son:

¿Cómo interactúan los Procesos de TIEI y el Enfoque del Paradigma Interpretativo en la innovación de un Diseño Metodológico para la Gestión de la Educación Superior en Contextos de Masividad?

En tal sentido:

¿Cuáles son los resultados en relación al estudiante de la UNC, protagonista principal del escenario, que proporcionan una mejor información para la Gestión de la Educación Superior en contextos de masividad?

¿Cómo perciben esta información diversos actores involucrados de la UNC y cómo la vinculan a sus prácticas decisionales?

El Objetivo general consistió en desarrollar un diseño metodológico que permita comprender las características significativas del estudiante, como actor principal en Educación Superior en contextos de masividad con el propósito de facilitar la apropiación del conocimiento.

Los Objetivos Específicos:

- \* Detectar características socioeconómicas de los estudiantes de asignaturas en contextos de masividad en la UNC –carreras de Ingeniería para esta presentación-, en relación a su rendimiento académico para los casos elegidos en el seno de la UNC,
- \* Comprender cómo significan los protagonistas del escenario de la Educación Superior en la UNC –de carreras de Ingeniería para esta presentación-, la información obtenida, atendiendo a su compromiso social y político.

### **2.3. Los paradigmas involucrados**

Las TIEI y otras tecnologías del campo de la Inteligencia Artificial detectan comportamientos que 'encierran los datos' y que, con mucha frecuencia, no responden a los paradigmas parametrizados de los métodos cuantitativos.

Independientemente de la metodología empleada, a partir del uso de técnicas del campo de la IA tales como Árboles de inducción, Redes Neuronales Auto Organizadas y Redes Bayesianas; se descubren reglas, relaciones, atributos o características que posibilitan indagar, explicar, comprender o describir problemas de muy diversos dominios.

En todos los casos, como instancia previa al desarrollo metodológico, fue necesario construir los aspectos conceptuales centrales del problema.

Los resultados que proveen los Algoritmos Inteligentes deben ser validados. La validación se refiere a la evaluación del grado de adecuación de las categorías de los agrupamientos resultantes de su aplicación. Frecuentemente, como en este caso, es necesario traducir previamente estos resultados. La traducción se realiza mediante la aplicación de otros algoritmos sobre los resultados producidos por los primeros. Tal es el caso de los Árboles de Inducción, que se distinguen por su capacidad de representar relaciones encontradas en las similitudes de los agrupamientos.

Otra instancia de validación para los procesos decisionales con soporte de tecnologías inteligentes, consiste en implementar mecanismos para dialogar con los expertos del dominio y detectar a partir de ellos relaciones válidas, inconsistencias o nuevos hallazgos. Esto sugiere la importancia de las interpretaciones que se realizan para validar los algoritmos. Los procesos de validación usados son bidireccionales y aplicables específicamente en el dominio donde se presenta el problema al que se pretende descubrir agrupamientos mediante similitudes y caracterizarlos.

Las validaciones de carácter bidireccional son necesarias en la mayoría de los algoritmos de búsqueda de similitudes, en razón de que la única validez son los datos disponibles y las interpretaciones que de ellos se hagan dependen del investigador, del experto del dominio o del traductor que pretende construir categorías.

Uno de los aportes relevantes de este trabajo consiste en la incorporación del paradigma interpretativo para las validaciones y las traducciones al dominio del problema abordado. No se encontraron antecedentes que estuvieran orientados a esta tarea de encontrarle 'sentido' a los resultados desde el paradigma interpretativo.

El paradigma interpretativo de las ciencias sociales se caracteriza por su actitud frente al descubrimiento y su compromiso de alteridad [14], características ambas que contribuyen a concebirlo como un complemento muy potente y adecuado para el uso de técnicas del campo de la Inteligencia Artificial.

La acción de interpretar bajo este paradigma, depende del marco teórico adoptado, de la postura epistemológica y de la actitud para el ‘descubrimiento’. Es decir, indagar en base a los resultados obtenidos mediante las tecnologías inteligentes para construir procesos interpretativos desde el sujeto cognoscente [15].

