

Nueva forma de comunicación e interacción en el proceso educativo sobre la probabilidad por medio de una aplicación web

Ricardo-Adán Salas-Rueda, Érika-Patricia Salas-Rueda & Rodrigo-David Salas-Rueda

Universidad Nacional Autónoma de México / Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey / Universidad Autónoma Metropolitana

E-mail: ricardoadansalasrueda@hotmail.com / serik_patt@hotmail.com / rodrigodavidsalas@hotmail.com

Resumen

Esta investigación cuantitativa analiza el impacto de la Aplicación web para el Proceso Educativo Superior sobre la Probabilidad (APESP) en la asignatura Instrumentación estadística para los negocios. La muestra está compuesta por 61 alumnos que cursaron el segundo semestre de las Licenciaturas en Administración, Mercadotecnia, Informática, Comercio y Contaduría en una universidad mexicana. Los resultados del aprendizaje automático (regresión lineal) con el 50 %, 60 %, 70 % y 80 % de entrenamiento indican que la APESP favorece la asimilación del conocimiento y

el desarrollo de las habilidades en el proceso educativo sobre la probabilidad de eventos e intersección. La ciencia de datos (técnica árbol de decisión) permite identificar y establecer diversos modelos predictivos sobre el uso de la APESP en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Asimismo, el teorema de Bayes predice el impacto de la APESP (contenidos) en el proceso educativo sobre la probabilidad. Por último, la APESP es una herramienta tecnológica innovadora que facilita el aprendizaje en el campo de la estadística por medio de la simulación de datos.

Palabras clave: tecnología; educación superior; ciencia de datos; aprendizaje automático.

Data de submissão: 2018-12-17. Data de aprovação: 2020-04-27.

Revista Estudos em Comunicação é financiada por Fundos FEDER através do Programa Operacional Factores de Competitividade – COMPETE e por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do projeto *LabCom – Comunicação e Artes*, UIDB/00661/2020.



New form of communication and interaction in the educational process about probability through a web application

Abstract

This quantitative research analyzes the impact of the web application for the Higher Education Process on Probability (APESP) in the Statistical Instrumentation for Business subject. The sample is composed of 61 students who attended the second semester of the Bachelor of Administration, Marketing, Information Technology, Commerce and Accounting in a Mexican university. The results of automatic learning (linear regression) with 50 %, 60 %, 70 % and 80 % of training indicate that APESP favors the assimilation of know-

ledge and development of skills in the educational process on the probability of events and intersection. Data science (decision tree technique) allows identifying and establishing different predictive models on the use of APESP in the teaching-learning process. Likewise, Bayes' theorem predicts the impact of APESP (contents) on the educational process of probability. Finally, APESP is an innovative technological tool that facilitates learning in the field of statistics through data simulation.

Keywords: technology; higher education; data science; machine learning.

Introducción

LOS avances de la Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) están provocando la modificación y actualización de las competencias digitales y profesionales en los docentes con el propósito de facilitar la creación de nuevos espacios virtuales educativos (Belland, Walker, Kim y Lefler, 2017; Tejada y Pozos, 2018). En particular, la competencia digital permite la selección, construcción, producción y evaluación de los contextos para el aprendizaje y la enseñanza en Internet (Tejada y Pozos, 2018).

La educación a distancia está provocando que las universidades evalúen sus fortalezas y debilidades con la finalidad de mejorar las prácticas escolares a través de la tecnología (Delgaty, 2017). De hecho, el uso de las aplicaciones y plataformas web en el campo educativo se está incrementando debido a que estas herramientas tecnológicas permiten el acceso, la distribución y el manejo de la información en Internet (Hamdan, Mohamad y Shaharuddin, 2017).

De acuerdo con Leontyeva (2018), la educación a distancia se está convirtiendo en la modalidad de enseñanza-aprendizaje más solicitada en las universidades durante la última década debido a que ésta permite personalizar el proceso educativo. Incluso, los cursos en línea y las aplicaciones en la red facilitan la obtención del aprendizaje

significativo por medio de la búsqueda, la organización y el manejo de información (Khan, Egbue, Palkie y Madden, 2017).

Las instituciones educativas están organizando, utilizando y construyendo diversos espacios dinámicos virtuales para facilitar el aprendizaje de los estudiantes por medio de los foros, los cursos en línea, las redes sociales, las aplicaciones web y los simuladores (Arasaratnam y Northcote, 2017). Por consiguiente, esta investigación cuantitativa analiza el impacto de la APESP en el proceso educativo sobre la probabilidad de eventos e intersección.

Las preguntas de investigación son:

- ¿Cuál es el impacto de la APESP en la asimilación del conocimiento y el desarrollo de las habilidades matemáticas durante el proceso educativo sobre la probabilidad considerando el aprendizaje automático (regresión lineal)?
- ¿Cuáles son los modelos predictivos sobre el uso de la APESP en el proceso educativo de la probabilidad de eventos e intersección considerando la técnica árbol de decisión?
- ¿Cómo influye los contenidos de la APESP en el proceso educativo considerando la probabilidad bayesiana?

1. TIC en el campo educativo

El desarrollo de la ciencia junto con la tecnología está transformando los sectores de la sociedad en el Siglo XXI (Brinkley, 2018; Sung, Yang y Lee, 2017; Zheng, Warschauer, Lin y Chang, 2016). Por ejemplo, las instituciones educativas están buscando innovar la planeación y organización de las actividades escolares por medio de las herramientas digitales (Clark, Tanner y Killingsworth, 2016; Curcic, Milinkovic y Radivojevic, 2018; Salas y Salas, 2018). Cabe mencionar que las aplicaciones tecnológicas permiten que los estudiantes adquieran un rol activo y central durante el aprendizaje (Curcic, Milinkovic y Radivojevic, 2018).

