

La Pandemia. Acciones para facilitar el aprendizaje en Matemática durante el ingreso a carreras de Ingeniería

Laura Cecilia Diaz Dávila¹
Sandro Comerci⁴

José Daniel Britos²
José Luis Galoppo⁵

Gisela Andrea Hirschfeld³
Néstor Martiarena⁶

¹²³⁴⁵⁶ *Universidad Nacional de Córdoba*

*laura.diaz@unc.edu.ar, dbritos@unc.edu.ar,
ghirschfeld@unc.edu.ar, comercisandro@gmail.com*

jose.galoppo@unc.edu.ar, nestor.ricardo.martiarena@gmail.com

Resumen

En esta presentación se muestran los avances en el desarrollo de cursos on line para la asignatura Matemática del ingreso a Ingeniería, las estrategias para alcanzar un conocimiento más acabado de aspectos sociales, económicos y culturales del estudiante de educación superior en contextos de masividad y, los resultados del uso de Tecnologías Inteligentes, específicamente Aprendizaje Automático, que contribuyen a la construcción del modelo del estudiante. Constituye una propuesta innovadora e interdisciplinaria que, si bien viene desarrollándose en el marco institucional de la incorporación de la Universidad Nacional de Córdoba a edX, es absolutamente oportuna y hasta de urgente tratamiento en razón de los acontecimientos de la actual pandemia mundial. .

Palabras Clave: MOOC, Videos Educativos, Inteligencia Artificial, Matemática, Pandemia.

1. Introducción

Esta línea de investigación es el eje central del proyecto del cual forman parte los autores del trabajo. Los preocupantes resultados de las pruebas realizadas a nivel nacional en el nivel medio en matemática del sistema educativo formal durante el 2018, la necesidad de desarrollar acciones para la educación superior en contextos de masividad, focalizándose en el es-

tudiante, principal protagonista del escenario y la incorporación de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) al consorcio edX; constituyen los disparadores a partir de los cuales se organiza esta investigación. En el apartado 2 se presentan los Antecedentes con un enfoque integral que abarca a las tres líneas de investigación, en el 3 se presenta el desarrollo en relación a los procesos Audiovisuales, en el 4 se desarrollan los aspectos inherentes a la forma de indagar las percepciones de los estudiantes y sus resultados, en el 5 se muestran los procesos y resultados de la aplicación de Inteligencia Artificial basada en datos para avanzar sobre el conocimiento del estudiante, en el 6 se aplica el diseño metodológico del apartado anterior sobre la información proporcionada por las encuestas realizadas en 2019 y, en el 7 se muestran las Conclusiones generales teniendo en cuenta que en los demás apartados se realizan conclusiones preliminares para cada eje temático en particular con sus respectivos niveles de avance.

2. Antecedentes

El uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), a raíz de la cuarta y la quinta revolución tecnológica, constituye una línea de desarrollo en continua evolución en los procesos asociados a la gestión de la educación y en el diseño de herramientas educativas para la construcción colaborativa de saberes [2]. La tecnología ha impactado en las diversas for-

mas de las actividades cotidianas, dando luz a una praxis del cotidiano que modifica aspectos culturales del ser humano y de la sociedad toda. La interacción entre las personas así como la búsqueda y el manejo de información, se han modificado por el impulso de las herramientas digitales basadas en las TIC, tales como: blogs, redes sociales, sitios de Internet donde se almacenan videos, etc., favorecidos por el desarrollo y la accesibilidad a dispositivos móviles como smartphones, notebooks y tablets. El ámbito educativo no es ajeno a estos cambios; sumado a que las actuales generaciones de estudiantes se encuentran cada vez más familiarizadas con su uso, los docentes afrontan un nuevo reto, el de tomar ese potencial a su favor. En tal sentido, el uso de video cobra singular relevancia [17][1]. Dubois y Cortés, en 2005 ya sostenían que la tecnología no puede entenderse si se analiza en forma aislada de los procesos de interacción social, y que los dispositivos electrónicos, así como las TIC, no deben ser percibidos sólo como meros soportes técnicos de las actividades cotidianas, sino que representan nuevos lenguajes para el entendimiento humano, para compartir y generar experiencias de aprendizaje, emergiendo nuevos procesos y problemas educativos que requieren ser estudiados [5]. En este contexto de computadoras portátiles e Internet que hicieron posible el intercambio y el fácil acceso a fuentes de información. la construcción colectiva de saberes comprometidos con la realidad regional, las heterogeneidades de la población estudiantil, las formas narrativas y de comunicación; en síntesis, de una nueva configuración de la matriz inherente a la praxis de apropiación del conocimiento; la educación debe repensar objetivos, sus pedagogías y sus didácticas, acordes al siglo XXI [18]. Una de las manifestaciones más emblemáticas son los MOOC (por sus siglas en inglés: Massive Open Online Course); en base a ellos es posible pensar que ciudadanos de cualquier continente puedan tener acceso desde sus lugares de residencia a universidades con prestigio internacional. Orientados a atender la masividad, emerge la necesidad de herramientas que faciliten la comunicación. En su construcción, la inclu-