### **3. Resultados y Discusión**

Como primer objetivo, en la aplicación de TIEI, se propuso descubrir cuáles son las relaciones que caracterizan a estudiantes de Ingeniería con similitudes relevantes. Para alcanzar este objetivo el trabajo fue abordado de la siguiente manera:

En primer lugar, se aplicaron Procesos de Descubrimiento de Grupos, pretendiendo que los individuos se auto organicen conforme a sus similitudes, siendo necesario, para cada variable politómica construir una escala con métrica lineal, basada en el conocimiento del experto del dominio.

En segundo lugar, se aplicaron Procesos de Descubrimiento de Reglas de Comportamiento para detectar cuáles eran las características de los estudiantes que los agrupaban según sus similitudes. Es decir, descubrir las reglas de comportamiento de cada atributo clase para obtener un conjunto de reglas que definen cada partición.

Por último se proporcionó una descripción estadística de cada uno de los grupos con el fin de proporcionar poner más en evidencia los comportamientos de las variables escogidas para el análisis en cada uno de los agrupamientos descubiertos. Así se dio cumplimiento al objetivo propuesto.

El segundo objetivo en la aplicación de procesos de TIEI, atendía a identificar cuál era el atributo que más condiciona al rendimiento académico de los estudiantes de Ingeniería. Se desarrollaron procesos de interdependencia de atributos. El algoritmo usado fue Redes Bayesianas.

Para todos los resultados, con la participación de los expertos del dominio, los hallazgos fueron confirmados, refutados o propuestos como contribución al descubrimiento de conocimiento.

Desde el Paradigma Interpretativo [14], se enriquecieron las categorías que se detectaron a partir de los procesos de TIEI, permitiéndose descubrir nuevas y modificar las existentes a la luz de las interpretaciones hechas por los agentes sociales indagados y los significados que ellos les otorgaron.

Los participantes fueron elegidos atendiendo a la accesibilidad, a los aspectos relevantes en el marco de las construcciones conceptuales e involucrados en prácticas relacionadas con políticas de ES en contextos de masividad, tales como Estudiantes, Profesores, Secretarías Académicas, Directores de Carrera, Miembros de Consejo Directivo y otras Autoridades. En el sub- apartado siguiente se muestran algunos resultados.

#### **3.1 Hallazgos. Respuesta académica en relación con variables socioeconómicas y de procedencia geográfica:**

Se describe un ejemplo de las reglas de pertenencia a los grupos que identificó el algoritmo KMeans. Se proporciona un ejemplo de descripción de la composición del grupo, para aquellos casos en los que los hallazgos son considerados significativos por el experto del dominio ya sea porque confirman sus percepciones, porque las refutan o

por constituir un aporte novedoso. Por último, se describen sus percepciones. Todo, a modo de ejemplo.

Las variables que participan en la caracterización son: 'Beca' (si/no), 'Aprobó en cursada' (si/no), 'Córdoba' (si/no), 'Familia' (si/no), 'Trabaja' (si/no), 'Ritmo Inicial' (de 0 a 3) y 'Cumple Plan' (de 0 a 4). La Figura 1 muestra la composición de los agrupamientos. La Tabla 1 muestra las reglas de pertenencia a esos agrupamientos.

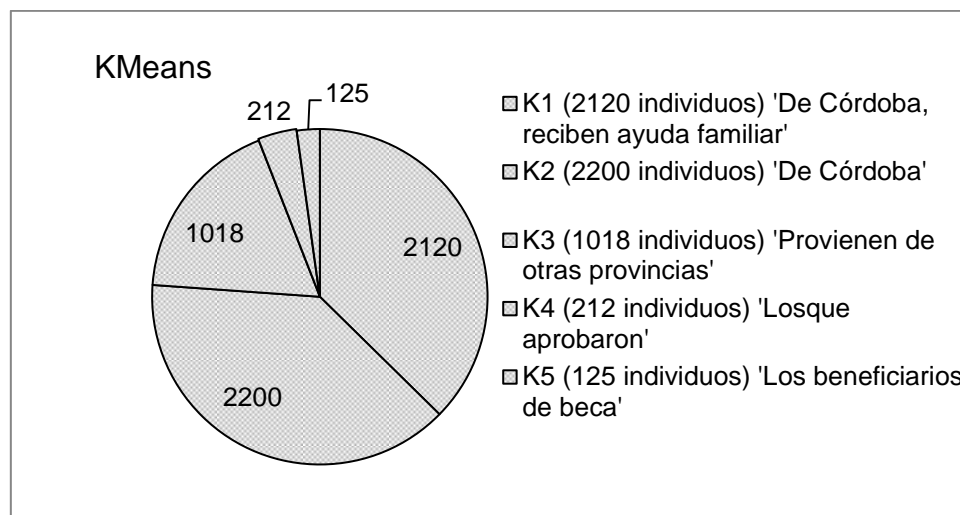


Figura 1. Composición de los agrupamientos procesado por el algoritmo KMeans.