E-learning se refiere al uso de las tecnologías digitales y/o electrónicas en el campo educativo (Gupta, Marsden, Oluca, Sharma y Lucas, 2017). Cabe mencionar que Internet ofrece la oportunidad de mejorar las condiciones de enseñanza-aprendizaje desde cualquier lugar y momento por medio del uso y/o desarrollo de las aplicaciones en línea y los sistemas web (Gupta, Marsden, Oluca, Sharma y Lucas, 2017).

En la actualidad, las herramientas digitales son más baratas y accesibles para los docentes y estudiantes, lo cual está originando una transformación radical en el contexto educativo (Ailincai y Gabillon, 2018). De hecho, las características de la sociedad en el Siglo XXI está originando la creación de actividades escolares que faciliten el uso y la aplicación del contenido teórico de las asignaturas en los contextos productivos por medio de la tecnología (Bushmeleva, Sakhieva, Konyushenko y Kopylov, 2018).

En el campo de las matemáticas, diversos autores han incorporado las herramientas tecnológicas en el aula para mejorar las condiciones de enseñanza-aprendizaje en los niveles de primaria (Soydan, 2015), secundaria (Chan, 2015) y superior (Salas, Vázquez y Lugo, 2016; Nolan y Swart, 2015).

De acuerdo con Chan (2015), el empleo del software dinámico sobre la geometría (p.ej., Geometer's Sketchpad y GeoGebra) en el salón de clases mejora la asimilación del conocimiento, facilita el desarrollo de las habilidades e incrementa la motivación durante el proceso de aprendizaje. En el nivel primaria, los docentes utilizan las pizarras digitales interactivas (smart boards) con la finalidad de desarrollar las habilidades en los alumnos (Soydan, 2015).

Nolan y Swart (2015) mejoraron las condiciones de enseñanza-aprendizaje sobre la estadística a través de los videos YouTube, la hoja de cálculo, las presentaciones en PowerPoint y la calculadora financiera en el nivel universitario. Del mismo modo, Salas (2018) utilizó el modelo TPACK para desarrollar las competencias de los estudiantes en la asignatura Matemáticas Computacionales a través del software Raptor, los videos YouTube y la red social Facebook.

Asimismo, Salas, Vázquez y Lugo (2016) construyeron una aplicación web para mejorar el proceso educativo sobre las derivadas por medio de la usabilidad web y la accesibilidad de los contenidos audiovisuales. Por último, las aplicaciones digitales y de comunicación son utilizadas en las instituciones educativas como herramientas de apoyo para el proceso de enseñanza-aprendizaje con la finalidad de lograr la innovación en las actividades y prácticas escolares (Chen, Wang, Kirschner y Tsai, 2018; Ekmekci y Gulacar, 2015; Vanslambrouck, Zhu, Lombaerts, Philipsen y Tondeur, 2018).

2. Metodología

El objetivo de esta investigación cuantitativa es analizar el impacto de la Aplicación web para el Proceso Educativo Superior sobre la Probabilidad (APESP) por medio de la ciencia de datos y el aprendizaje automático.

Los participantes son 61 alumnos de la asignatura Instrumentación estadística para los negocios, los cuales cursaron el segundo semestre de las Licenciaturas en Administración, Mercadotecnia, Informática, Comercio y Contaduría en una universidad mexicana durante el ciclo escolar 2018.

2.1. Procedimiento

El procedimiento de esta investigación inició con el diseño y la construcción de la APESP con el propósito de mejorar las condiciones de enseñanza-aprendizaje. Esta aplicación web presenta el procedimiento sobre la probabilidad de eventos e intersección por medio de la simulación de datos.

De hecho, la APESP calcula la probabilidad de los eventos sobre la Licenciaturas (Administración, Derecho y Sistemas) y los Criterios de selección para la universidad (Calidad, Instalaciones y Ubicación). La Figura 1 muestra la solicitud de la información (número de personas) para iniciar la simulación en la APESP.

	Calidad (C)	Instalaciones (I)	Ubicación (U)
Administración (A)	3	5	0
Derecho (D)	6	3	4
Sistemas (S)	6	2	5

Probabilidad sobre la licenciatura

Figura 1. Solicitud de información en la APESP.

Cabe mencionar que la APESP está disponible en la siguiente dirección web: <http://sistemasusables.com/estadisticaavanzada/sistema6/inicio.html>

La Figura 2 muestra el cálculo de la probabilidad sobre el evento de las Licenciaturas en la APESP.

	Calidad (C)	Instalaciones (I)	Ubicación (U)	Total
Administración (A)	3	5	0	8
Derecho (D)	6	3	4	13
Sistemas (S)	6	2	5	13
				34

	Probabilidad de licenciatura
Administración (A)	8 / 34 = 0.2353
Derecho (D)	13 / 34 = 0.3824
Sistemas (S)	13 / 34 = 0.3824
	1

Probabilidad sobre la universidad

Figura 2. Probabilidad de las Licenciaturas en la APESP.

La APESP presenta el cálculo de la probabilidad sobre los Criterios de selección para la universidad (Ver Figura 3).

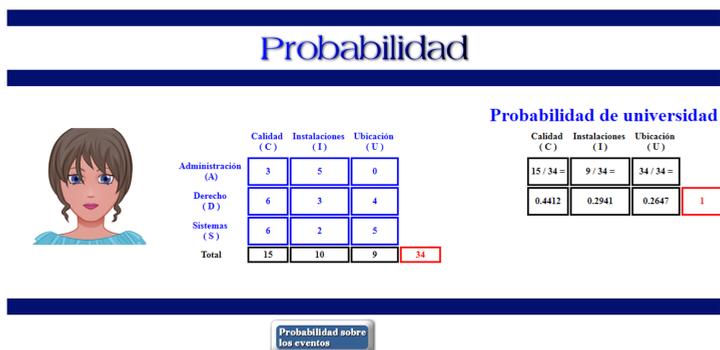


Figura 3. Probabilidad sobre los Criterios de selección en la APESP.

