



Impacto de la modalidad de aprendizaje activo en la admisión para educación superior

Impact of Active Learning Modality on Admission to Higher Education

Recepción: 7 de junio de 2021 – **Aceptación:** 13 de noviembre de 2021

Pedro Senatore Ramos De Santis¹

Id. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5968-481X>
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador

Jessica Priscilla García Noboa

Id. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6058-9262>
Universidad de Guayaquil, Ecuador

Resumen

Uno de los más importantes problemas del sistema ecuatoriano de educación superior pública en el área de ciencias exactas es el bajo índice de aprobación de los postulantes, lo cual redundaría en atrasar su ingreso a la Universidad, mayor inversión fiscal en recursos humanos y tecnológicos, y desperdicio de cupos de acceso a la universidad debido a la posterior deserción. Reconocer las ventajas de la aplicación de una metodología innovadora de enseñanza-aprendizaje, denominada aprendizaje activo, en comparación con la metodología tradicional y construir un modelo de pronóstico para el rendimiento académico en el sistema de admisión puede resultar favorable para aminorar este problema. El objetivo de este trabajo es determinar a través de un modelo de regresión logística binaria si la metodología innovadora de aprendizaje activo en el sistema de admisión de una universidad pública permitirá un proceso de aprendizaje de mayor rendimiento académico al finalizar el curso de admisión en comparación con la aplicación del modelo tradicional de aprendizaje. La población de estudio está constituida por los 558 aspirantes que aplicaron al curso intensivo de febrero del 2020, cuyos datos han sido entregados por la Dirección de Admisiones de la universidad. La modalidad que sigue el aspirante en el curso de admisión es el predictor que mayoritariamente incide en el rendimiento académico. La conclusión más relevante de este estudio es que la aplicación de la metodología de aprendizaje activo en admisión permite un proceso de mejor rendimiento académico en comparación con la aplicación de la metodología tradicional.

Palabras clave: Educación Superior; Proceso de Aprendizaje; Rendimiento Académico, Sistema de Admisión.

Abstract

One of the most important problems of the Ecuadorian system of public higher education in exact sciences is the low approval rate of applicants, which results in a delay in entering the University, greater fiscal investment in human and technological resources, and wasted access to the university due to subsequent desertion. Recognizing the advantages of the application of an innovative teaching-learning methodology, called Active Learning, compared to the traditional methodology and building a forecast model for academic performance in the admission system can be favorable to reduce this problem. The objective of this work is to determine through a binary logistic regression model if the innovative methodology of Active Learning in the Admission System of a Public University will allow a learning process of higher academic performance at the end of the admission course compared to the application

¹ Correspondencia: pramos@espol.edu.ec.

of the traditional learning model. The study population is made up of 558 applicants who applied to the intensive course in February 2020, whose data have been provided by the University Admissions Office. The modality that the applicant follows in the admission course is the predictor that mainly affects the academic performance. The most relevant conclusion of this study is that the application of the Active Learning methodology in admission allows a process of better academic performance compared to the application of the traditional methodology.

Keywords: Academic Performance, Admission System, Higher Education, Learning Process.



Attribution -Non Comercial-NoDerivates 4.0 International

I. Introducción.

La metodología tradicional de enseñanza-aprendizaje, centrada en el docente, con enfoque conductual y disciplinar, privilegiando la memorización de la información y por lo general sin soportes tecnológicos, es uno de los modelos educativos más utilizados para impartir conocimientos. Como resultado de la continua aplicación de esta metodología se producen serios problemas en el momento en que el estudiante culmina el nivel secundario y opta por ingresar a una universidad pública con rigor académico y quienes lo logran incrementan los niveles de deserción en estas instituciones con el consabido gasto en inversión pública por el dinero invertido en una carrera profesional truncada, sí como de los repetidos intentos del postulante por ingresar a la Universidad y el cupo perdido que pudo ser utilizado por un estudiante de menor nivel socio-económico. Este trabajo analiza esta metodología innovadora de enseñanza-aprendizaje denominada aprendizaje activo que se viene desarrollando en la escuela Superior Politécnica del Litoral, desde el año 2018, comparándola con la metodología tradicional.

En este contexto, el objetivo de la investigación es pronosticar el rendimiento académico de los postulantes a ingresar a la ESPOL (Escuela Superior Politécnica del Litoral) tanto para quienes atendieron el curso de admisión en modalidad tradicional como para quienes lo hicieron con aprendizaje activo, resaltando las ventajas de hacerlo con esta modalidad innovadora, considerando como variable discriminante al rendimiento académico.

Modelo de aprendizaje activo

En modelos disruptivos de aprendizaje existen trabajos como el de Guerra et al. (2019) en el cual se analiza al aprendizaje colaborativo como una experiencia innovadora en el alumnado universitario, este trabajo plantea una actividad de innovación de aprendizaje cooperativo para conocer la percepción del alumnado que cursa la titulación de educación social a través del desarrollo de un taller de resolución de conflictos a sus iguales del grado de magisterio de educación primaria. Utiliza un auto informe de 10 ítems que cubre cuatro dimensiones del aprendizaje cooperativo. El alumno percibe beneficioso el aprendizaje cooperativo como modelo de aprendizaje activo. Las dimensiones más valoradas fueron las habilidades sociales, seguida del procesamiento grupal, la interacción cara a cara y la interdependencia positiva. Un resultado importante de este trabajo radica en el hecho de que el estudiante pudo percibir los beneficios del proceso grupal. Los alumnos con sus valoraciones determinaron que el aprendizaje colaborativo se había realizado de manera efectiva a la vez que tomaban decisiones que ayudaban al grupo. Otra de las habilidades que se pudo observar, fue la mejora en el trabajo en equipo, abarcando así otra de las dimensiones que aporta el aprendizaje cooperativo: la interacción cara a cara, de tal forma que, si falla un miembro del equipo, la tarea no se lograba completar.