Fuente: elaboración propia

Tabla 1. Características que distinguen a los agrupamientos. De salida de procesamiento de algoritmo TDIDT.

K1 (2120 individuos)	Proceden de Córdoba, costean sus estudios con aporte familiar, no poseen beca de ayuda económica y no aprobaron la asignatura al finalizar la cursada.
K2 (2200 individuos)	Proceden de la provincia de Córdoba, no aprobaron la asignatura en la cursada y no poseen beca
K3 (1018 individuos)	Proceden de otras provincias, no poseen beca y no aprobaron la asignatura al finalizar la cursada
K4 (212 individuos)	Aprobaron la asignatura al finalizar la cursada
K5 (125 individuos)	Poseen becas y no aprobaron al finalizar la cursada

Fuente: elaboración propia

En la tabla 2 se muestran las interpretaciones del experto del dominio, representado en la percepción a partir de los resultados encontrados, de un grupo de docentes de la asignatura correspondiente al curso masivo en estudio de la UNC.

Tabla 2. Las percepciones del Experto

K1	“Hay una correlación directa entre nivel económico, mayor disponibilidad de tiempo porque no trabajan y mejor integración con el medio, son cordobeses”
K2	“Los resultados son muy consistentes y hay una correlación directa entre nivel económico, nivel de estudios formales de sus padres y rendimiento académico”
K3	“Son estudiantes de nivel socioeconómico medio alto que no han logrado adecuarse al ritmo de estudios universitario, que se ven debilitados en un medio extraño y las características impersonales de la masividad”
K4	“La característica que distingue a este grupo como: ‘los que aprobaron al finalizar la cursada’ tienen relación con aspectos socio-económicos que podría verse materializado en el alto nivel de estudios alcanzado por ambos padres”
K5	“Su nivel socio-económico más bajo se materializa en el nivel de estudios de ambos padres, que reciben un importante apoyo de sus familias, pero que no es suficiente. En una primera mirada, sorprende que sean mujeres en su gran mayoría, tal vez asociado a las condiciones del mercado laboral. Que en casi su totalidad sean de Córdoba, tal vez explicaría que gente de otras provincias en las mismas condiciones, prefiere elegir otras opciones menos adversas, con costos de transporte más accesibles, inmediatez en materia emotiva y sentimental, etc. No sorprende que el rendimiento académico sea bajo, en su gran mayoría los estudiantes no alcanzan el ritmo académico propuesto por el plan de carrera”

Fuente: elaboración propia

#### 4. Conclusiones y recomendaciones

Si bien esta presentación persigue describir en general la contribución de la tesis doctoral y en particular, mostrar algunos ejemplos de los resultados que se pueden alcanzar, compartiendo evidencias para el caso de estudiantes de carreras de Ingeniería; resulta de singular relevancia compartir las conclusiones más generales y abarcativas del trabajo en extenso.

El diseño metodológico desarrollado es innovador en diversos ámbitos de la gestión de políticas públicas y requiere ineludiblemente de una profunda y multidisciplinaria experticia. Se lo concibe como una construcción colectiva entre actores que, de manera organizada, profundizan y ponen en diálogo al proceso.

El principal esfuerzo consiste en el tratamiento del problema desde dos enfoques que en apariencias parecen transcurrir por andariveles que nada guardan en común. Sin embargo, ambos albergan verbos comunes: ‘detectar’, ‘descubrir’, ‘indagar’, ‘comprender’, y sobre todo, interpretar. Los distingue y se convocan en el despojo de hipótesis a priori, rescatando percepciones.

Pensando en los aspectos del Diseño y gestión de políticas públicas en el siglo XXI en general, y en particular en Educación Superior, la oportunidad de incorporar estrategias



innovadoras que apliquen tecnologías inteligentes y el paradigma interpretativo de las ciencias sociales; constituye un gran aporte hacia la mejora de la calidad de vida.