Por último, la APESP presenta el cálculo de la probabilidad de intersección (Ver Figura 4).

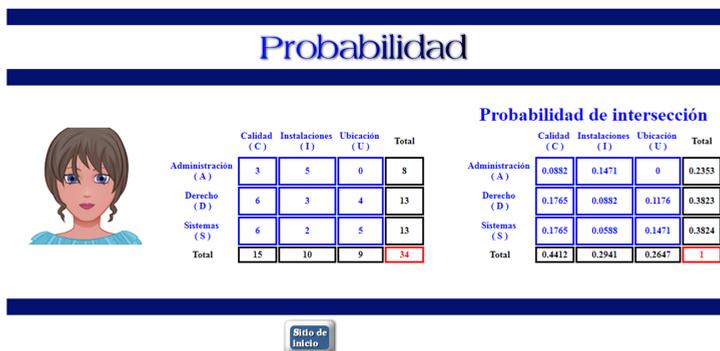


Figura 4. Probabilidad de intersección en la APESP.

Las hipótesis de investigación sobre el impacto de la APESP en el proceso de enseñanza-aprendizaje son:

- H1: La APESP influye positivamente en la asimilación del conocimiento sobre la probabilidad de eventos
- H2: La APESP influye positivamente en la asimilación del conocimiento sobre la probabilidad de intersección

- H3: La APESP influye positivamente en el desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de eventos
- H4: La APESP influye positivamente en el desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de intersección

La herramienta Rapidminer permite realizar el cálculo sobre el aprendizaje automático (regresión lineal) con 50 %, 60 %, 70 % y 80 % de entrenamiento y la identificación de los modelos predictivos sobre el uso de la APESP en el proceso educativo.

La Figura 5 muestra el uso de la herramienta Rapidminer para el aprendizaje automático (machine learning).

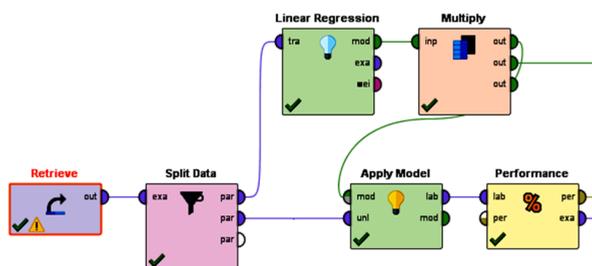


Figura 5. Aprendizaje automático en la herramienta Rapidminer.

Cabe mencionar que el componente Split Data permite establecer los valores de entrenamiento: 50 %, 60 %, 70 % y 80 % (Ver Figura 5).

La Figura 6 muestra el uso de la herramienta Rapidminer para la construcción de los modelos predictivos por medio de la técnica árbol de decisión.

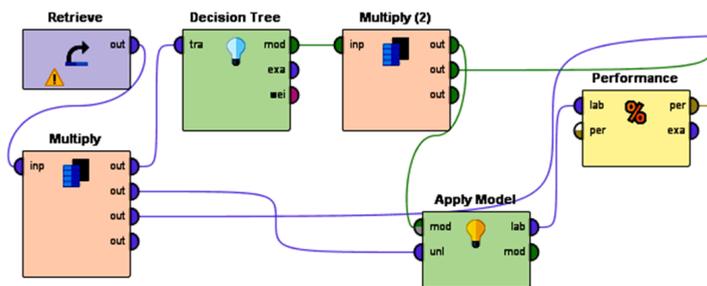


Figura 6. Modelos predictivos en la herramienta Rapidminer.

El perfil del estudiante (carrera, edad y sexo), el proceso educativo sobre la probabilidad de eventos e intersección (asimilación del conocimiento y desarrollo de habi-

lidades matemáticas) y la APESP son utilizados para la construcción de los siguientes modelos predictivos:

- Modelo predictivo 1 sobre la APESP y la asimilación del conocimiento sobre la probabilidad de eventos
- Modelo predictivo 2 sobre la APESP y la asimilación del conocimiento sobre la probabilidad de intersección
- Modelo predictivo 3 sobre la APESP y el desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de eventos
- Modelo predictivo 4 sobre la APESP y el desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de intersección

La Figura 7 muestra la información utilizada para la construcción del modelo predictivo 1.

Row No.	Asimilación ...	Sexo	Edad	Carrera	Contenidos
1	Mucho	Mujer	19	merca	Buenos
2	Mucho	Mujer	18	adm	Buenos
3	Demasiado	Mujer	18	conta	Muy buenos
4	Mucho	Hombre	19	com	Buenos

Figura 7. Información del modelo predictivo 1.

La Figura 8 muestra el uso de la herramienta Rapidminer para el cálculo de la probabilidad bayesiana.

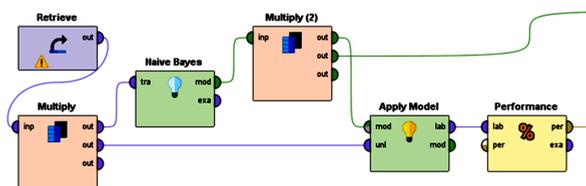


Figura 8. Probabilidad bayesiana en la herramienta Rapidminer.

2.2. Recolección de datos

La Tabla 1 muestra el instrumento de medición utilizado en esta investigación.

Tabla 1. Instrumento de medición.

