

## TECNOLOGÍA: RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

### Valoración de los universitarios sobre el uso de la aplicación Alcula en el proceso educativo por medio de la ciencia de datos y el aprendizaje automático

Assessment of students about the use of the Alcula application in the educational process through data science and machine learning

Edición Nº 34 – Abril de 2019

Artículo Recibido: Diciembre 06 de 2018

Aprobado: Marzo 13 de 2019

#### AUTORES

Ricardo-Adán Salas-Rueda  
Doctor en Diseño de Nuevas Tecnologías. Profesor e investigador en la Universidad La Salle, México (septiembre 2015 - agosto 2018). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), nivel I (2019-2021) y candidato (2016-2018). <http://orcid.org/0000-0002-4188-4610>.  
Ciudad de México, México.

Correo electrónico: [ricardoadansalasrueda@hotmail.com](mailto:ricardoadansalasrueda@hotmail.com)

Érika-Patricia Salas-Rueda  
Doctora y Maestra en Humanidades. Subdirectora de Vinculación con Organismos Internacionales, Instituto Nacional Electoral.  
Ciudad de México, México.

Correo electrónico: [serik\\_patt@hotmail.com](mailto:serik_patt@hotmail.com)

Rodrigo-David Salas-Rueda  
Licenciado en Administración e integrante del grupo de investigación Ciencia de datos y Tecnología educativa.  
Ciudad de México, México.

Correo electrónico: [rodrigodavidsalas@hotmail.com](mailto:rodrigodavidsalas@hotmail.com)

José-Adán Salas-Silis  
Licenciado en Contaduría. Miembro del Grupo “Sistemas usables educativos”.  
Ciudad de México, México.

Correo electrónico: [joseadansalas@hotmail.com](mailto:joseadansalas@hotmail.com)

## Resumen

Esta investigación mixta analiza el uso de la aplicación Alcula como herramienta de apoyo en el proceso educativo sobre el Diagrama de caja por medio de la ciencia de datos y el aprendizaje automático. La muestra está compuesta por 34 estudiantes de las Licenciaturas en Administración, Comercio y Mercadotecnia que cursaron la asignatura Estadística Básica Aplicada en el ciclo escolar 2017. Los resultados del aprendizaje automático (regresión lineal) indican que la interfaz rápida, sencilla y agradable de la aplicación Alcula influye positivamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre el Diagrama de caja. Por otro lado, la ciencia de datos permite construir 3 modelos predictivos sobre el uso de la aplicación Alcula por medio de la técnica árbol de decisión. Asimismo, los universitarios están motivados y satisfechos de utilizar esta herramienta tecnológica en las actividades escolares. Por último, Alcula es una aplicación web innovadora y útil para el campo de la estadística.

**Palabras clave:** Tecnología educativa, enseñanza superior, aprendizaje automático y ciencia de datos.

## Abstract

This mixed research analyzes the use of the Alcula application as a support tool in the educational process on the Box Plot through data science and machine learning. The sample consists of 34 students from the Bachelor of Administration, Commerce and Marketing who studied the Applied Basic Statistics subject in the 2017 school year. The results of machine learning (linear regression) indicate that the fast, simple and pleasant interface of Alcula positively influences the teaching-learning process on the Box Plot. On the other hand, data science allows building 3 predictive models about the use of the Alcula application by means of the decision tree technique. Likewise, the students are motivated and satisfied to use this technological tool in school activities. Finally, Alcula is an innovative and useful web application for the field of statistics.

**Keywords:** Educational technology, higher education, machine learning and data science

## 1. Introducción

El sector educativo está incorporando las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en las actividades escolares con la finalidad de desarrollar las competencias de los estudiantes (Mesfin y otros, 2018). En particular, los medios digitales, las aplicaciones web y los sistemas de aprendizaje-enseñanza tienen un papel fundamental durante el mejoramiento de la calidad educativa (Salas y Salas, 2018).

En la actualidad, las computadoras facilitan el aprendizaje de los estudiantes por medio del acceso a las aplicaciones en Internet (Jamshidifarsani y otros, 2019). De hecho, las herramientas web mejoran la comunicación, permiten la colaboración, distribuyen los contenidos audiovisuales en la red y facilitan el acceso a los recursos en Internet (Holland, 2019).