sión de recursos audiovisuales ofrece el acercamiento a las nuevas antropologías de aprendizaje de los estudiantes del siglo XXI y además, aprovecha las oportunidades que ofrece la Industria 4.0, constituyéndose en una nueva situación áulica [16]. Existen diferentes técnicas o estilos de producción para ser aplicado en el ámbito de la enseñanza. Su eficiencia está vinculada especialmente con la manera en la que se organice su uso en el contexto de la clase y la relación entre sus contenidos, el programa de la asignatura y quienes lo gestionan. En este contexto, este equipo transita un largo camino que inició en 2016 con la incorporación de clases, grabadas y editadas, al aula virtual sobre la plataforma Moodle, para la asignatura Introducción a la Matemática. Con posterioridad, indagadas las percepciones de los estudiantes y con la incorporación de la UNC al consorcio edX a fines de 2017, las acciones se orientaron a la producción de videos cortos, acordes a MOOC, incorporándose como un complemento al aula virtual existente. Actualmente, se desarrolla una actividad de formación continua para egresados (Curso con modalidad Taller) cuya finalidad es adquirir las habilidades necesarias en la gestión de cursos en la plataforma Open edX - Studio, acompañando desde este equipo interdisciplinario a cátedras o asignaturas que lo requieran para contribuir a la oferta de cursos en edX por parte de la UNC. En una primer instancia, a Matemática de las carreras de Ingeniería. Esta presentación muestra el tratamiento para Matemática del Ciclo de Nivelación Universitaria en el ingreso (CINEU). Este abordaje cobra mayor relevancia en razón de la demanda de educación virtual como estrategia alternativa a las formas tradicionales de enseñanza, en el momento histórico actual de la pandemia a nivel global. Además, respondiendo a la necesidad de adecuar los MOOC a sus potenciales usuarios; este equipo viene trabajando en procesos para obtener información de las percepciones de los estudiantes sobre variados aspectos, para lo cual un grupo de expertos desarrolla instrumentos orientados a conocer acerca de: la autopercepción del estudiante frente a los pro-

cesos de aprendizaje y su opinión en relación al material audiovisual que se le ofrece, aplicados a la cohorte 2019. Actualmente se está aplicando una encuesta cuya finalidad es obtener información específica acerca de las preferencias de los estudiantes para sus clases virtuales, teniendo cabal conocimiento que sus resultados están sesgados por sus actitudes frente a la pandemia actual. Por último, y desde 2012, a partir de la información de de SIU-Guaraní se conocen aspectos sociales, económicos y culturales en relación al desempeño académico, lo cual contribuye a la mejora de los procesos que involucra la educación superior en contextos de masividad. Esta información como la que generan las encuestas aplicadas y por aplicar se constituyen en insumos sobre los que se aplican modelos, procesos y algoritmos inteligentes para descubrir relaciones, asociaciones, clasificaciones, similitudes, etc.; patrones de comportamiento que encierran los datos y que no podrían detectarse por otros medios, por caso, la Estadística. Estos hallazgos; proporcionados desde el campo de la Inteligencia Artificial [9], posibilitan indagar alrededor del estudiante como principal actor del complejo escenario, que es el objetivo de esa línea de investigación. Ese mejor conocimiento a partir de los resultados del tratamiento de bases de datos con Tecnologías Inteligentes de Explotación de la Información (TIEI) se alcanza a partir del enriquecimiento desde el paradigma interpretativo de las ciencias sociales. Ello implica un aporte para el desarrollo de MOOC, posibilitando adecuarlos a sus potenciales usuarios [10]. A continuación se profundiza en el tratamiento de MOOC bajo la plataforma Open edX - Studio, exclusivamente en los aspectos que se han descrito en el presente apartado, siguiendo la misma secuencia en que fueron presentados.