No.	Variable	Dimensión	Escala de medición	Uso
1	Perfil del alumno	Edad	18, 19, 20, 21, 22, 23 y 24 años	Técnica árbol de decisión
		Carrera	Administración, Informática, Mercadotecnia, Contaduría y Comercio	
		Sexo	Hombre y Mujer	
2	APESP	Contenidos	Muy Buenos (1), Buenos (2), Malos (3) y Muy Malos (4)	Técnica árbol de decisión Aprendizaje automático Probabilidad bayesiana
3	Asimilación del conocimiento	Probabilidad de eventos	Demasiado (1), Mucho (2), Poco (3) y Muy Poco (4)	Técnica árbol de decisión Aprendizaje automático Probabilidad bayesiana
		Probabilidad de intersección	Demasiado (1), Mucho (2), Poco (3) y Muy Poco (4)	
4	Desarrollo de habilidades matemáticas	Probabilidad de eventos	Demasiado (1), Mucho (2), Poco (3) y Muy Poco (4)	Técnica árbol de decisión Aprendizaje automático Probabilidad bayesiana
		Probabilidad de intersección	Demasiado (1), Mucho (2), Poco (3) y Muy Poco (4)	

2.3 Análisis de datos

El instrumento de medición es aplicado a los alumnos de la asignatura Instrumentación estadística para los negocios al finalizar los temas de la probabilidad durante el ciclo escolar 2018. La herramienta Rapidminer permite realizar el cálculo sobre el

aprendizaje automático (regresión lineal) y la construcción de los modelos predictivos sobre el uso de la APESP en el proceso educativo de la probabilidad por medio de la técnica árbol de decisión y el teorema bayesiano.

3. Resultados

A continuación se presentan los resultados de esta investigación cuantitativa relacionada con el impacto de la APESP en el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre la probabilidad de eventos e intersección.

3.1 Impacto de la APESP

Los resultados del aprendizaje automático (regresión lineal) con 50 % de entrenamiento y 50 % de evaluación indican que la hipótesis 1 (0.700), hipótesis 2 (0.491), hipótesis 3 (0.367) y hipótesis 4 (0.423) son aceptadas. Por consiguiente, la APESP influye positivamente en la asimilación del conocimiento y el desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de eventos e intersección (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Aprendizaje automático con 50 % de entrenamiento.

Hipótesis	Regresión lineal	Conclusión	Error al cuadrado
H1: APESP → asimilación del conocimiento sobre la probabilidad de eventos	$y = 0.700x + 0.376$	Acepta: 0.700	0.154
H2: APESP → asimilación del conocimiento sobre la probabilidad de intersección	$y = 0.491x + 0.739$	Acepta: 0.491	0.257
H3: APESP → desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de eventos	$y = 0.367x + 0.709$	Acepta: 0.367	0.112
H4: APESP → desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de intersección	$y = 0.423x + 0.653$	Acepta: 0.423	0.104

Del mismo modo, la hipótesis 1 (0.641), hipótesis 2 (0.473), hipótesis 3 (0.391) y hipótesis 4 (0.375) son aceptadas considerando el aprendizaje máquina con 60 % de entrenamiento y 40 % de evaluación (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Aprendizaje automático con 60 % de entrenamiento.

Hipótesis	Regresión lineal	Conclusión	Error al cuadrado
H1: APESP → asimilación del conocimiento sobre la probabilidad de eventos	$y = 0.641x + 0.417$	Acepta: 0.641	0.146
H2: APESP → asimilación del conocimiento sobre la probabilidad de intersección	$y = 0.473x + 0.702$	Acepta: 0.473	0.271
H3: APESP → desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de eventos	$y = 0.391x + 0.667$	Acepta: 0.391	0.116
H4: APESP → desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de intersección	$y = 0.375x + 0.676$	Acepta: 0.375	0.128

La Tabla 4 muestra que las hipótesis sobre el impacto de la APESP en el proceso educativo son aceptadas considerando el aprendizaje automático con 70 % de entrenamiento y 30 % de evaluación.

Tabla 4. Aprendizaje automático con 70 % de entrenamiento.

Hipótesis	Regresión lineal	Conclusión	Error al cuadrado
H1: APESP → asimilación del conocimiento sobre la probabilidad de eventos	$y = 0.634x + 0.413$	Acepta: 0.634	0.167
H2: APESP → asimilación del conocimiento sobre la probabilidad de intersección	$y = 0.538x + 0.603$	Acepta: 0.538	0.347
H3: APESP → desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de eventos	$y = 0.406x + 0.640$	Acepta: 0.406	0.123
H4: APESP → desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de intersección	$y = 0.380x + 0.666$	Acepta: 0.380	0.141

Del mismo modo, la hipótesis 1 (0.668), hipótesis 2 (0.546), hipótesis 3 (0.418) y hipótesis 4 (0.459) son aceptadas considerando el aprendizaje máquina con 80 % de entrenamiento y 20 % de evaluación (Ver Tabla 5).

Tabla 5. Aprendizaje automático con 80 % de entrenamiento.

Hipótesis	Regresión lineal	Conclusión	Error al cuadrado
H1: APESP → asimilación del conocimiento sobre la probabilidad de eventos	$y = 0.668x + 0.371$	Acepta: 0.668	0.231
H2: APESP → asimilación del conocimiento sobre la probabilidad de intersección	$y = 0.546x + 0.573$	Acepta: 0.546	0.475
H3: APESP → desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de eventos	$y = 0.418x + 0.621$	Acepta: 0.418	0.141
H4: APESP → desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de intersección	$y = 0.459x + 0.580$	Acepta: 0.459	0.126

3.2. Ciencia de datos

La técnica de árbol de decisión (ciencia de datos) es utilizada para la construcción de los modelos predictivos sobre el uso de la APESP en el proceso educativo considerando el perfil de los estudiantes.

La Figura 9 muestra el modelo predictivo 1. Si el estudiante piensa que los contenidos de la APESP son buenos y estudia la carrera en Mercadotecnia entonces esta aplicación web facilita mucho la asimilación del conocimiento sobre la probabilidad de eventos.

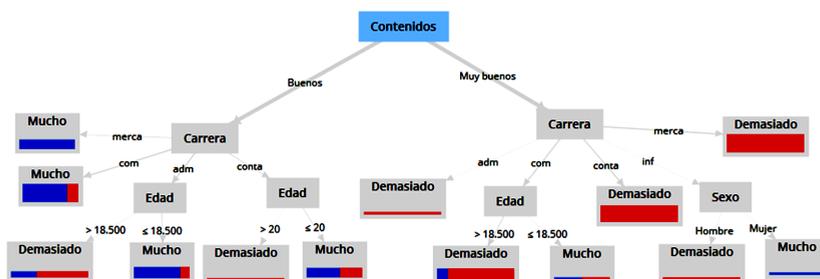


Figura 9. Modelo predictivo 1 sobre la APESP.