Por consiguiente, la sociedad del Siglo XXI está viviendo una transformación desde la aparición y el empleo de las TIC en las actividades cotidianas, productivas y escolares (Thammasaeng y otros, 2016). Incluso, el nuevo escenario de enseñanza-aprendizaje está desarrollando e implementado nuevos métodos y procedimientos con el propósito de facilitar el uso de las herramientas digitales en el salón de clases (Hewagamage y Hewagamage, 2015). Por ejemplo, las universidades están actualizando los temarios de las asignaturas considerando la incorporación de la educación a distancia (Jiang, 2017). Es importante mencionar que los jóvenes y niños utilizan frecuentemente la tecnología, por lo tanto, las instituciones educativas deben crear nuevas metodologías basadas en el nuevo perfil de los estudiantes (Salas y Vázquez, 2017). De hecho, uno de los retos en la enseñanza universitaria está relacionado con la incorporación y el empleo eficiente de las aplicaciones en el campo educativo (Rosaline y Wesley, 2017).

Las TIC están afectado a todos los actores del proceso educativo, en especial, el comportamiento de los profesores dentro y fuera del salón de clases está determinado por su conocimiento tecnológico (Tapia y otros, 2017). En el campo de las matemáticas, Salas (2016) diseñó una aplicación web para facilitar la asimilación del conocimiento sobre la regresión lineal.

El objetivo de este estudio mixto es analizar el uso de la aplicación Alcula como herramienta de apoyo en el proceso educativo sobre el Diagrama de caja por medio de la ciencia de datos y el aprendizaje automático.

Las preguntas de investigación son:

- ¿Cuál es el impacto de la aplicación Alcula como herramienta de apoyo en el proceso educativo sobre el Diagrama de caja?
- ¿Cuáles son los modelos predictivos sobre el uso de la aplicación Alcula en el proceso educativo?
- ¿Cuáles son las percepciones de los estudiantes sobre el empleo de la aplicación Alcula?

## **2. Metodología**

El objetivo de esta investigación cuantitativa y cualitativa es analizar el uso de la aplicación Alcula como herramienta de apoyo en el proceso educativo sobre el Diagrama de caja por medio de la ciencia de datos y el aprendizaje automático.

Cabe mencionar que esta aplicación web es gratuita y se encuentra localizada en la siguiente dirección web: <http://www.alcula.com/es/calculadoras/estadistica/diagrama-de-caja/>.

### **Participantes**

La muestra está compuesta por 34 estudiantes de las Licenciaturas en Administración, Comercio y Mercadotecnia que cursaron la asignatura Estadística Básica Aplicada en el ciclo escolar 2017.

### **Procedimiento**

El procedimiento de esta investigación mixta inició con la planeación de las actividades escolares por medio de la aplicación Alcula. La Figura 1 muestra un ejemplo de los ejercicios elaborados por los estudiantes de las Licenciaturas en Administración, Comercio y Mercadotecnia.

Ejercicio 1

A continuación, se muestran los datos obtenidos en una encuesta sobre el número de artículos que adquieren las personas en un centro comercial ubicado en la Ciudad de México.

Elabora el diagrama de caja e identifica los valores atípicos por medio de la aplicación Alcula.

No	Cantidad
1	10
2	10
3	12
4	14
5	16
6	18
7	19
8	22
9	25
10	25
11	27
12	30

Figura 1. Ejemplo de ejercicio sobre el Diagrama de caja.

Este estudio analiza el uso de la aplicación Alcula como herramienta de apoyo en el proceso educativo sobre el Diagrama de caja por medio del aprendizaje automático (regresión lineal) con 50%, 60% y 70% de entrenamiento. Por consiguiente, las hipótesis de investigación son:

- Hipótesis 1: La interfaz sencilla de la aplicación Alcula influye positivamente en el proceso educativo sobre el Diagrama de caja
- Hipótesis 2: La interfaz rápida de la aplicación Alcula influye positivamente en el proceso educativo sobre el Diagrama de caja
- Hipótesis 3: La interfaz agradable de la aplicación Alcula influye positivamente en el proceso educativo sobre el Diagrama de caja

Es importante mencionar que la herramienta Rapidminer permite realizar el cálculo del aprendizaje automático (regresión lineal) y la construcción de los modelos predictivos sobre el uso de la aplicación Alcula (Ver Figura 2).