Mariño & Alfonso (2020) abordan algunas estrategias de aprendizaje activo en la asignatura Modelos y Simulación, proponiendo a los estudiantes investigar en torno a herramientas de programación que facilitan el modelado y simulación de problemas en un contexto de educación superior y la elaboración de abstracciones de situaciones reales susceptibles de tratar con esta técnica como apoyo a la toma de decisiones. En el análisis de los datos, se aplicó como metodología una investigación descriptiva, la observación, el análisis documental basado en la revisión de los trabajos elaborados y un cuestionario de percepción de los alumnos. Los resultados obtenidos indican la importancia de combinar distintas estrategias para lograr procesos de aprehensión de los contenidos disciplinares desde los ámbitos de la educación superior y susceptibles de implementarse en contextos reales, plasmados en las abstracciones que arman los alumnos desde situaciones conflictivas planteadas y que se resuelven con los métodos aprendidos. De forma particular, la elección del software y la capacidad de evaluar y decidir el más apropiado según la problemática a resolver implica recuperar los conocimientos previos e incorporar nuevos saberes, los que se ilustran en los procesos cognitivos desarrollados por los alumnos.

López (2021) presenta un caso de estudio que incorpora la investigación a un curso universitario de ecología de un modo integral ya que las actividades de aprendizaje indagatorio con base en la investigación en campo otorgan un escenario completo para conocer la historia de vida de algunas de las especies de plantas invasoras más dominantes en cierta localidad. El modelo de enseñanza-aprendizaje y su respectiva evaluación prioriza la naturaleza progresiva de la adquisición de conocimiento y el desarrollo de habilidades que se facilitan por medio de oportunidades para la colaboración y la retroalimentación formativa de los estudiantes. Los resultados indican que el aprendizaje activo ocurre y la experiencia de explorar casos reales de invasión trabajados en campo resulta positiva en su formación, conectándolos fácilmente con su entorno natural y creando un clima de mayor confianza y seguridad en la toma de decisiones para abordar futuros problemas de conservación ambiental.

En lo que respecta al modelo de aprendizaje activo motivo de esta investigación, los estudiantes que culminan la educación secundaria y asisten al curso de admisión en la Escuela Superior Politécnica del Litoral carecen de una base conceptual en las materias de ciencias exactas así como de hábitos de estudio (Álvarez et al., 2020), si a esto se adiciona la reconocida exigencia académica de esta institución de educación superior, el resultado es una baja tasa de ingreso y un bajo rendimiento académico, a pesar de que se ayuda al postulante con tutorías académicas y sesiones de refuerzo, siendo importante anotar que obviando pequeñas variaciones porcentuales, la tasa bruta de matriculación en educación superior viene paulatinamente decayendo desde el año 2015 (Rosales, 2020).

Atendiendo esta problemática a partir del año 2018 la institución aplica como alternativa una metodología activa centrada en el estudiante, cuyo ciclo de actividades se muestra en la figura 1, mediante la cual se imparten conocimientos disciplinares al campo de ciencias exactas, basado en una organización del aprendizaje a través de actividades de docencia (asistido o colaborativo). La dinámica del curso se realiza en un ambiente de aprendizaje diseñado para el efecto y que consiste en 10 mesas de trabajo, en las que desarrollan sus actividades cinco estudiantes por mesa, 10 pizarras estratégicamente ubicadas, 2 equipos de proyección, servicio de internet inalámbrico de banda ancha y donde las actividades son soportadas por la plataforma Learning Catalytics complementada con el sistema interactivo de desarrollo para la web de la universidad.

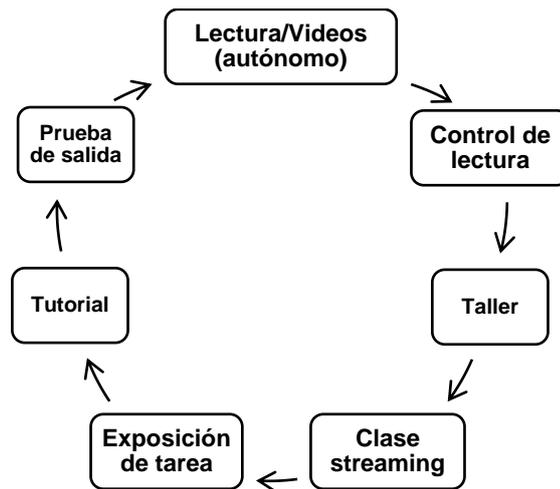


Figura 1. Ciclo del modelo de aprendizaje activo.

La metodología de aprendizaje activo consta de las siguientes etapas: lectura previa y revisión de videos, control de lectura, taller, clase vía *Streaming*, exposición de tarea, tutorial y prueba de salida, similar a la estructura que detallan en su estudio Álvarez et al. (2020).

Con el conocimiento previamente adquirido, el estudiante asiste a la clase, en la cual se procede a la ronda individual del control de lectura; durante esta ronda los estudiantes contestan por medio de sus dispositivos electrónicos las preguntas del control de lectura respectivo; posteriormente, se repite el proceso, pero por medio de una ronda grupal. Una vez terminada ambas rondas, se procede a realizar la retroalimentación respectiva.

La clase se complementa con la elaboración de un taller grupal sobre el mismo tema, donde los 5 estudiantes de cada grupo trabajan de manera conjunta para resolver ejercicios del tema en revisión, pudiendo acceder a los textos guías y apuntes, pero no a dispositivos tecnológicos. Finalmente, para terminar la clase, se realiza una retroalimentación del taller.

Se continúa con esta metodología en cada clase hasta terminar la revisión de todo el contenido del capítulo. Periódicamente se envía al estudiante un banco de ejercicios, los cuales debe resolver de manera autónoma y con el soporte de una sesión de trabajo vía *Streaming*, en la que, por medio de una aplicación para reunión virtual, el profesor se conecta con los estudiantes; durante esta sesión se absuelven dudas de los estudiantes con la facilidad de que se puedan comunicar en tiempo real vía chat. Luego de la clase virtual, se desarrolla la actividad grupal de exposición de ejercicios, que consiste en la asignación por parte del profesor de un tema a cada grupo, de tal forma que el grupo prepara la exposición de su ejercicio y mientras expone cada grupo en su turno, los profesores realizan preguntas a los integrantes del grupo y los demás grupos atienden la exposición en curso.

La siguiente sesión corresponde a la actividad denominada tutorial, donde estando previamente cargado un conjunto de ejercicios en la plataforma Learning Catalytics, una vez que el profesor libera la actividad, los estudiantes en grupo se acercan a su pizarra y durante un tiempo determinado proceden a resolver el ejercicio, el cual, una vez terminado debe ser subido, mediante una foto, a la plataforma.