La Tabla 6 muestra las condiciones del modelo predictivo 1 sobre el impacto de la APESP en la asimilación del conocimiento (probabilidad de eventos).

Tabla 6. Condiciones del modelo predictivo 1.

No.	Contenidos de la APESP	Edad	Sexo	Carrera	Asimilación del conocimiento sobre la probabilidad de eventos
1	Buenos	-	-	Mercadotecnia	Mucho
2	Buenos	-	-	Comercio	Mucho
3	Buenos	>18.5 años	-	Administración	Demasiado
4	Buenos	≤ 18.5 años	-	Administración	Mucho
5	Buenos	>20 años	-	Contaduría	Demasiado
6	Buenos	≤ 20 años	-	Contaduría	Mucho
7	Muy buenos	-	-	Mercadotecnia	Demasiado
8	Muy buenos	-	Mujer	Informática	Mucho
9	Muy buenos	-	Hombre	Informática	Demasiado
10	Muy buenos	-	-	Contaduría	Demasiado
11	Muy buenos	>18.5 años	-	Comercio	Demasiado
12	Muy buenos	≤ 18.5 años	-	Comercio	Mucho

La exactitud del modelo predictivo 1 es 86.89 % (Ver Figura 10).

accuracy: 86.89%

	true Mucho	true Demasiado	class precision
pred. Mucho	23	6	79.31%
pred. Demasiado	2	30	93.75%
class recall	92.00%	83.33%	

Figura 10. Exactitud del modelo predictivo 1.

De acuerdo con la probabilidad bayesiana, los contenidos de la APESP influirán Demasiado (0.590) y Mucho (0.410) en la asimilación del conocimiento (probabilidad de eventos). La exactitud de este modelo predictivo es 81.97 % (Ver Figura 11).

accuracy: 81.97%

	true Mucho	true Demasiado	class precision
pred. Mucho	22	8	73.33%
pred. Demasiado	3	28	90.32%
class recall	88.00%	77.78%	

Figura 11. Exactitud de la probabilidad bayesiana en el modelo predictivo 1

La Figura 12 muestra el modelo predictivo 2. Si el estudiante piensa que los contenidos de la APESP son buenos y estudia la carrera en Comercio entonces esta apli-

cación web facilita mucho la asimilación del conocimiento sobre la probabilidad de intersección.

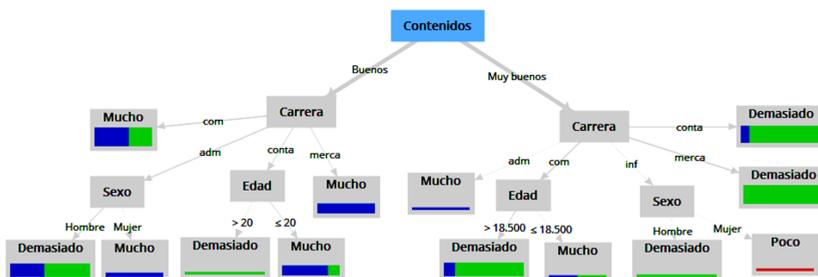


Figura 12. Modelo predictivo 2 sobre la APESP.

La Tabla 7 muestra las condiciones del modelo predictivo 2 sobre el impacto de la APESP en la asimilación del conocimiento (probabilidad de intersección).

Tabla 7. Condiciones del modelo predictivo 2.

No.	Contenidos de la APESP	Edad	Sexo	Carrera	Asimilación del conocimiento sobre la probabilidad de intersección
1	Buenos	-	-	Comercio	Mucho
2	Buenos	-	Hombre	Administración	Demasiado
3	Buenos	-	Mujer	Administración	Mucho
4	Buenos	>20 años	-	Contaduría	Demasiado
5	Buenos	≤ 20 años	-	Contaduría	Mucho
6	Buenos	-	-	Mercadotecnia	Mucho
7	Muy buenos	-	-	Contaduría	Demasiado
8	Muy buenos	-	-	Mercadotecnia	Demasiado
9	Muy buenos	-	Mujer	Informática	Poco
10	Muy buenos	-	Hombre	Informática	Demasiado
11	Muy buenos	>18.5 años	-	Comercio	Demasiado
12	Muy buenos	≤ 18.5 años	-	Comercio	Mucho

La exactitud del modelo predictivo 2 es 81.97 % (Ver Figura 13).

accuracy: 81.97%

	true Mucho	true Demasiado	true Poco	class precision
pred. Mucho	19	6	0	76.00%
pred. Demasiado	5	30	0	85.71%
pred. Poco	0	0	1	100.00%
class recall	79.17%	83.33%	100.00%	

Figura 13. Exactitud del modelo predictivo 2.

De acuerdo con la probabilidad bayesiana, los contenidos de la APESP influirán Demasiado (0.590), Mucho (0.393) y Poco (0.016) en la asimilación del conocimiento (probabilidad de intersección). La exactitud de este modelo predictivo es 75.41 % (Ver Figura 14).

accuracy: 75.41%

	true Mucho	true Demasiado	true Poco	class precision
pred. Mucho	20	10	0	66.67%
pred. Demasiado	4	26	1	83.87%
pred. Poco	0	0	0	0.00%
class recall	83.33%	72.22%	0.00%	

Figura 14. Exactitud de la probabilidad bayesiana en el modelo predictivo 2.

La Figura 15 muestra el modelo predictivo 3. Si el estudiante piensa que los contenidos de la APESP son buenos, es hombre y tiene una edad mayor a 18.5 años entonces esta aplicación web facilita demasiado el desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de eventos.