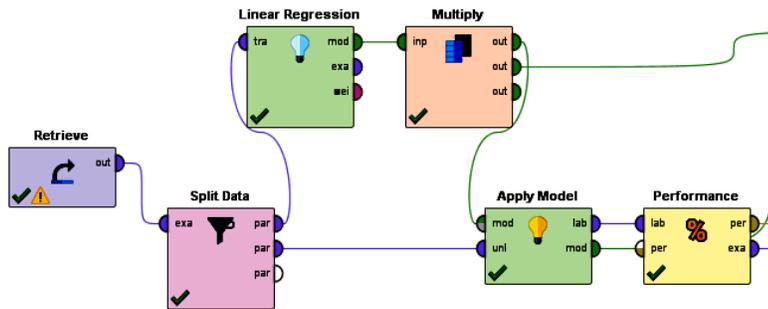


Figura 2. Cálculo del aprendizaje automático por medio de la herramienta Rapidminer.

Por otro lado, los modelos predictivos sobre el uso de la aplicación Alcula en el contexto educativo son:

- Modelo predictivo 1 sobre la interfaz sencilla de la aplicación Alcula y el proceso educativo sobre el Diagrama de caja
- Modelo predictivo 2 sobre la interfaz rápida de la aplicación Alcula y el proceso educativo sobre el Diagrama de caja
- Modelo predictivo 3 sobre la interfaz agradable de la aplicación Alcula y el proceso educativo sobre el Diagrama de caja

Cabe mencionar que la herramienta Rapidminer permite la construcción de los modelos predictivos por medio de la técnica árbol de decisión (Ver Figura 3).

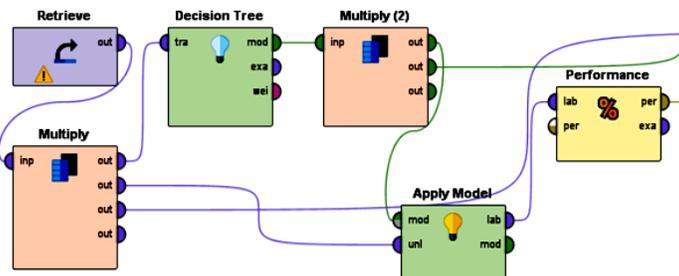


Figura 3. Construcción de los modelos predictivos en la herramienta Rapidminer.

El perfil del estudiante (sexo, edad y carrera) permiten la construcción de los modelos predictivos por medio de la técnica árbol de decisión. Por ejemplo, la Figura 4 muestra la información utilizada en el modelo predictivo 1.

Row No.	Diagrama d...	Sexo	Edad	Carrera	Sencilla
1	Mucho	Hombre	20	adm	Mucho
2	Demasiado	Mujer	20	merca	Demasiado
3	Demasiado	Mujer	20	com	Demasiado
4	Demasiado	Mujer	19	merca	Mucho

Figura 4. Información del modelo predictivo 1.

### Recolección de datos

La Tabla 1 muestra el instrumento de medición utilizado en esta investigación para recolectar la información sobre el uso de la aplicación Alcula en el proceso educativo durante el ciclo escolar 2017.

Tabla 1. Instrumento de medición.

No.	Variabes	Dimensión	Escala de medición
1	Perfil del estudiante	Sexo	Hombre y Mujer
		Edad	17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 y 27 años
		Carrera	Administración, Comercio y Mercadotecnia
2	Aplicación Alcula	Interfaz sencilla	Demasiado(1), Mucho (2), Poco (3) y Muy poco (4)
		Interfaz rápida	Demasiado(1), Mucho (2), Poco (3) y Muy poco (4)
		Interfaz agradable	Demasiado(1), Mucho (2), Poco (3) y Muy poco (4)
		Proceso educativo	Demasiado(1), Mucho (2), Poco (3) y Muy poco (4)
3	Percepción de los estudiantes	Utilidad	Pregunta abierta
		Beneficios	Pregunta abierta

### Análisis de datos

La herramienta Rapidminer permite realizar el análisis de datos sobre el uso de la aplicación Alcula en el proceso educativo por medio del aprendizaje automático (regresión lineal) y la técnica árbol de decisión (ciencia de datos).