Como última actividad del capítulo se desarrolla la actividad denominada prueba de salida, en la cual los estudiantes desarrollan ejercicios de nivel medio-alto, sin acceso a consultas y soporte

alguno. Cabe anotar la importancia de la prueba de salida ya que por sí sola corresponde al 25% de la nota total del estudiante.

Rodríguez (2017) desarrolla estudio de caso sobre el modelo de aprendizaje activo en la materia Física B como estrategia para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes de ingenierías de la ESPOL; modelo muy similar al del presente estudio ya que con el soporte de un profesor y dos tutores se desarrollan actividades que consisten en cuatro componentes definidos por el aula invertida (actividades de lectura, videos, etc.), aprendizaje en clase (mini clases, trabajos individuales y grupales y problemas de estimación), aprendizaje colaborativo (grupos debidamente formados y administrados, responsabilidad del estudiante para el trabajo en equipo y retroalimentación frecuente) y aprendizaje con problemas de la vida real (problemas ligados a las leyes y conceptos del curso). Sin disponer de una metodología estadística del mismo nivel del presente estudio y a pesar de haber sido aplicado a una materia específica, el autor logra evidenciar que el rendimiento académico del grupo en estudio mejoró considerablemente y que los estudiantes presentaron mayor interés a asistir a la clase y eran más activos en participar en actividades fuera de la clase, es decir en el trabajo autónomo. Es relevante la coincidencia de que al igual de lo que ocurre con los estudiantes del curso de admisión, los estudiantes de este curso generaron una ganancia superior en el conocimiento en relación con los estudiantes que recibieron la misma clase con la metodología tradicional.

Factores que inciden en el rendimiento académico

El Rendimiento Académico es quizás el principal indicador de éxito o fracaso de un estudiante, por lo cual se convierte en uno de los factores más importantes a la hora de interpretar y analizar los resultados dentro de un proceso educativo. En el entorno de las instituciones de educación superior uno de los indicadores de mayor representatividad y que las caracteriza, es esta variable.

Es un tema de investigación constante y que data de varias décadas, encontrar formas de mejorar el rendimiento académico, determinar que variables realmente influyen en este rendimiento, como están relacionadas y cuál es la mejor metodología de aprendizaje; por lo tanto, el análisis de esta variable multidimensional es trascendental para la mejora de la calidad académica. Debido a que el rendimiento académico posee multidimensionalidad de factores es un constructo formado por aptitudes y motivaciones de los estudiantes, pero también influenciado por aspectos extrínsecos como los docentes, las instituciones, la familia, etc. (García et al.,2000).

Fullana (1996) prioriza el foco multidimensional del desempeño académico y lo declara como el fin del procedimiento en donde coinciden los impactos de muchas variables, individuales, grupales, académicas y de todas las relaciones. Garnica et al. (1991) desarrollaron un trabajo cuyo objetivo fue obtener un Análisis Factorial Discriminante a nivel de una muestra de estudiantes de una Facultad, siendo la variable la calificación promedio *grupo* y determinaron que la *nota frontera* entre estudiantes de bajo y alto rendimiento no era la calificación que se suponía (10 puntos), sino 12 puntos. Esto significa que, si un profesor tiene duda en suspender o no a un estudiante, tomando la decisión de hacerlo con 8 o menos puntos o promoverlo sólo con 10 puntos; al final, los alumnos de 10 y 11 puntos, evaluados bajo un grupo de variables, no poseen rendimientos académicos altos y, por lo tanto, deberían estar aplazados y no aprobados. Es lógico deducir que los profesores que practican este *juego* dañan tanto al estudiante como a la institución de educación, más aún si en los siguientes niveles el estudiante encuentra el mismo tipo de profesor, ya que el profesional lleva estas deficiencias a la parte laboral, dejando en entredicho la calidad académica de la institución.

Un trabajo evaluado en varios componentes, sobre rendimiento académico es el de Díaz (1995), el objetivo fue desarrollar un análisis que compara dos grupos de estudiantes: los que poseen una beca y hacen uso del comedor universitario y de los que no tienen ninguna de las dos opciones. Se obtiene como resultado relevante por medio de un análisis factorial discriminante, existiendo pequeñas diferencias si se revisa el grupo de variables, entre los dos grupos de alumnos. Incluso, se estableció, con un Manova, que, del grupo de 21 variables cuantitativas en relación con el rendimiento, 11 producían diferencias marcadas; además, con el ACP se establecieron cuatro dimensiones para el rendimiento: calidad, cantidad y atraso, deserción y rapidez. En esta investigación se establece que el conjunto de estudiantes que hace uso de la beca y el comedor universitario posee un rendimiento académico más alto.

Roselli (2008) desarrolla un trabajo cuyo objetivo es la comparación entre dos modelos de enseñanza en la universidad, con la disyuntiva individual - grupal; el individual centrado en el sistema tradicional de aprendizaje y el grupal centrado en que el sujeto de enseñanza - aprendizaje lo forman grupos de cuatro estudiantes que asistían a sesiones de teoría y práctica, trabajando colaborativamente pero incluyendo la supervisión del profesor, con antelación se suministraba la bibliografía que producía los diversos trabajos parciales entregados por grupo. Se produjeron instrumentos especializados para ser utilizados en el desempeño docente: Cuestionario de Aspectos Académicos Generales, Cuestionario de Evaluación de la Enseñanza - Aprendizaje y Cuestionario de Hábitos de Estudio; luego del análisis estadístico de toda la data recopiladas se obtuvieron resultados relevantes, entre los cuales se mencionan los siguientes: los estudiantes no tenían aprehendido el uso del entorno físico diferente al de la sesión habitual; el accionar de la clase tipo individual era más pronosticable y su foco tenía más claridad: el profesor explicaba y los alumnos apuntaban y fue complicado afianzar la forma de trabajar en el modo grupal; en el sentido cognitivo, el desempeño de las clases fue más metódico y más contundente en conceptos para la modalidad individual, por medio de opiniones tales como: "se dan más temas que en la clase grupal"; un factor inobjetable de necesitar más tiempo en la modalidad colaborativa es que los estudiantes no leen con antelación los temas para control de lectura, lo cual forzaba a que los equipos tengan que leer recién al inicio de la clase. Una conclusión importante de este trabajo es que el aprendizaje grupal funciona mejor con los alumnos más aprovechados académicamente, al parecer la autorregulación requiere como prerrequisito un determinado nivel de capacidades iniciales.