Figura 15. Modelo predictivo 3 sobre la APESP.

La Tabla 8 muestra las condiciones del modelo predictivo 3 sobre el impacto de la APESP en el desarrollo de las habilidades matemáticas (probabilidad de eventos).

Tabla 8. Condiciones del modelo predictivo 3.

No.	Contenidos de la APESP	Edad	Sexo	Carrera	Desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de eventos
1	Buenos	>18.5 años	Hombre	-	Demasiado
2	Buenos	≤ 18.5 años	Hombre	Administración	Demasiado
3	Buenos	≤ 18.5 años	Hombre	Comercio	Mucho
4	Buenos	≤ 18.5 años	Hombre	Contaduría	Mucho
5	Buenos	-	Mujer	-	Mucho
6	Muy buenos	-	-	-	Demasiado

La exactitud del modelo predictivo 3 es 90.16 % (Ver Figura 16).

accuracy: 90.16%

	true Mucho	true Demasiado	class precision
pred. Mucho	14	3	82.35%
pred. Demasiado	3	41	93.18%
class recall	82.35%	93.18%	

Figura 16. Exactitud del modelo predictivo 3.

De acuerdo con la probabilidad bayesiana, los contenidos de la APESP influirán Demasiado (0.721) y Mucho (0.279) en el desarrollo de las habilidades matemáticas (probabilidad de eventos). La exactitud de este modelo predictivo es 75.41 % (Ver Figura 17).

accuracy: 75.41%

	true Mucho	true Demasiado	class precision
pred. Mucho	16	14	53.33%
pred. Demasiado	1	30	96.77%
class recall	94.12%	68.18%	

Figura 17. Exactitud de la probabilidad bayesiana en el modelo predictivo 3.

La Figura 18 muestra el modelo predictivo 4. Si el estudiante piensa que los contenidos de la APESP son buenos, estudia la carrera en Administración y tiene una edad mayor a 18.5 años entonces esta aplicación web facilita demasiado el desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de intersección.

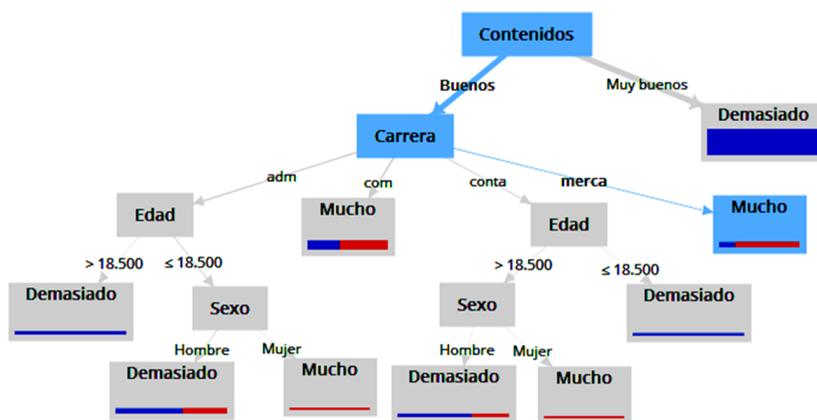


Figura 18. Modelo predictivo 4 sobre la APESP.

La Tabla 9 muestra las condiciones del modelo predictivo 4 sobre el impacto de la APESP en el desarrollo de las habilidades matemáticas (probabilidad de intersección).

Tabla 9. Condiciones del modelo predictivo 4.

No.	Contenidos de la APESP	Edad	Sexo	Carrera	Desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de intersección
1	Buenos	>18.5 años	-	Administración	Demasiado
2	Buenos	≤ 18.5 años	Hombre	Administración	Demasiado
3	Buenos	≤ 18.5 años	Mujer	Administración	Mucho
4	Buenos	-	-	Comercio	Mucho
5	Buenos	>18.5 años	Hombre	Contaduría	Demasiado
6	Buenos	>18.5 años	Mujer	Contaduría	Mucho
7	Buenos	≤ 18.5 años	-	Contaduría	Demasiado
8	Buenos	-	-	Mercadotecnia	Mucho
9	Muy buenos	-	-	-	Demasiado

La exactitud del modelo predictivo 4 es 86.89 % (Ver Figura 19).

accuracy: 86.89%

	true Demasiado	true Mucho	class precision
pred. Demasiado	41	3	93.18%
pred. Mucho	5	12	70.59%
class recall	89.13%	80.00%	

Figura 19. Exactitud del modelo predictivo 4.

De acuerdo con la probabilidad bayesiana, los contenidos de la APESP influirán Demasiado (0.754) y Mucho (0.246) en el desarrollo de las habilidades matemáticas (probabilidad de intersección). La exactitud de este modelo predictivo es 75.41 % (Ver Figura 20).

accuracy: 75.41%

	true Demasiado	true Mucho	class precision
pred. Demasiado	46	15	75.41%
pred. Mucho	0	0	0.00%
class recall	100.00%	0.00%	

Figura 20. Exactitud de la probabilidad bayesiana en el modelo predictivo 4.

4. Discusión

Los profesores planean y realizan creativas e innovadoras actividades de enseñanza-aprendizaje dentro y/o fuera del aula por medio de las herramientas tecnológicas (Gauthier y Jenkinson, 2018; Yang, Li y Xing, 2018; Weiser, Blau y Eshet, 2018). En particular, la APESP presenta los contenidos sobre la probabilidad de eventos e intersección por medio de la simulación de datos. Esta investigación comparte las ideas de diversos autores (p.ej, Alhabeeb y Rowley, 2018; Li y Baker, 2018; Liu, Liu y Liu, 2018; Pacheco, Lips y Yoong, 2018) sobre la importancia de la tecnología para lograr la innovación en el campo educativo.