3. Recursos audiovisuales en Matemática hacia el diseño de MOOC

La incorporación de los recursos multimediales, como los videos, al desarrollo de aulas vir-

tuales fue analizada por este equipo de investigación identificando algunas ventajas por sobre los materiales escritos que se pueden resumir en las siguientes [7]:

1. Ofrece variedad: intercalar un fragmento de un vídeo entre materiales y/o actividades propuestas en el aula virtual, puede romper con la monotonía. Un uso esporádico hace que los estudiantes presten más atención y estén motivados en visualizarlo.
2. Facilita la comprensión: Ofrece la posibilidad de que el estudiante lo detenga, lo retroceda para volver a lo que no entendió bien y/o lo reproduzca nuevamente para estar seguro de lo que aprendió.
3. Favorece las simulaciones: en los videos se pueden incluir imágenes en movimiento, lo que facilita las simulaciones, que en otros formatos sería muy difícil de lograr.
4. Predispone favorablemente al alumnado: ya que es un soporte muy cercano para los estudiantes: en general, los más jóvenes tienen una predisposición muy positiva hacia todo lo visual (cine, vídeo, Internet, televisión).
5. Sustenta el aprendizaje asíncrono: posibilita que el estudiante acceda a los materiales en cualquier tiempo y lugar que lo desee, que recurra a ellos en caso de que le surjan dudas mientras está estudiando y que los repita cuantas veces sea necesario. Independientemente de la masividad, puede acceder en cualquier momento al material embebido en el aula virtual, posibilitando así una amplitud de horario que en el sistema puramente presencial es restringido a un tiempo y espacio específicos.

En el Proceso de creación de los videos de Matemática del CINEU para el aula virtual sobre la plataforma Moodle incorporados en 2019, el equipo de investigadores organizó sus actividades en las siguientes [17]:

1. Detección de los temas más dificultosos de comprender: a través del análisis de los ejercicios mal resueltos en los parciales, se elaboró un diagrama de Pareto donde se pusieron en evidencia las deficiencias más significativas que presentaban los estudiantes.
2. Elaboración de los guiones: previo a la filmación de los videos, se elaboran los guiones con las ideas más importantes, ya sea mediante figuras o animaciones; o mediante la inclusión de fórmulas escritas sobre el fondo de pantalla.
3. Elección del tipo de formato del video: En los videos un docente presentó los temas y a continuación, para el desarrollo, se fue combinando el relato con variaciones en los planos, la elección de los planos de imágenes utilizados se seleccionó desde el primer momento de la realización del guión, teniendo en cuenta el formato adónde iba a ser reproducido, como así también la combinación con otros recursos de imágenes y de animación. Por ejemplo, se incluyeron en las producciones recursos tales como: letras resaltadas sobre un fondo, animaciones, las fórmulas, etc.
4. Determinación de su duración: los videos se concibieron con una duración entre 5 y 7 minutos sobre un tema específico y acotado. Basado en experiencias previas en las que se indagó acerca del tiempo adecuado del producto final.
5. Postproducción: en la etapa final se agregó música, gráficos, etc.

La experiencia de los docentes que participaron en la elaboración de los videos fue muy positiva. Mejoraron la forma de presentar los temas, se hicieron varias tomas cuando fue necesario, surgieron nuevas formas de explicar algunos temas y se adaptó su lenguaje a uno más próximo al de los alumnos a los cuales debe llegar el material, más apropiado. Como aprendizaje se

concluyó en que antes de utilizar el video como recurso educativo en un aula virtual, es necesario planificar muy bien su uso, es recomendable escoger cuidadosamente dónde, cómo y por qué utilizarlo, si se adapta a los objetivos propuestos, etc. Es decir, valorar la adecuación del recurso tanto desde el punto de vista del contenido, como de la forma de presentarlo. La posibilidad de acceder a través de la plataforma de video permite ser reproducido las veces que requiera el usuario. El intercalado en imágenes del profesor con los gráficos insertados también posibilita que el tamaño de la imagen funcione en un “diseño responsivo”, que pueda ser visto en computadoras de escritorios y notebooks y además, en dispositivos móviles como teléfonos celulares. Esta producción de videos en el aula virtual de Matemática del CINEU en 2019 bajo la plataforma Moodle, se focalizó en reforzar las competencias de los estudiantes en temas particulares, para los cuales se los enfrentó a preguntas para los estudiantes, previo a su visualización, y se los orientó en los logros esperados de aprendizaje. Además, se aplicaron encuestas para indagar las percepciones de los estudiantes acerca de: su desempeño académico, las expectativas que tenían al iniciar cada video y la utilidad al finalizarlo. Sólo el primer grupo de respuestas fue usado para el procesamiento posterior con Tecnologías Inteligentes para descubrir conocimiento basado en datos. Se trata de un total de 467 respuestas que contienen cuatro variables, con las que, como se verá más adelante, no fue posible encontrar hallazgos que contribuyan significativamente al conocimiento del estudiante. La etapa de trabajo sobre audiovisuales actualmente en desarrollo se orienta a nuevas producciones para ser incorporadas en la plataforma Open edX - Studio, que conformarán definitivamente toda la asignatura, con la finalidad última de ser incorporadas al campus virtual en edX de la UNC y así contribuir a la oferta de cursos que responden a las necesidades coyunturales de la pandemia y otras más estructurales como las deficiencias evidenciadas en Matemática en el sistema educativo formal nacional.