### 3. Resultados

A continuación se presentan los resultados sobre el uso de la aplicación Alcula como herramienta de apoyo en el proceso educativo sobre el Diagrama de caja por medio de la ciencia de datos y el aprendizaje automático.

#### Interfaz sencilla

La Figura 5 muestra el modelo predictivo 1. Por ejemplo, si el estudiante piensa que la interfaz sencilla de la aplicación Alcula facilita demasiado el proceso educativo y tiene una edad mayor a 23.5 años entonces la aplicación Alcula favorece mucho el aprendizaje del Diagrama de caja.

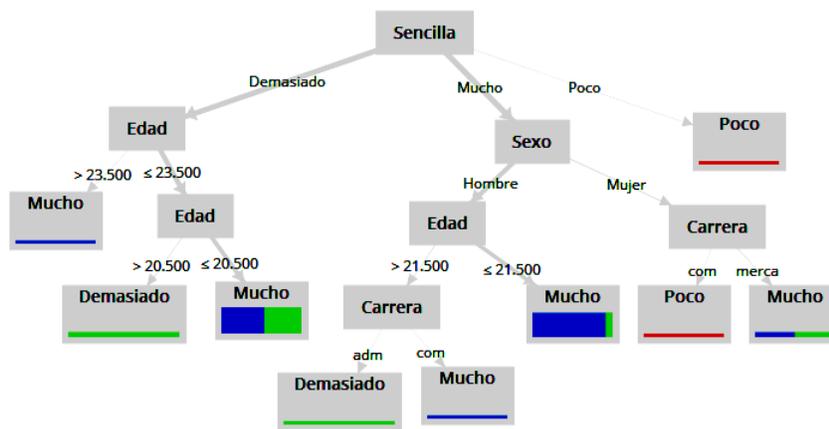


Figura 5. Modelo predictivo 1 sobre la aplicación Alcula.

La exactitud del modelo predictivo 1 es 76.47% (Ver Figura 6).

accuracy: 76.47%

	true Mucho	true Demasiado	true Poco	class precision
pred. Mucho	21	8	0	72.41%
pred. Demasiado	0	3	0	100.00%
pred. Poco	0	0	2	100.00%
class recall	100.00%	27.27%	100.00%	

Figura 6. Exactitud del modelo predictivo 1.

Los resultados del aprendizaje automático con 50% (0.669), 60% (0.588) y 70% (0.602) de entrenamiento indican que la interfaz sencilla de la aplicación Alcula influye positivamente en el proceso educativo sobre el Diagrama de caja (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Resultados del aprendizaje automático para la hipótesis 1.

Hipótesis	Entrenamiento	Función lineal	Conclusión
H1: Interfaz sencilla → proceso educativo sobre el diagrama de caja	50%	$y = 0.669x + 0.720$	Acepta: 0.669
	60%	$y = 0.588x + 0.808$	Acepta: 0.588
	70%	$y = 0.602x + 0.780$	Acepta: 0.602

### Interfaz rápida

La Figura 7 muestra el modelo predictivo 2. Por ejemplo, si el estudiante es mujer, estudia la carrera de Comercio, piensa que la interfaz rápida de la aplicación Alcula facilita demasiado el proceso educativo y tiene una edad mayor a 20.5 años entonces la aplicación Alcula favorece demasiado el aprendizaje del Diagrama de caja.

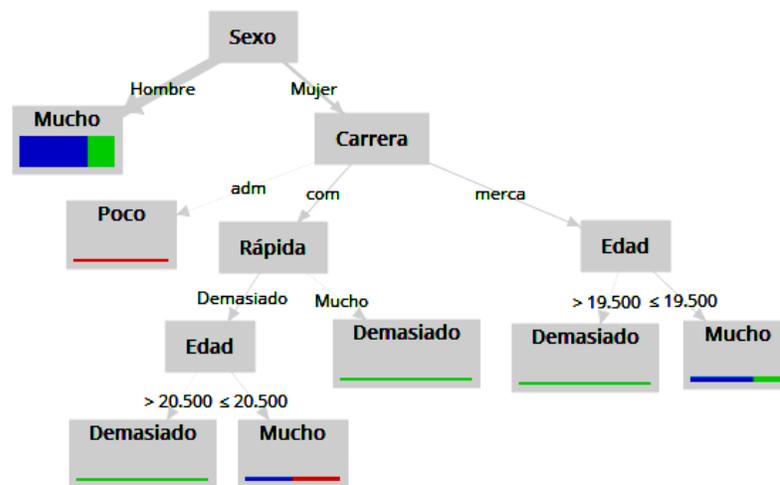


Figura 7. Modelo predictivo 2 sobre la aplicación Alcula.