Al no existir teoría definitiva y universalmente aceptada no se dispone de una metodología para su medición, ya que depende de muchos aspectos relacionados con la institución, el docente, el estudiante, etc.; siendo así, es significativa la cantidad de investigaciones realizadas, tanto teóricas como empíricas, en el entorno preuniversitario y universitario (Díaz, 1995; García, 2015; Garnica et al., 1991; Gonzalez, 1982; Ibarra & Michalus, 2010; McArdele et al., 2013; Roselli, 2008; Schram, 1996; Zax & Rees, 2002). Uno de los primeros estudios en análisis multivariado sobre el rendimiento estudiantil es el de González (1982), realizado con alumnos graduados en varias carreras universitarias de la Universidad de los Andes en Mérida, Venezuela. Utilizar sólo las calificaciones de las distintas materias para medir el rendimiento académico obvia la diversidad de situaciones que circunda al estudiante; no existen dos cursos comparables a no ser que sea el primero de una misma titulación, ya que todos los estudiantes a tiempo completo suelen llegar con las mismas materias y créditos aprobados (Mora, 2015).

Pronosticar el rendimiento académico implica la pretensión de estimar la variable criterio en función de variables predictoras, es decir, se pretende mostrar el éxito o fracaso de los estudiantes

en un escenario específico. Muchos autores sostienen que el mejor predictor del rendimiento futuro es el rendimiento previo (De Miguel, 2006; Pike & Saupe, 2002; Rodríguez, 2007; Tomás et al., 2014). Así mismo, son muy variadas las técnicas de predicción y herramientas estadísticas utilizadas como la regresión lineal múltiple (Caso & Hernández, 2007; García et al., 2000), regresión logística (Heredia & Camacho, 2014; Ibarra & Michalus, 2010; Valera et al., 2009, Vitola, 2015), modelos de ecuaciones estructurales (Fernández, 2017; Rodríguez, 2007; Soares et al., 2006); análisis discriminante (Juárez et al., 2016; Tomás et al., 2014), modelo lineal jerárquico (Pike & Saupe, 2002).

II. Método.

La investigación es de tipo cuantitativo, observacional, retrospectivo y de técnica multivariante, ya que se basa en un método estructurado de recopilación y análisis de datos obtenidos a través de una fuente oficial, se caracteriza por el método estadístico utilizado donde el factor de estudio no es controlado por el investigador, el inicio del estudio es posterior al hecho estudiado y la investigación responde a un problema de dependencia o interdependencia entre variables con la aplicación de una técnica de análisis multivariado, respectivamente. Para realizar el análisis de regresión logística binaria, el enfoque se encuadra en una población que consta de la totalidad de los estudiantes del curso de nivelación intensivo febrero 2020 de una universidad pública de Guayaquil registrados en el área de Ciencias e Ingenierías, correspondiente a los que atendieron el curso en la modalidad tradicional y a los seleccionados para participar en la modalidad de aprendizaje activo. La población sujeta de estudio estuvo compuesta por 558 postulantes, de los cuales 300 pertenecen a la metodología tradicional de enseñanza aprendizaje, repartidos en 8 cursos, y 258 pertenecen a la metodología innovadora de aprendizaje activo, repartidos en 6 cursos debidamente planificados. El criterio de inclusión consistió en que el postulante ha culminado su nivel de educación secundaria, realizado el EAES (Examen de Acceso a la Educación superior) administrado por el Gobierno Nacional y haber obtenido una calificación entre 40 y 60 sobre 100 puntos en el examen de ingreso de la propia Universidad.

Instrumento

El instrumento empleado en la recogida de datos fue el sistema académico de la Dirección de Admisiones de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, por medio del cual se recolectaron los siguientes datos de los 558 postulantes registrados en el Área de Ciencias e Ingenierías para ambas metodologías de estudio: género, carrera universitaria a la que postula, edad, modalidad de estudio, paralelo en que fue registrado, calificaciones de las materias Matemáticas, Física y Química en cada una de las actividades académicas que involucra cada modalidad, ya sea tradicional o aprendizaje activo, nota de la prueba de actitud académica, nota del examen de ingreso de matemáticas, nota del examen de ingreso de física, condición de repetidor del curso de admisión y el estado final de aprobado o no aprobado del postulante en el curso de nivelación intensivo febrero 2020, datos que luego de ser ordenados y analizados sirvieron para la construcción del modelo de regresión logística binaria para la predicción del rendimiento académico del postulante a ingresar a la Universidad, luego de lo cual se procedió al análisis y depuración del conjunto de datos proporcionado, tanto para la estadística descriptiva, contraste de hipótesis y análisis de regresión logística binaria; técnicas estadísticas que fueron ejecutadas con el software estadístico R versión 1.3.1056 para Mac OS.

La ponderación de las actividades académicas tanto del modelo tradicional como del modelo de aprendizaje activo, se detallan en adelante.

Tabla 1.

Políticas generales de calificación (modelo tradicional)

Componentes	Ponderación general	Ponderación por tipo de componente	Puntaje	Recuperación
Examen Final	40%	40%	4	El examen de recuperación reemplaza sólo estos componentes
Lección general 1	60%	35%	1.1	
Lección general 2			1.2	
Lección general 3			1.2	
Gestión del aprendizaje: evaluaciones parciales, talleres, trabajo autónomo		25%	2.5	Este componente no es recuperable
Nota final	100%	100%	10	

Tabla 2.

Políticas generales de calificación (aprendizaje activo)

Componentes	Ponderación de la actividad	Ponderación Nota final	Puntos	Recuperación
Examen final	N/A	40%	4	El examen de recuperación reemplaza sólo estos componentes
Prueba de salida	N/A	20%	2	
Controles de lectura	20%	40%	4	Actividades no recuperables
Talleres	25%			
Exposición de tareas	25%			
Tutoriales	30%			
Nota final	100%	100%	10	

Para el modelo tradicional, se evalúan 3 lecciones generales y un examen global, estas calificaciones se procesan a través de un lector óptico y los temas de desarrollo por los profesores; las notas son subidas al Sistema. En la gestión del aprendizaje se consideran talleres y deberes.