4. Indagando en los motivadores del estudiantes en el contexto de la pandemia: Encuesta 2020

Inspirado en las consideraciones hechas por Ryle, citadas por Piña López (2009, p.30), respecto al constructo motivación: concepto relativo a gustos y preferencias, su definición se plantea en función de las circunstancias en las que hacer o comportarse de determinada manera es evaluado como oportuno y pertinente, siempre y cuando una persona quiera hacer las cosas o practicar diferentes comportamientos”. El estudio descriptivo de los estilos de aprendizaje y el reconocimiento de las preferencias individuales de los estudiantes universitarios ayuda a los docentes a potenciar las capacidades y el rendimiento del alumnado [19]. El análisis de los usos de tecnologías digitales y de las preferencias de recursos educativos virtuales en estudiantes universitarios [11][7], resulta información de gran valor para el desarrollo de recursos on line. Para lograr conocimiento aplicable a la producción de clases audiovisuales disponibles en MOOC, se elaboró una encuesta, a modo de instrumento de recolección de datos, cuya finalidad consiste en relevar hábitos y preferencias de aprendizaje en estudiantes universitarios. Mediante formulario digital on line, se dirige a estudiantes de diversas asignaturas, carreras y Casas de Estudio. Sus resultados posibilitarán analizar diferentes perfiles de preferencias, útiles para la producción situada de dichos audiovisuales y para mejorar los procesos de aprendizaje online en el actual contexto de pandemia COVID-19. El instrumento consta de 12 ítems que atienden a aspectos demográficos y 28 ítems referidos a hábitos y preferencias de aprendizaje, especialmente a recursos de aprendizaje susceptibles de ser incorporados en una clase audiovisual y a la modalidad comunicativa verbal y no verbal de los docentes, esperada por los estudiantes universitarios. Se relevar datos demográficos como edad, género, universidad, facultad, carrera, asignatura, turno de cursado y adecuación del cursado de cada estudiante al plan de estudio. Mientras que las variables

consideradas para hábitos y preferencias se refieren a: autopercepción de la competencia para el aprendizaje en la asignatura que envía la encuesta; preferencia por estudiar solo o en grupo; hábito de socialización en plataformas educativas virtuales; preferencias temáticas en la asignatura; ritmo circadiano atencional de los estudiantes; un conjunto de hábitos de uso de medios (lector, audiovisual, lectovisual, audiovisual de aprendizaje de procedimientos, musical y lúdico digital); el grado de preferencia por dichos hábitos (lectora, audiovisual, lectovisual, audiovisual por el aprendizaje de procedimientos, musical, por juegos digitales individuales, por juegos digitales en red y por géneros de juegos digitales); y el grado de preferencia por los modos de comunicación docente (expresión humorística, verbalizaciones teóricas, verbalizaciones prácticas, expresión narrativa, componentes paralingüísticos y componentes no verbales, diferenciados por su expresión a través de manos, rostro y desplazamientos en el espacio; preferencia por la comunicación del contenido cara a cara por el docente, con voz en off por el docente, o con voz en off por un locutor). Se espera que la aplicación de esta encuesta (actualmente en proceso) permita contar con un conjunto de datos útil para obtener hallazgos de relevancia a partir de la aplicación de TIEI y del paradigma interpretativo de las ciencias sociales; que proporcione descubrimiento de conocimiento de los perfiles de sus preferencias, como se verá en el apartado siguiente para el cual esta metodología de investigación es aplicada al conocimiento del estudiante basado en datos del SIU-Guaraní.