La exactitud del modelo predictivo 2 es 73.53% (Ver Figura 8).

accuracy: 73.53%

	true Mucho	true Demasiado	true Poco	class precision
pred. Mucho	21	8	1	70.00%
pred. Demasiado	0	3	0	100.00%
pred. Poco	0	0	1	100.00%
class recall	100.00%	27.27%	50.00%	

Figura 8. Exactitud del modelo predictivo 2.

Los resultados del aprendizaje automático con 50% (0.499), 60% (0.441) y 70% (0.544) de entrenamiento indican que la interfaz rápida de la aplicación Alcula influye positivamente en el proceso educativo sobre el Diagrama de caja (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Resultados del aprendizaje automático para la hipótesis 2.

Hipótesis	Entrenamiento	Función lineal	Conclusión
H2: Interfaz rápida → proceso educativo sobre el diagrama de caja	50%	$y = 0.499x + 1.000$	Acepta: 0.499
	60%	$y = 0.441x + 1.044$	Acepta: 0.441
	70%	$y = 0.544x + 0.827$	Acepta: 0.544

### Interfaz agradable

La Figura 9 muestra el modelo predictivo 3. Por ejemplo, si el estudiante es mujer, piensa que la interfaz agradable de la aplicación Alcula facilita demasiado el proceso educativo y estudia la carrera de Mercadotecnia entonces la aplicación Alcula favorece demasiado el aprendizaje del Diagrama de caja.

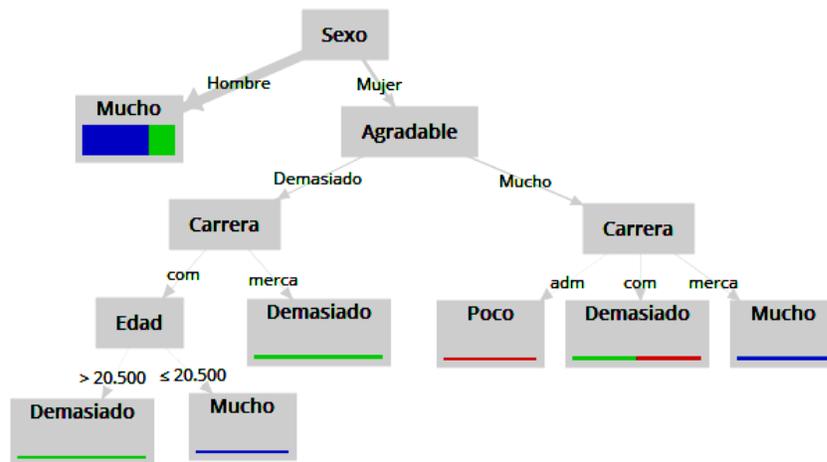


Figura 9. Modelo predictivo 3 sobre la aplicación Alcula.

La exactitud del modelo predictivo 3 es 76.47% (Ver Figura 10).

accuracy: 76.47%

	true Mucho	true Demasiado	true Poco	class precision
pred. Mucho	21	7	0	75.00%
pred. Demasiado	0	4	1	80.00%
pred. Poco	0	0	1	100.00%
class recall	100.00%	36.36%	50.00%	

Figura 10. Exactitud del modelo predictivo 3.

Los resultados del aprendizaje automático con 50% (0.504), 60% (0.496) y 70% (0.441) de entrenamiento indican que la interfaz agradable de la aplicación Alcula influye positivamente en el proceso educativo sobre el Diagrama de caja (Ver Tabla 4).

Tabla 4. Resultados del aprendizaje automático para la hipótesis 3.