Para el modelo innovador de aprendizaje activo, en alcances de aprendizaje, se evalúa 1 prueba de salida por cada capítulo del contenido de la materia y un examen final, las notas del examen final son calificadas a través de un lector óptico y las pruebas de salida por los profesores; mientras que la administración del aprendizaje corresponde a controles, talleres, exposición de ejercicios, y tutoriales.

Procedimiento

El objetivo clave y principal de este trabajo de investigación consiste en mostrar la utilidad que tiene el Análisis Multivariante, específicamente la técnica de regresión logística binaria para estructurar como intervienen las variables regresoras en la probabilidad de que ocurra un suceso específico, en este caso que los postulantes a ingresar a la Escuela Superior Politécnica del Litoral que recibieron metodología de aprendizaje activo en el curso de admisión tuvieron un mejor rendimiento académico que los estudiantes que recibieron metodología tradicional. El plan de procesamiento de datos inicia con la selección y organización adecuada de la datos que permitieron obtener la ecuación de regresión respectiva, determinar que las variables predictoras eran las adecuadas para el estudio sin necesidad de que se cumpla el requerimiento de linealidad, es decir, que la variable dependiente deba ser categórica con dos o más niveles, el estudio es intergrupar y no intragrupal, además se revisó la ausencia de multicolinealidad entre las variables, o sea que las variables estén altamente relacionadas. El ingreso de predictores al modelo siguió un método hacia

atrás con el fin de evitar errores tipo II, para la eliminación de los predictores no influyentes en el modelo se utilizó el criterio de máxima verosimilitud. Se procesaron y analizaron los datos en lo que respecta a la bondad de ajuste de los modelos teniendo en cuenta la significancia de Chi-cuadrado para el modelo; el R^2 de Cox & Snell o el R^2 de Nagelkerke para saber que porción de la varianza de la variable en dependencia se explica con el modelo; la parte global correctamente clasificada para indicar la cantidad de casos que el modelo puede predecir de manera correcta y se desarrolló en ambos modelos la respectiva validación cruzada con el fin de comprobar que los modelos obtenidos sean generalizables, es decir, que se ajusten correctamente a cualquier conjunto de datos distintos a los considerados en el estudio.

Para la primera parte del análisis, se procedió a realizar una comparación estadística descriptiva e inferencial entre las dos metodologías aplicadas en el curso de admisión, siendo las más importantes: las características de cada variable, tipo de distribución, asimetría, Kurtosis, correlaciones, presencia de valores atípicos y comparación de medias poblacionales.

En la segunda parte del análisis, aplicando la técnica de regresión logística binaria se construye un modelo generalizado de pronóstico del rendimiento académico que permita determinar si esta variable dependiente dicotómica depende o no de las variables explicativas inmersas en el estudio.

Para el modelo de regresión logística binaria en el curso de admisión la variable dependiente es el rendimiento académico, tipificado como *racad*, variable dicotómica con resultado de pronóstico de aprobación o no aprobación para el postulante, dicotomizada como 1 para aprobado y 0 para reprobado.

En lo que se refiere a las variables independientes, tenemos:

Edad: variable cuantitativa discreta, tipificada como *edad*; es la edad del postulante al momento de atender el curso de admisión intensivo febrero 2019 en el área de ciencias exactas.

Sexo: variable cualitativa medida en escala nominal dicotómica, tipificada como *sexo*; con dos resultados posibles: masculino y femenino, dicotomizadas como 1 para femenino y 0 para masculino.

Modalidad: variable cualitativa medida en escala nominal, tipificada como *mod*; se refiere al modelo de enseñanza-aprendizaje con la que el postulante atiende el curso de admisión, con dos resultados posibles: aprendizaje activo y tradicional, las mismas que fueron dicotomizadas como 1 para aprendizaje activo y 0 para modalidad tradicional.

Repetidor: variable cualitativa medida en escala nominal, tipificada como *rep*; se refiere al estado de repetidor o no del postulante cuando inicia el curso de admisión, con dos resultados posibles: repetidor y no repetidor, las mismas que fueron dicotomizadas como 1 para repetidor y 0 para no repetidor.

Nota del examen de ingreso de Matemáticas: variable cuantitativa continua, tipificada como *mat*, registra la nota obtenida por el postulante cuando rindió el examen de ingreso de Matemáticas, previo al inicio del curso de admisión y establecida con una escala de 0 a 100 puntos.

Nota del examen de ingreso de Física: variable cuantitativa continua, tipificada como *fis*, registra la nota obtenida por el postulante cuando rindió el examen de ingreso de Física, previo al inicio del curso de admisión y establecida con una escala de 0 a 100 puntos.

Nota de la prueba de aptitud académica: variable cuantitativa continua, tipificada como *paa*, registra la nota obtenida por el postulante cuando rindió la prueba de aptitud académica, una vez iniciado el curso de admisión y establecida con una escala de 0 a 100 puntos.

III. Resultados.

Análisis descriptivo e inferencial

La variable dependiente de carácter dicotómico (1=Aprobar, 0 = Reprobar) es el rendimiento académico. Se considera que un aplicante aprueba el curso de admisión si obtiene en cada asignatura una nota promedio mayor o igual a 60 sobre 100. La tabla 3 muestra la información de los postulantes con respecto al estado de aprobación del curso.

Tabla 3.

Número de postulantes registrados y aprobados por modalidad

Modalidad	Registrados	Aprobados	Porcentaje (%)
Aprendizaje activo	258	178	69.0
Tradicional	300	131	43.7
Total	558	309	

Nota: elaboración propia a partir de la base de datos de la Dirección de Admisiones

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Es importante mostrar de manera gráfica la composición de la población de estudio o número de postulantes por modalidad (ver figuras 2 y 3).