5. Conocimiento del estudiante en base a datos de SIU-Guaraní

Esta línea de investigación, que se viene desarrollando desde 2013, se basa en un diseño metodológico cuyos procesos se piensan desde la Ingeniería de Explotación de la Información [13], como un paradigma emergente que produce insumos para construir categorías a la luz del paradigma interpretativo de investigación en las

ciencias sociales [4]. Este enfoque metodológico posibilita la transformación de información en conocimiento. Los resultados obtenidos para los estudiantes de las carreras de Ingeniería de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y para la población de estudiantes de Ciencias Económicas, ambos de la UNC, alentaron el sostenimiento de este enfoque [3]. Desde 2017, las contribuciones se orientan hacia un mejor conocimiento del estudiante en su proceso de articulación con el nivel universitario. Su impacto posibilita contar con información relevante para aquellos procesos decisionales que gestan acciones tendientes a mejorar su rendimiento académico, anticipando efectos nocivos de deserción. El primer análisis, cuyos resultados se muestran, abarca factores relacionados al desempeño académico en Matemática del CI-NEU, su entorno socioeconómico y el de su núcleo familiar, conocimiento de idiomas como evidencia de su acceso a una formación más integral, práctica de deportes como materialización de oportunidades para cuidar su salud y, su situación en relación al uso de TIC. El conjunto de datos proviene de una consulta realizada a SIU- Guaraní. Ascende a un total de 2277 registros correspondiente a los ingresantes inscriptos en la cohorte 2017, con 67 variables, que se lleva a cabo en la totalidad de las carreras de ingeniería, de geología y de biología de la FCEFyN de la UNC. Para el enfoque desde la Ingeniería de explotación de la Información, el proyecto se desarrolla bajo la metodología CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) el cual divide el proceso de minería de datos inteligente en seis fases [14]; imbricando al paradigma interpretativo de las ciencias sociales [15] en cada una de ellas:

- **Comprensión del negocio:** Se enfoca en la comprensión de los objetivos del proyecto bajo la metodología CRISP-DM, en nuestro caso: articulación entre niveles medio y universitario. La contribución desde el paradigma interpretativo implica el abordaje del problema desde los diferentes actores involucrados, mejorando su comprensión. Para este estudio se indagó al coordi-

nador del área matemática en la FCEFyN -coautor del trabajo- a profesores y ex profesores de cursos superiores en el área, a funcionarios de la Unidad Académica y a ex estudiantes.

- **Comprensión de los datos:** implica un estudio más cercano de los datos disponibles. Es esencial para evitar problemas inesperados durante la fase de preparación de datos. Contribución desde el paradigma interpretativo: El diálogo del investigador se orientó específicamente al personal técnico proveedor de la consulta en el sistema SIU-Guaraní y a los responsables de manipular la base de datos -coautores del trabajo- en las instancias de visualización y curación.
- **Preparación de los datos:** Es uno de los aspectos más importantes y con frecuencia que más tiempo exigen en la minería de datos inteligente. Dedicar los esfuerzos adecuados a las primeras fases de comprensión de los objetivos del proyecto y comprensión de los datos minimiza el trabajo. Contribución desde el paradigma interpretativo: A partir de la comprensión y el conocimiento de las anteriores, el investigador despojado de hipótesis a priori coordina los procesos más adecuados con un enriquecimiento basado en su capacidad de interpretación. Se pone en diálogo con los expertos del dominio mencionados en la primera fase.
- **Modelado:** Se seleccionarán las técnicas de modelado más apropiadas para este proyecto de Minería de Datos. En este trabajo se incluyeron: . Descubrimiento de reglas de comportamiento, para lo cual se usan algoritmos inteligentes TDIDT (Top Down. InductionTrees) como CART, Random Forest, C4.5 e ID3. . Descubrimiento de Grupos, utilizando algoritmos de agrupamiento como la red neuronal Kohonen-SOM [12], k-Means y HAC. . Ponderación de interdependencia de atributos, en donde se identifican factores de mayor incidencia

o frecuencia de ocurrencia. Para llegar a este objetivo se cuentan con algoritmos bayesianos. O bien, a partir de combinaciones entre ellos:

- Descubrimiento de reglas de pertenencia a grupos, que involucra los procesos de clustering basados en algoritmos de agrupamiento y procesos que descubren reglas de pertenencia a cada grupo.
- Ponderación de atributo relevante en reglas de pertenencia a grupos, los que ponen de manifiesto las condiciones con mayor incidencia o función de ocurrencia en las reglas de pertenencia aplicado sobre los distintos clusters.