Hipótesis	Entrenamiento	Función lineal	Conclusión
H3: Interfaz agradable → proceso educativo sobre el diagrama de caja	50%	$y = 0.504x + 0.907$	Acepta: 0.504
	60%	$y = 0.496x + 0.931$	Acepta: 0.496
	70%	$y = 0.441x + 0.953$	Acepta: 0.441

### Percepciones de los estudiantes

Los alumnos de las Licenciaturas en Administración, Comercio y Mercadotecnia consideran que la aplicación Alcula facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje debido a que esta herramienta es fácil de utilizar:

“Sí, es fácil de usar” (Estudiante 21, Masculino, 20 años, Mercadotecnia).

“Sí, por su fácil uso” (Estudiante 8, Masculino, 20 años, Mercadotecnia).

Asimismo, los participantes de la Facultad de negocios destacan que la aplicación Alcula permite realizar los cálculos relacionados con el diagrama de caja de forma rápida y sencilla:

“Sí, porque da resultados rápidos” (Estudiante 26, Femenino, 20 años, Comercio).

“Sí, porque es muy sencilla” (Estudiante 3, Masculino, 20 años, Comercio).

De acuerdo con los universitarios, la aplicación Alcula es una herramienta innovadora debido a que este tipo de aplicaciones no son frecuentemente utilizadas en las actividades escolares:

“Sí, nunca la había usado y es buena” (Estudiante 12, Femenino, 19 años, Administración).

“Sí, ya que es una nueva forma de aprender” (Estudiante 32, Femenino, 20 años, Comercio).

Cabe mencionar que los universitarios piensan que la aplicación Alcula es útil para el proceso educativo debido a que esta herramienta tecnológica permite comprobar los resultados de los ejercicios:

“Sí, nos ayuda a comprobar los ejercicios” (Estudiante 28, Masculino, 24 años, Comercio).

“Nos facilita el proceso de comprobación” (Estudiante 31, Femenino, 19 años, Mercadotecnia).

Resulta valioso mencionar que los estudiantes de las Licenciaturas en Administración, Comercio y Mercadotecnia están satisfechos y motivados de utilizar la aplicación Alcula durante el proceso educativo:

“Sí, te ayuda mucho a entenderlo” (Estudiante 33, Femenino, 20 años, Mercadotecnia).

“Sí, porque me es muy útil” (Estudiante 32, Femenino, 20 años, Comercio).

#### **4. Discusión**

Los resultados del aprendizaje automático (regresión lineal) indican que la interfaz rápida, sencilla y agradable de la aplicación Alcula influye positivamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre el Diagrama de caja. De hecho, los valores del aprendizaje automático con 50% (0.669), 60% (0.588) y 70% (0.602) de entrenamiento superan al 0.587 para la interfaz sencilla de la aplicación Alcula. Del mismo modo, los resultados del aprendizaje automático sobre la interfaz rápida y agradable superan el valor de 0.440.

Por consiguiente, este estudio mixto comparte las ideas de diversos autores (p.ej., Jamshidifarsani y otros, 2019) sobre el uso de la tecnología en el campo educativo para mejorar las condiciones de enseñanza-aprendizaje. La ciencia de datos permite la construcción de 3 modelos predictivos sobre el uso de la aplicación Alcula en el proceso educativo por medio de la técnica árbol de decisión. Los modelos predictivos 1 (76.47%), 2 (73.53%) y 3 (76.47%) presentan una exactitud superior al 73.52%.

Asimismo, los estudiantes de la asignatura Estadística Básica Aplicada están motivados y satisfechos de emplear la aplicación Alcula durante el proceso de enseñanza-

aprendizaje. Por último, los profesores pueden innovar las actividades escolares por medio del uso de las herramientas tecnológicas en y/o fuera del salón de clases.

## 5. Conclusión

La aplicación Alcula favorece las condiciones de enseñanza-aprendizaje sobre el Diagrama de caja. De hecho, los resultados del aprendizaje automático (regresión lineal) con 50%, 60% y 70% de entrenamiento señalan que la interfaz rápida, sencilla y agradable de la aplicación Alcula influye positivamente en el proceso educativo sobre la estadística. Por otro lado, la técnica árbol de decisión (ciencia de datos) permite construir los modelos predictivos sobre el uso de la aplicación Alcula en el campo educativo por medio del perfil de los estudiantes.

Las limitaciones de este estudio están relacionadas con el empleo de la aplicación Alcula para el proceso educativo del Diagrama de caja. Por consiguiente, las futuras investigaciones pueden analizar el impacto de la aplicación Alcula como herramienta de apoyo para los temas de las medidas de posición y dispersión, el coeficiente de correlación y la regresión lineal.