## **5. Agradecimientos**

A Ramón García Martínez , mi director de tesis doctoral, intelectualmente brillante, flexible y generoso. Lamentablemente, su partida dejó vacíos difíciles de llenar.

A todo el equipo del Grupo de Investigación en Sistemas de la Información (GISI) de la Universidad Nacional de Lanús; muy especialmente a Sebastián Martins, mi co-equiper en data mining.

A la Universidad Nacional de Córdoba, por favorecer la continuidad de mis estudios de postgrado de manera continua a lo largo de mi vida.

Al Centro de Cómputos de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales por su actitud solícita, específicamente a Soledad.

## **6. Referencias**

- [1] DÍAZ, L. (2014). Una vueltita más, no me quiero bajar. Las Tecnologías de Aprendizaje y Conocimiento (TAC) y la democratización de la Educación Superior. Libro de Resúmenes del VIII Congreso Iberoamericano de Docencia Universitaria. UNR. ISBN 978-987-3638-02-2. Argentina.
- [2] DIAZ, L., MARTINS, S., GARCÍA MARTINEZ, R. (2015). Descubrimiento De Patrones Socio-Económicos De Población Estudiantil De Carreras De Ingeniería Basado En Tecnologías De Explotación De Información. TE&ET 2015. ISBN 978-950-656-154-3. Argentina.
- [3] DIAZ, L. (2016). Innovación En El Abordaje De La Gestión De La Educación Superior En Contextos De Masividad. XXI Congreso Latinoamericano de Administración para el Desarrollo. Santiago. Chile.
- [4] KUNA, H., GARCÍA MARTINEZ, R., VILLATORO, R. (2010). Identificación de causales de abandono de estudios universitarios. Uso de procesos de explotación de información. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, TE&ET. Art. 5.
- [5] GARCÍA-MARTÍNEZ, R., BRITOS, P., RODRÍGUEZ, D. 2013. Information Mining Processes Based on Intelligent Systems. Lecture Notes on Artificial Intelligence, 7906: 402-410. ISSN 0302-9743.
- [6] MARTÍN DEL BRÍO, B., SANZ, A., (2005). *Redes Neuronales y Sistemas Difusos 2ª edición*, Alfaomega Grupo Editor, Colombia.
- [7] YANN, L; BOTTOU, L; BENGIO, Y; HAFFNER, P (1998). Gradient-based learning applied to document recognition. IEEE 86 (11): 2278–2324.
- [8] FORMIA, S., LANZARINI, L., HASPERUÉ, W. (2013). Caracterización de la deserción universitaria en la UNRN utilizando Minería de Datos. Un caso de estudio. Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación N°11. Facultad de Informática, UNLP, La Plata, Argentina.

- [9] KOEDINGER, KENNETH R. (2001). Cognitive Tutors as Modeling Tools and Instructional Models. Capítulo 5 en *Smart Machines in Education*, Kenneth D. Forbus y Paul J. Feltovich (eds.). AAAI Press / MIT Press.
- [10] MORITZ, S., WEI, F., PARVEZ, S., BLANK, G. D. (2005). From Objects-First to Design-First with Multimedia and Intelligent Tutoring. *ITICSE 2005*, ACM
- [11] CATALDI, Z., SALGUEIRO, F., LAGE, F. J., GARCÍA MARTÍNEZ, R. (2010). *Sistemas Tutores Inteligentes: Los estilos del estudiante para selección de tutorado*. LIEMA Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales, LSI Laboratorio de Sistemas Inteligentes, Facultad de Ingeniería, UBA. Centro de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento Escuela de Postgrado. ITBA
- [12] MITROVIC, A., MARTIN, B., SURAWEEERA, P. (2007). Intelligent Tutors for All: The Constraint-Based Approach. *IEEE Intelligent Systems*, Vol. 22, No 4.
- [13] BORNAT, R., DEHNADI, S., HAMILTON, S. (2008). Mental models, Consistency, and Programming Aptitude. *Australian Computer Society. ACE 2008*.
- [14] VASILACHIS, I (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*. cap. 2. Ed. Barcelona. Gedisa
- [15] MENDIZABAL, N (2006). Los componentes del diseño flexible en la investigación cualitativa. En Vasichalis de Gialdino, Irene (coord.) *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona: Gedisa.