- **Evaluación:** En la fase anterior se obtienen se obtienen uno o varios modelos sobre el comportamiento del estudiante en el proceso de articulación entre niveles medio y universitario para las dimensiones en estudio: social, económica, cultural y de rendimiento académico”. Es importante evaluar con las métricas disponibles para cada algoritmo en la plataforma usada y revisar los diseños de los modelos trabajados; antes de continuar con la secuencia. Contribución desde el paradigma interpretativo: Todos los resultados se presentan a los expertos del dominio y el investigador indaga acerca de sus percepciones.
- **Distribución:** En esta última fase se tiene como visión la utilización de los nuevos conocimientos obtenidos gracias a la evaluación de los modelos generados, con el fin de predecir el rendimiento académico de ingresantes en relación con los aspectos tratados, que posibilita actuar proactivamente frente a dificultades del futuro inmediato, para estos estudiantes y los venideros”.

A partir del data set, se procedió a dar tratamientos: de curación para conformar la base de datos integrada y, de visualización para una mejor comprensión de sus potencialidades y limitaciones en el marco de los objetivos del trabajo, que proporcionó representaciones

de carácter estadístico, útil para tomar decisiones en los procesos posteriores de aplicación de TIEI. El primer modelo escogido consistió en el descubrimiento de patrones de comportamiento que caracterizan a los agrupamientos resultantes del uso de algoritmos inteligentes. Se realizó una investigación exploratoria preliminar para definir el modelo con exhaustividad. A partir de los procesos para descubrir las reglas que caracterizan la pertenencia a cada uno de los cuatro agrupamientos, se describen las características de cada uno de los grupos de estudiantes[6] :

- **SOM 1_1:** El primero de los grupos consta de 744 estudiantes que no aprobaron matemática conforme al plan de carrera, cursaron a lo sumo una materia en el primer semestre y la cantidad de materias aprobadas en total es menor a tres. Al momento de relevamiento la gran mayoría no posee promedio, esto en base a que las materias del CINEU no poseen nota, como se indicó con anterioridad. Trabajan y los padres poseen estudios de nivel secundario completo o inferiores. Costean sus estudios con aporte familiar o mediante su trabajo, además en este grupo hay estudiantes con hijos.
- **SOM 1_2:** Contiene 523 alumnos de los cuales 124 no aprobaron matemática mientras que el resto logro aprobar la materia en el re cursado o julio de 2017. Cursaron a lo sumo dos materias en el primer semestre y como en el grupo anterior, la cantidad de materias aprobadas en total es menor a tres. La gran mayoría no posee promedio. Trabajan y los padres poseen estudios secundarios completos. Costean sus estudios con su trabajo y viven con su pareja.
- **SOM 2_1:** Comprende a 174 estudiantes que aprobaron matemática en febrero, el re cursado o julio, cursaron dos o más materias en el primer semestre y la cantidad de materias aprobadas en total es mayor a tres. Hablan dos o más idiomas, que incluye en todos los casos a inglés. No trabajan. Ambos padres poseen estudios se-

cundarios o superiores completos y trabajan. Costean sus estudios con aporte familiar y viven con su familia de origen, compañeros o solo.

- SOM 2.2: Agrupa a 836, aprobaron matemática en el turno diciembre de 2016, antes de los cursillos de febrero de 2017. Cursaron al menos dos materias en el primer semestre con promedios mayores a seis puntos. Hablan dos o más idiomas, como en el anterior, inglés es el común. Poseen beca además de obra social; sus padres poseen estudios superiores y viven con su familia de origen, compañeros o solos. La forma más importante con la que costea sus estudios es mediante la utilización de la beca.

Posteriormente se realizó un test ANOVA de una vía para visualizar la consistencia de las demás variables que no intervienen en los algoritmos. Los agrupamientos 2.1 y 2.2 resultaron ser los más consistentes para las variables: “Vive con”, “beca”, “cantidad de hijos” y “trabaja”; con una varianza intra grupal inferior a la varianza intergrupal. Otro hallazgo relevante refiere al nivel de estudios alcanzado por los padres. Se constató que para todos los agrupamientos el nivel de estudios de la madre es superior al del padre; que en los agrupamientos con más bajo rendimiento académico (SOM 1.1 y SOM 1.2) el nivel de estudios de la madre participa en la conformación de las reglas de pertenencia, y que en el cluster 2.1 tiene una varianza intra grupal significativamente inferior que la varianza total, correspondiente al nivel de estudios Secundario completo o superior alcanzado por la madre. Estas interpretaciones son consistentes con la base de conocimiento que se viene consolidando en trabajos anteriores [3] y dan cuenta de comportamientos sociales, económicos y culturales que animan a aproximarse más a la comprensión del estudiante a través de investigaciones de esta índole. El próximo objetivo consiste en aplicar el diseño metodológico en otras cohortes con la finalidad de generalizar predicciones que contribuyan a la mejora del rendimiento académico.