Por último, la aplicación Alcula es gratuita, está disponible en Internet y representa una alternativa tecnológica para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el campo de la estadística.

## 6. Referencias Bibliográficas

1. Mesfin, Gebremariam, Ghinea, Gheorghita, Gronli, Tor Morten y Hwang, Wu Yuin. 2018. Enhanced Agility of E-Learning Adoption in High Schools. Educational Technology & Society. Vol. 21 No. 4. Estados Unidos. Págs.157-170. Fuente: [https://www.j-ets.net/ets/journals/21\\_4/14.pdf](https://www.j-ets.net/ets/journals/21_4/14.pdf) (Consultado el 12-11-18).
2. Salas Rueda, Ricardo Adán y Salas Silis, José Adán. 2018. Simulador Logic.ly ¿Herramienta tecnológica para facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje sobre las Matemáticas? Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores. Vol. 5 No. 3, México. Págs.1-25. Fuente:

- <https://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/edici%20n-2013/ano-v-publicacion-no-3-mayo-2018/> (Consultado el 23-11-18).
3. Jamshidifarsani, Hossein, Garbaya, Samir, Lim, Theodore, Blazevic, Pierre y Ritchie James. 2019. Technology-based reading intervention programs for elementary grades: An analytical review. *Computers & Education*. Vol. 128 No. 1, Estados Unidos. Págs 427-451. Fuente: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.10.003> (Consultado el 02-12-18).
  4. Holland, Alison Anderson. 2019. Effective principles of informal online learning design: A theory-building metasynthesis of qualitative research. *Computers & Education*. Vol. 128 No. 1, Estados Unidos. Págs 214-226. Fuente: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.026> (Consultado el 01-12-18).
  5. Thammasaeng, Patcharapon, Pupat, Phadungchai y Phetchaboon, Sawat. 2016. Needs Assessment of Information and Communication Technology Literacy of Students in Secondary Educational Service Area. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. Vol. 11 No. 12, Estados Unidos. Págs 9-13. Fuente: <https://doi.org/10.3991/ijet.v11i12.5798> (Consultado el 04-10-18).
  6. Hewagamage, Champa y Hewagamage, Priyantha. 2015. A Framework for Enhancing ICT Competency of Universities in Sri Lanka. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. Vol. 10 No. 5, Estados Unidos. Págs 45-51. Fuente: <http://dx.doi.org/10.3991/ijet.v10i5.4802> (Consultado el 18-10-18).
  7. Jiang, Wenting. 2017. Interdependence of roles, role rotation, and sense of community in an online course. *Distance Education*, Vol. 38 No. 1, Estados Unidos. Págs 84-105. Fuente: <http://dx.doi.org/10.1080/01587919.2017.1299564> (Consultado el 08-11-18).
  8. Salas Rueda, Ricardo Adán y Vázquez Estupiñán, Jesús. 2017. Innovación en el proceso educativo superior a través del servicio en la nube Erpag. *Revista electrónica calidad en la educación superior*, Vol. 8 No. 2, Costa Rica. Págs 62-86. Fuente: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v8i2.1917> (Consultado el 24-11-18).
  9. Rosaline, Salini y Wesley, Reeves. 2017. Factors Affecting Students' Adoption of ICT Tools in Higher Education Institutions: An Indian Context. *International*

Journal of Information and Communication Technology Education, Vol. 13 No. 2, Estados Unidos. Págs 82-94.

10. Tapia Cortes, Carolina, Navarro Rangel, Yadira y Serna Tuya, Andres Saúl. 2017. El uso de las TIC en las prácticas académicas de los profesores de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Revista Electrónica de Investigación Educativa, Vol. 19 No. 3, México. Págs 115-125. Fuente: <https://doi.org/10.24320/redie.2017.19.3.1270> (Consultado el 28-11-18).
11. Salas Rueda, Ricardo Adán. 2016. The impact of usable system for regression analysis in higher education. International Journal of Educational Technology in Higher Education. Vol. 13 No. 1, Estados Unidos. Págs.1-10. Fuente: <https://doi.org/10.1186/s41239-016-0004-3> (Consultado el 08-11-18).