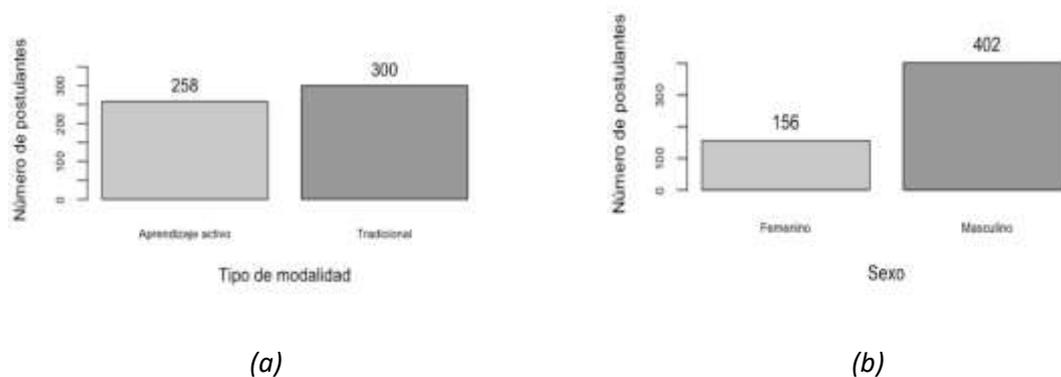


Figura 2. Número de postulantes por modalidad y por sexo

Nota: Tipo de modalidad (a), postulantes por sexo (b).

La estructura que las variables tienen en el conjunto de datos y en el procesamiento de los mismos en el programa R es la siguiente: *edad*, *sexo*, *modalidad*, *repetidor*, *not_mat*, *not_fis*, *not_paa*, *r_acad*. El conjunto de datos está estructurado con 558 observaciones y 8 variables. En lo referente a las variables dependientes, se consideraron 7 en total, cuatro cuantitativas y tres cualitativas, como se puede observar en la tabla 2. Estas variables explicativas fueron seleccionadas y dicotomizadas, a excepción de las relacionadas con edad y notas de pruebas de exámenes,

considerando principalmente la revisión de literatura previa y las recomendaciones de Carballo & Guelmes (2016).

La tabla 4 muestra los datos descriptivos de las variables explicativas cuantitativas siendo importante resaltar los bajos promedios de los exámenes de admisión de Matemáticas (32,8 puntos) y de Física (40,5 puntos), situación que ha sido repetitiva en los exámenes de ingreso a esta institución prácticamente desde su formación y que socialmente está ligada a la percepción de la baja calidad de la educación de nivel secundario y a la rigurosidad académica de la universidad; la edad promedio de los postulantes a esta universidad es 19 años, el alto promedio de la prueba de aptitud académica (80 puntos) es un reflejo interesante de que el postulante aún no teniendo aprehendido un adecuado contenido académico si posee aptitudes que podrían respaldar un buen desarrollo académico en el sistema de educación superior; la edad que más se repite entre los aplicantes es 18 años; la nota que más se repite en el examen de Matemáticas es 40 puntos, en el examen de Física es 46 puntos, mientras que en la prueba de aptitud académica es de 100 puntos. Es evidente la alta dispersión de las notas de exámenes de Matemáticas y Física con respecto a la media, existiendo una clara desviación de la normalidad en los datos de la variable *edad*, con asimetría positiva; además, los datos presentan una distribución leptocúrtica, con un elevado número de datos alrededor del valor central de la variable, se presenta una ligera desviación de la normalidad en los datos de la variable *not_paa*, con asimetría negativa, es decir, con la mayor cantidad de datos por debajo de la media; además, los datos presentan una distribución leptocúrtica, con una gran cantidad de datos alrededor del valor central de la variable. Se presenta una notoria, pero no extrema, desviación de la normalidad en los datos de las variables *not_mat* y *not_fis*, con asimetría positiva; adicionalmente presentan una distribución leptocúrtica, con un considerable número de datos alrededor del valor central de la variable.

Tabla 4.

Datos descriptivos de las variables cuantitativas

Variable	min.	prom.	med.	max.	moda	Dev. Std.	Asimetría	Kurtosis
<i>edad</i>	17	18.83	19	32	18	1.41	4.81	39.16
<i>not_paa</i>	4.98	8.08	8.00	10.00	10.00	10.96	-0.11	2.58
<i>not_mat</i>	0.00	3.28	3.20	10.00	4.00	17.21	1.12	5.93
<i>not_fis</i>	0.00	4.05	4.10	10.00	4.60	16.28	0.39	3.70

La correlación entre las variables *not_paa*, *not_mat* y *not_fis* es positiva y media, mientras que la variable *edad* con respecto a las anteriores tiene una correlación negativa y baja.

En lo que respecta a las tres variables cualitativas se obtuvieron los siguientes resultados en relación con la variable independiente *r_acad*: el 54,7 % de los postulantes de sexo masculino y el 57,1 % de los postulantes de sexo femenino aprobaron el curso de admisión, el 69,0 % de los postulantes que siguieron la metodología de aprendizaje activo aprobaron el curso de admisión, mientras que sólo lo hicieron el 43,7 % de los que siguieron la metodología tradicional y el 66,2 % de los estudiantes que aplicaron por primera vez lograron aprobar el curso mientras que los repetidores sólo lo pudieron hacer en un 41,7 %.

Para analizar normalidad de los datos de las variables cuantitativas se aplicó la prueba “Jarque Bera test” bajo las siguientes hipótesis:

H_0 : los datos si proceden de una distribución normal.

H_a : los datos no proceden de una distribución normal.

En todos los casos el p valor obtenido es menor que el valor de significancia por lo que se rechaza la hipótesis nula y se observa que los datos no provienen de una distribución normal. Para ilustrar un ejemplo se muestra en la figura 4 el histograma más la curva normal teórica para la variable *not_mat*.

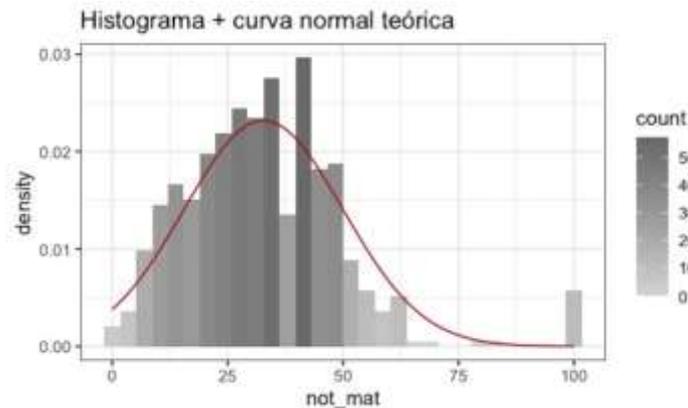


Figura 3. Histograma con curva normal teórica para *not_mat*.