6. Conocimiento del estudiante en base a la información proporcionada por la encuesta 2019

Hacia fines de 2019 se aplicaron las encuestas a las que se hizo referencia en el apartado de Audiovisuales. Las respuestas de los estudiantes para cada uno de los videos disponibles en el aula virtual sólo tuvieron tratamiento estadístico; en tanto que las respuestas de la encuesta en relación a su autopercepción de competencias y dedicación para enfrentar el examen de CINEU [8] ; tuvieron similar tratamiento al desarrollado para el conjunto de datos provenientes de SIU-Guaraní. Las variables se operacionalizaron a través de las respuestas a estos interrogantes: “¿Estás preparándote para rendir?”; “¿Cuánto tiempo dedicas a tu preparación por semana?”; “¿Consideras que has sido un buen estudiante en Matemática?” “En general para cualquier materia, ¿cómo te consideras como estudiante?”. Si bien escasas, se aplicó el diseño metodológico desarrollado en el apartado anterior; visualizando previamente el comportamiento de la variación del número de agrupamientos en la curva Elbow con librerías de Python. A pesar de la pobreza de información disponible en el conjunto de datos, los algoritmos inteligentes mostraron un excelente desempeño, aunque el conocimiento que emerge de ellos está limitado a las variables que se involucra. Los algoritmos SOM separaron a: 1- Los que están preparándose para rendir, solos o con apoyo de familiares y amigos, (252 estudiantes) dentro de los cuales sólo el 23 por ciento expresa que alcanzó un alto rendimiento académico en el nivel medio. 2- El resto de los estudiantes se está preparando con apoyo de academias, profesores, tutores, etc. y considera que alcanzó un alto desempeño aunque no necesariamente materializado en promedios elevados. Los algoritmos K-Means agruparon, en una primera instancia a los que están preparándose para rendir solos o con apoyos de familiares y amigos (280 estudiantes) del resto. En una segunda instancia,

con $k=3$, se observó: 1- Los que se consideran buenos estudiantes y dedican mucho tiempo a su preparación (222 estudiantes) 2- Los que se consideran buenos estudiantes, dedican menos tiempo y se preparan con apoyo de academias, profesores, tutores, etc. (57 estudiantes) 3- Los que no se consideran buenos estudiantes y están preparándose para rendir solos o con apoyo familiar (71 estudiantes) 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, 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 actores indagados y los significados que ellos les otorgaron. Sin embargo, estas interpretaciones no contribuyen significativamente a los objetivos planteados en esta línea de investigación.

7. Conclusiones y líneas de trabajo sugeridas

Para cada temática abordada, en sus apartados correspondientes, se han expuesto: metodología, resultados, conclusiones preliminares y nuevas líneas de trabajo; a partir de lo cual sólo resta hacer apreciaciones sobre la problemática en general, inmersa en el contexto actual. A lo largo del trabajo se han puesto en evidencia dos motivaciones, la primera está en relación con la incorporación de recursos audiovisuales y nuevas plataformas educativas más acordes a los paradigmas de aprendizaje on line que emergen como insoslayables en el contexto actual de la pandemia mundial y, que prometen ser las bases de la cotidianidad “del día después”. La segunda consiste en la necesidad de profundizar en el conocimiento del estudiante para contribuir a generar acciones que mejor impacten en su rendimiento académico, a través del uso de tecnologías inteligentes, aplicados a diseños de cursos abiertos masivos online en el proce-

so de articulación con el nivel universitario. Sin lugar a duda, esta presentación podría constituir otras tres, independientes entre sí. La decisión de un tratamiento integral para luego dar lugar a la segmentación de cada una de las tres temáticas, con diferente profundidad y extensión, está basada en la necesidad de jerarquizar la interdisciplinariedad y el trabajo interrelacionado entre esos tres ejes. Además, en jerarquizar el cambio paradigmático en los procesos de aprendizaje. Hoy se concibe a la construcción de MOOC como una gran maquinaria cuyas piezas se imbrican para producir una mejora en la accesibilidad y la calidad del aprendizaje: docentes, expertos en medios audiovisuales, en plataformas educativas, desarrolladores de software, expertos en educación, psicólogos, psicopedagogos, expertos en inteligencia artificial, en redes y comunicaciones, se aunan en una inmensa lista cuya enunciación no finaliza acá.