Los resultados del aprendizaje automático con 50 %, 60 %, 70 % y 80 % de entrenamiento (regresión lineal) indican que la APESP influye positivamente en la asimilación del conocimiento y el desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de eventos e intersección. Por ejemplo, los valores obtenidos del aprendizaje automático con 50 % de entrenamiento y 50 % de evaluación superan el valor de 0.360: hipótesis 1 (0.700), hipótesis 2 (0.491), hipótesis 3 (0.367) y hipótesis 4 (0.423).

Asimismo, la herramienta Rapidminer permitió la construcción de diversos modelos predictivos sobre el uso de la APESP en el proceso de enseñanza-aprendizaje

por medio de la técnica árbol de decisión y el teorema bayesiano (ciencia de datos). Resulta importante mencionar que estos modelos predictivos tienen una exactitud superior al 81.90 %, esto es, el modelo 1 (86.89 %), modelo 2 (81.97 %), modelo 3 (90.16 %) y modelo 4 (86.89 %).

En el modelo predictivo 1, si el estudiante piensa que los contenidos de la APESP son buenos y estudia la carrera en Mercadotecnia entonces esta aplicación web facilita mucho la asimilación del conocimiento sobre la probabilidad de eventos.

En el modelo predictivo 2, si el estudiante piensa que los contenidos de la APESP son buenos y estudia la carrera en Comercio entonces esta aplicación web facilita mucho la asimilación del conocimiento sobre la probabilidad de intersección.

En el modelo predictivo 3, si el estudiante piensa que los contenidos de la APESP son buenos, es hombre y tiene una edad mayor a 18.5 años entonces esta aplicación web facilita demasiado el desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de eventos.

En el modelo predictivo 4, si el estudiante piensa que los contenidos de la APESP son buenos, estudia la carrera en Administración y tiene una edad mayor a 18.5 años entonces esta aplicación web facilita demasiado el desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de intersección.

Por otro lado, los valores más significativos sobre la probabilidad bayesiana se localizan en la clasificación Demasiado. Por ejemplo, los contenidos de la APESP influirán demasiado en la asimilación del conocimiento sobre la probabilidad de eventos (0.590) y probabilidad de intersección (0.590). Asimismo, los contenidos de la APESP influirán demasiado en el desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de eventos (0.721) y probabilidad de intersección (0.754).

Por último, la APESP es una herramienta tecnológica que facilita el proceso educativo en la asignatura Instrumentación estadística para los negocios por medio de la simulación de datos.

Conclusión

Los avances de la tecnología permiten transformar las condiciones de enseñanza-aprendizaje dentro y fuera del salón de clases por medio de la construcción de espacios virtuales innovadores. Por ejemplo, la APESP presenta la simulación de datos sobre la probabilidad de eventos e intersección con la finalidad de desarrollar las competencias en los estudiantes de la asignatura Instrumentación estadística para los negocios.

Los resultados del aprendizaje automático señalan que la APESP influye positivamente en la asimilación del conocimiento sobre la probabilidad de eventos (hipótesis 1) e intersección (hipótesis 2). Asimismo, esta aplicación web influye positivamente en el desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de eventos (hipótesis 3) e intersección (hipótesis 4).

La ciencia de datos permite establecer diversos modelos de predictivos sobre el uso de la APESP en el campo educativo, esto es, la técnica árbol de decisión establece las condiciones para el modelo 1 (asimilación del conocimiento sobre la probabilidad de eventos), modelo 2 (asimilación del conocimiento sobre la probabilidad de intersección), modelo 3 (desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de eventos) y modelo 4 (desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de intersección) con una exactitud superior al 81.90 %. Por otro lado, la probabilidad bayesiana predice que los contenidos de APESP influirán demasiado en la asimilación del conocimiento y el desarrollo de las habilidades matemáticas.

Las limitaciones de este estudio están relacionadas con la presentación de la simulación sobre la probabilidad de eventos e intersección para los criterios de selección y las licenciaturas en una institución educativa. Por consiguiente, las futuras investigaciones pueden incluir el tema de la probabilidad condicional durante la simulación de datos. Asimismo, se pueden crear diversas simulaciones sobre la probabilidad considerando el idioma inglés.

En conclusión, la incorporación de la APESP en las actividades escolares facilita la asimilación del conocimiento y el desarrollo de las habilidades matemáticas sobre la probabilidad de eventos e intersección.

Referencias

- Ailincai, R. & Gabillon, Z. (2018). Analysing Teachers' Representations of Digital Technology Using a Grounded Theory Approach. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(10): 1-18. DOI: 10.29333/ejmste/93380.
- Alhabeeb, A. & Rowley, J. (2018). E-learning critical success factors: Comparing perspectives from academic staff and students. *Computers & Education*, 127: 1-12. DOI: 10.1016/j.compedu.2018.08.007.
- Arasaratnam Smith, L. & Northcote, M. (2017). Community in Online Higher Education: Challenges and Opportunities. *The Electronic Journal of e-Learning*, 15(2): 188-198.
- Belland, B.; Walker, A.; Kim, N. & Lefler, M. (2017). Synthesizing Results From Empirical Research on Computer-Based Scaffolding in STEM Education A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 87(2): 309-344. DOI: 10.3102/0034654316670999.
- Brinkley Etzkorn, K. (2018). Learning to teach online: Measuring the influence of faculty development training on teaching effectiveness through a TPACK lens. *The Internet and Higher Education*, 38: 28-35. DOI: 10.1016/j.iheduc.2018.04.004.
- Bushmeleva, N.; Sakhieva, R.; Konyushenko, S. & Kopylov, S. (2018). Technology for Teaching Students to Solve Practice-Oriented Optimization Problems in Mat-