Por medio de la prueba Chi-cuadrado para *outliers* se comprobó que las 4 variables cuantitativas poseen datos *outliers*; 32 años para la edad, 49.8 puntos para *not_paa* y 100 puntos para *not_mat* y *not_fis*, ya que en todos los casos el p valor obtenido es menor al valor de significancia bajo las siguientes hipótesis:

H_0 : no existen valores atípicos en los datos de la variable x_i

H_a : si existen valores atípicos en los datos de la variable x_i

Para las pruebas de independencia entre variables cualitativas se aplicó la prueba “Chi-cuadrado de Pearson con corrección de continuidad de Yates”, considerando las siguientes hipótesis:

H_0 : la variable x_i no se asocia con la variable x_j

H_a : la variable x_i si se asocia con la variable x_j

Al obtener un p valor mayor al valor de significancia, se acepta la hipótesis nula y se determina que las variables sexo y modalidad no están relacionadas, en cambio, con p valores menores al valor de significancia las variables sexo y repetidor si están relacionadas al igual que las variables modalidad y repetidor. La comparación de las medias poblacionales de las variables cuantitativas con respecto a la modalidad de aprendizaje realizada con la prueba “T-test” para homogeneidad de varianzas y “Cohen” para medir la concordancia de los datos, permitió reconocer que el p-valor obtenido es menor al valor de significancia, así como disponer de evidencia suficiente para considerar que existe una diferencia entre las notas promedio de las variables *not_paa*, *not_mat* y *not_fis* de los postulantes en modalidad tradicional y de aprendizaje activo y que el tamaño de efecto medido por el test de Cohen resulta ser grande para las variables *not_paa* y *not_mat*, y mediano para la variable *not_fis*.

La figura 5 muestra a manera de ejemplo, el diagrama de caja de las variables *not_mat* con respecto a la modalidad de aprendizaje, respectivamente, siendo relevante la diferencia a favor de la modalidad de aprendizaje activo.

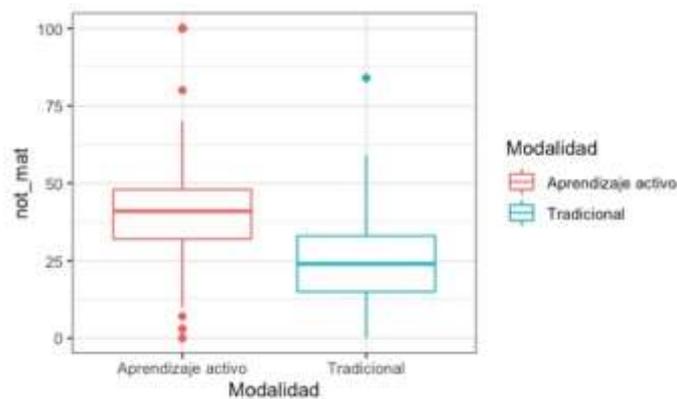


Figura 4. Comparación de medias poblacionales de *not_mat* por modalidad.

Modelo de regresión logística binaria

Para el modelo generalizado, solo la variable *edad* resulta ser estadísticamente no significativa al analizar su valor de estadístico de *Wald* con respecto al valor de significancia. El predictor más importante al momento de explicar el rendimiento académico es la modalidad de aprendizaje, también es relevante señalar que las otras 5 variables estadísticamente significativas tienen impacto en el rendimiento académico ya que presentan una importancia normalizada mayor al 22%. Se obtuvo el modelo ajustado mediante la función “StepAIC” para la correcta selección de las variables, comprobando que efectivamente desaparece la variable *edad*. En la tabla 5 se muestran los valores de los coeficientes de información de Akaike (AIC), Bayesiano (BIC) y de devianza residual para los modelos nulo (sólo incluye intercepto), generalizado y ajustado.

Tabla 5.

Coeficientes de información de ajuste

	Devianza Residual	AIC	BIC
Modelo nulo	767.10	769.10	773.41
Modelo generalizado	646.23	662.23	696.83
Modelo ajustado	646.62	660.62	690.89

El modelo ajustado posee los mejores índices de ajuste y es el más significativo, el estadístico de prueba con distribución Chi-cuadrada tiene valor de 120.48 con 5 grados de libertad y valor p nulo. En relación con los coeficientes del modelo ajustado (ver tabla 6), si hacemos uso de los ODD ratio para interpretar el modelo, resulta que el efecto más relevante es el de la variable *modalidad*, las probabilidades de que un postulante siguiendo aprendizaje activo apruebe el curso de admisión son 2,14 veces superiores a las de quien lo hace con metodología tradicional. Las probabilidades de que un repetidor apruebe el curso son 3,66 veces menores que las del postulante que no ha repetido el curso. Las probabilidades de que un postulante de sexo masculino apruebe el curso son 1,78 veces menores que las de un postulante de sexo femenino. Por cada punto adicional que se obtenga en la nota del examen de admisión de Matemáticas la probabilidad de aprobar es 1,022 veces mayor; 1,054 veces mayor en el examen de admisión de Física y 1,04 veces mayor en la prueba de aptitud académica. En lo que se refiere a los intervalos de confianza se puede notar que el número 1

no está incluido en ninguno de ellos, por lo que se ratifica que todas variables consideradas son estadísticamente significativas.

Tabla 6.

Resumen del modelo ajustado

	Coeficiente regresión (B)	Error estándar	p-valor	ODDS Exp(B)	I.C. al 95% para Exp. (B)	
					Inferior	Superior
Intercepto	-4.220	0.896	0.000	0.007		
Modalidad	0,759	0.283	0.007	2.137	0.270	0.810
Sexo	-0.578	0.220	0.009	0.561	0.364	0.864
Repetidor	-1.297	0.363	0.000	0.273	0.124	0.539
not_mat	0.022	0.008	0.006	1.022	1.006	1.039
not_fis	0.053	0.009	0.000	1.054	1.036	1.072
not_paa	0.040	0.012	0.001	1.040	1.017	1.064

A continuación, se muestran los valores predichos de las 8 primeras observaciones de las 558 en total, que indican la probabilidad predicha de aprobación del postulante y que deben ser comparados con el rendimiento académico (aprobar o no aprobar).