Referencias

- [1] J. D. Britos, S. E. Arias, and G. Hirschfeld. Los MOOC un desafío para Latinoamérica. In *X Congreso sobre Tecnología en Educación & Educación en Tecnología (TE & ET)(Corrientes, 2015)*, 2015.
- [2] L. Díaz and R. García Martínez. Hacia Una Praxis Transformadora De La Comprensión Del Estudiante De Educación Superior en Contextos De Masividad. *VI Coloquio Internacional: Estado, Política Pública y Acción Colectiva*, 2015.
- [3] L. C. Díaz, S. Martins, and R. García Martínez. Descubrimiento de patrones socio-económicos de población estudiantil de carreras de Ingeniería basado en tecnologías de explotación de información. In *X Congreso sobre Tecnología en Educación & Educación en Tecnología (TE & ET)(Corrientes, 2015)*, 2015.

- [4] V. De Gialdino. Estrategias de investigación cualitativa. *Barcelona: Gedisa*, pages 42–50, 2006.
- [5] A. Dubois. Nuevas tecnologías de la Comunicación para el desarrollo humano. *Cuadernos de Trabajo Hegoa*, (37), 2005.
- [6] L. C. D. Dávila, S. Comerci, and S. E. A. J. M. Piro. Tecnologías disruptivas. *Miradas críticas de la apropiación en América Latina*, page 175. Publisher: JSTOR.
- [7] E. E. G. Echenique, L. M. Molías, and M. Bullen. Usos académicos y sociales de las tecnologías digitales del estudiante universitario de primer año. *Tendencias pedagógicas*, (23):191–204, 2014. Publisher: Departamento de Didáctica y Teoría de la Educación.
- [8] L. E. Flores and S. I. Mariño. Revisión sistemática de literatura: explotación de información y tecnologías GIS aplicadas para hallar patrones delictivos. 2019. Publisher: Universidad Tecnológica de El Salvador, Vicerrectoría de Investigación y
- [9] S. Formia, L. C. Lanzarini, and W. Hasperué. Caracterización de la deserción universitaria en la UNRN utilizando Minería de Datos. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, (11):92–98, 2013.
- [10] R. García-Martínez, P. Britos, and D. Rodríguez. Information mining processes based on intelligent systems. In *International Conference on Industrial, Engineering and Other Applications of Applied Intelligent Systems*, pages 402–410. Springer, 2013.
- [11] M. Gilabert. Desarrollo de materiales para la enseñanza virtual de contabilidad en el nivel superior. Orientaciones y criterios. page 73.
- [12] T. Kohonen. Self-organized formation of topologically correct feature maps. *Biological cybernetics*, 43(1):59–69, 1982. Publisher: Springer.
- [13] H. Kuna, R. V. García-Martínez, and F. Villatoro. Pattern discovery in university students desertion based on data mining. In *Proceedings of The IV Meeting on Dynamics of Social and Economic Systems*, volume 2, pages 275–285, 2010. Issue: 2.
- [14] S. Martins. Derivación del Proceso de Explotación de Información desde el Modelado del Negocio. *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, 2(1):53–76, 2014.
- [15] N. Mendizábal. Los componentes del diseño flexible en la investigación cualitativa. *Estrategias de investigación cualitativa*, 1:65–106, 2006.
- [16] L. B. Ramos. ¿Qué es el vídeo educativo? *Comunicar*, (6), 1996. Publisher: Grupo Comunicar.
- [17] R. A. Rodríguez Licea, B. S. López Frías, and F. J. Mortera Gutiérrez. El video como Recurso Educativo Abierto y la enseñanza de Matemáticas. *Revista electrónica de investigación educativa*, 19(3):92–100, 2017. Publisher: Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Investigación y
- [18] M. G. B. Sánchez, A. R. M. Moreno, and R. H. Torres. El uso de material didáctico y las tecnologías de información y comunicación (TIC's) para mejorar el alcance académico. *Ciencia y tecnología*, 2014.
- [19] A. C. Ventura, R. Gagliardi, and N. Moscoloni. Estudio descriptivo de los estilos de aprendizaje de estudiantes universitarios argentinos. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, 5(9), 2012.