- hematics. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(10): 1-16. DOI: 10.29333/ejmste/93678.
- Chan, K. (2015). Salient Beliefs of Secondary School Mathematics Teachers Using Dynamic Geometry Software. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(1): 129-138. DOI: 10.12973/eurasia.2014.1036a.
- Chen, J.; Wang, M.; Kirschner, P. & Tsai, C. (2018). The Role of Collaboration, Computer Use, Learning Environments, and Supporting Strategies in CSCL: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 88(6): 799-843. DOI: 10.3102/0034654318791584.
- Clark, D.; Tanner Smith, E. & Killingsworth, S. (2016). Digital Games, Design, and Learning A Systematic Review and Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 86(1): 79-122. DOI: 10.3102/0034654315582065.
- Curcic, M.; Milinkovic, D. & Radivojevic, D. (2018). Educational Computer Software in the Function of Integrating and Individualization in Teaching of Mathematics and Knowledge of Nature. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(12): 1-15. DOI: 10.29333/ejmste/93808.
- Delgaty, L. (2017). Redefining Practice: Challenging Academic and Institutional Traditions With Clinical Distance Learning. *The Electronic Journal of e-Learning*, 15(1): 17-32.
- Ekmekci, A. & Gulacar, O. (2015). A Case Study for Comparing the Effectiveness of a Computer Simulation and a Hands-On Activity on Learning Electric Circuits. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(4): 765-775. DOI: 10.12973/eurasia.2015.1438a.
- Gauthier, A. & Jenkinson, J. (2018). Designing productively negative experiences with serious game mechanics: Qualitative analysis of game-play and game design in a randomized trial. *Computers & Education*, 127: 66-89. DOI: 10.1016/j.compedu.2018.08.017.
- Gupta, M.; Marsden, S.; Oluka, T.; Sharma, R. & Lucas, H. (2017). Lessons Learned From Implementing E-Learning for the Education of Health Professionals in Resource-Constrained Countries. *The Electronic Journal of e-Learning*, 15(2): 144-155.
- Hamdan, N.; Mohamad, M. & Shaharuddin, S. (2017). Hypermedia Reading Materials: Undergraduate Perceptions and Features Affecting their Reading Comprehension. *The Electronic Journal of e-Learning*, 15(2): 116-125.
- Khan, A.; Egbue, O.; Palkie, B. & Madden, J. (2017). Active Learning: Engaging Students To Maximize Learning In An Online Course. *Electronic Journal of e-Learning*, 15(2): 107-115.
- Leontyeva, I. (2018). Modern Distance Learning Technologies in Higher Education: Introduction Problems. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(10): 1-8. DOI: 10.29333/ejmste/92284.

- Li, Q. & Baker, R. (2018). The different relationships between engagement and outcomes across participant subgroups in Massive Open Online Courses. *Computers & Education*, 127: 41-65. DOI: 10.1016/j.compedu.2018.08.005.
- Liu, M.; Liu, L. & Liu, L. (2018). Group awareness increases student engagement in online collaborative writing. *The Internet and Higher Education*, 38: 1-8. DOI: 10.1016/j.iheduc.2018.04.001.
- Nolan, V. & Swart, A. (2015). Undergraduate Student Perceptions Regarding the Use of Educational Technology : A Case Study in a Statistics Service Course. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(4): 817-825. DOI: 10.12973/eurasia.2015.1441a.
- Pacheco, E.; Lips, M. & Yoong, P. (2018). Transition 2.0: Digital technologies, higher education, and vision impairment. *The Internet and Higher Education*, 37: 1-10. DOI: 10.1016/j.iheduc.2017.11.001.
- Salas Rueda, R. (2018). Uso del modelo TPACK como herramienta de innovación para el proceso de enseñanza-aprendizaje en matemáticas. *Perspectiva educacional*, 57(2): 3-26. Recuperado de www.perspectivaeducacional.cl/index.php/pe-educacional/article/view/689.
- Salas Rueda, R. & Salas Silis, J. (2018). Simulador Logic.ly ¿Herramienta tecnológica para facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje sobre las Matemáticas?. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 5(3): 1-25.
- Salas Rueda, R.; Vázquez Estupiñán, J. & Lugo García, J. (2016). Uso del avatar en el proceso de enseñanza aprendizaje sobre las aplicaciones de las derivadas. *Revista de Comunicación de la SEECI*, 39: 71-84. DOI: 10.15198/seeci.2016.39.72-8.
- Soydan, S. (2015). Analyzing Efficiency of Two Different Methods involving Acquisition of Operational Skills by Preschool Children. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(1): 129-138. DOI: 10.12973/eurasia.2014.1036a.
- Sung, Y.; Yang, J. & Lee, H. (2017). The Effects of Mobile-Computer-Supported Collaborative Learning: Meta-Analysis and Critical Synthesis. *Review of Educational Research*, 87(4): 768-805. DOI: 10.3102/0034654317704307.
- Tejada Fernández, J. & Pozos Pérez, K. (2018). Nuevos escenarios y competencias digitales docentes: hacia la profesionalización docente con TIC. *Profesorado Revista de currículum y formación del profesorado*, 22(1): 25-51.
- Vanslambrouck, S.; Zhu, C.; Lombaerts, K.; Philipsen, B. & Tondeur, J. (2018). Students' motivation and subjective task value of participating in online and blended learning environments. *The Internet and Higher Education*, 36: 33-40. DOI: 10.1016/j.iheduc.2017.09.002.

- Weiser, O.; Blau, I. & Eshet Alkalai, Y. (2018). How do medium naturalness, teaching-learning interactions and Students' personality traits affect participation in synchronous E-learning?. *The Internet and Higher Education*, 37: 40-51. DOI: 10.1016/j.iheduc.2018.01.001.
- Yang, X.; Li, J. & Xing, B. (2018). Behavioral patterns of knowledge construction in online cooperative translation activities. *The Internet and Higher Education*, 36: 13-21. DOI: 10.1016/j.iheduc.2017.08.003.
- Zheng, B.; Warschauer, M.; Lin, C. & Chang, C. (2016). Learning in One-to-One Laptop Environments A Meta-Analysis and Research Synthesis. *Review of Educational Research*, 86(4): 1052-1084. DOI: 10.3102/0034654316628645.