1	2	3	4	5	6	7	8
0.829	0.872	0.826	0.831	0.495	0.764	0.668	0.472

Se obtuvieron los siguientes valores para las medidas tipo R^2 : McFadden (0.157), Nagelkerke (0.26) y Cox & Snell (0.195). En cuanto a los bajos valores de estas medidas, es importante recalcar que si bien es posible que predictores adicionales puedan incrementar la potencia explicativa del modelo también es posible que los datos contengan una cantidad inherentemente más alta de inexplicable variabilidad; en todo caso, aun cuando las medidas tipo R^2 son bajas, los p-valores obtenidos indican una relación real entre los predictores significativos y la variable respuesta (Visbal, 2019). Al realizar el contraste de hipótesis para el cálculo de las dos alternativas propuestas por Hosmer y Lemeshow, al contrario de lo que se estila en este tipo de procedimientos, se plantean las hipótesis de tal manera que no se pueda rechazar la hipótesis nula, siendo esta: “el modelo se ajusta bien y globalmente a los datos”.

Siendo 309 postulantes aprobados y 249 reprobados, el modelo predice que 326 aprueban y 232 reprueban, obteniéndose la respectiva tabla de clasificación, la cual indica que 149 postulantes que no aprueban, el modelo predice que no aprueban y que 226 que, si aprueban, el modelo predice que si aprueban.

	Predicción	
	0	1
0	149	100
1	83	226

Asociado a este punto de corte, la tasa de clasificaciones correctas para el total de los postulantes del estudio es de 67,2 %. El mayor valor del área bajo la curva ROC diferencia un mejor modelo de otro, en nuestro caso se obtiene un valor de 0.755 unidades cuadradas.

La figura 6 muestra la curva ROC del modelo ajustado.

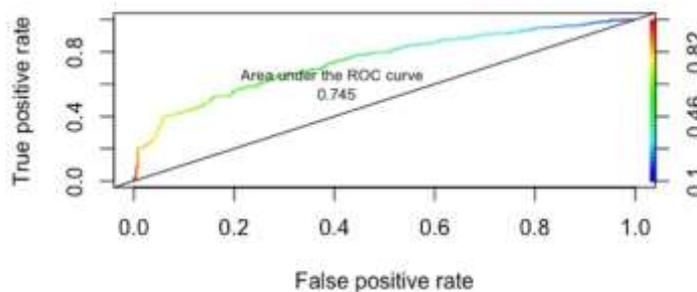


Figura 5. Curva ROC del modelo ajustado.

En lo que corresponde al diagnóstico y validación del modelo, los residuos de Pearson de las 6 primeras observaciones y del total de postulantes y resultan ser significativos menos del 2,32 % de los residuos. Los residuos estandarizados de la devianza resultan ser significativos en menos del 0,36 % del total y sus primeros 6 valores son:

1	2	3	4	5	6
0.6148	0.5251	-1.8762	0.6110	1.1946	0.7363

Se pueden lograr varios gráficos para analizar los residuos, el gráfico de la figura 7 muestra los residuos de la devianza con la indicación de las líneas de valor absoluto igual a 2.

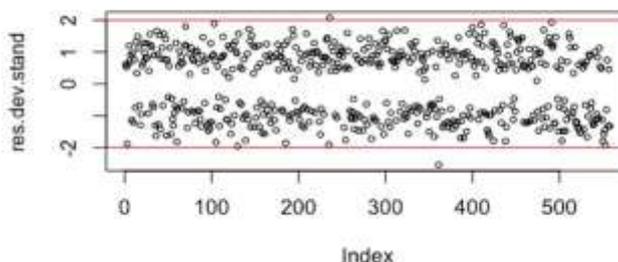


Figura 6. Residuos estandarizados de la devianza.

Se puede observar la presencia de 2 residuos significativos, ratificando lo expresado en cuanto al despreciable porcentaje en relación con el total expresado anteriormente. Las distancias Cook para las 5 primeras observaciones son:

1	2	3	4	5
0.000212	0.000216	0.004384	0.000319	0.002276

Al no disponer en el estudio de distancias de Cook mayores que la unidad, no existe la presencia de valores influyentes. Como se puede observar en la tabla 7, no se encuentran valores elevados de factores generalizados de inflación de la varianza, por lo tanto, no existe colinealidad, es decir, no se reduce la precisión de los coeficientes estimados en el modelo ajustado.

Tabla 7.

Factores generalizados de inflación de la varianza

not_fis	not_paa	sexo	not_paa	repetidor	modalidad
1.6373	1.5269	1.0717	1.5896	3.6443	2.1742

Para la validación cruzada, al comprobar si el modelo se ajusta bien a un conjunto de datos que no sea el del presente estudio, el valor de la tasa media de clasificaciones incorrectas es 33,3 % y el valor de la corrección de esta tasa para compensar el sesgo que se introduce al no utilizar el método denominado “*leave one out cross-validation*” es de 33,5 %. El valor obtenido indica que, en media, el modelo clasifica correctamente a más del 66,5 % de los postulantes cuando sus datos no han sido usados en el ajuste del modelo. Al utilizar el método de “*leave one out cross validation*” y eligiendo K=558 se obtiene el mismo valor de 66,5 % de tasa de clasificaciones correctas.

Si se denotan las variables, de tal forma que Modalidad = M, Sexo = S, Repetidor = R, not_mat = NM, not_fis = NF y not_paa = NP, la expresión lineal del modelo ajustado es: $\text{logit}(r_{\text{acad}}) = -4,22 + 0,759 M - 0,578 S - 1,297 R + 0,022 NM + 0,053 NF + 0,04 NP \dots (4)$

Mientras que la probabilidad condicionada tiene la siguiente expresión:

$$P(\text{aprobar}) = \frac{e^{-4,22+0,759 M-0,578 S-1,297 R+0,022 NM+0,053 NF+0,04 NP}}{1+e^{-4,976+0,759 M-0,578 S-1,297 R+0,022 NM+0,053 NF+0,04 NP}} \quad (5)$$

IV. Discusión.

En lo referente al presente estudio, los resultados obtenidos del análisis estadístico descriptivo e inferencial del conjunto de datos ratifican el bajo rendimiento académico que evidencian los postulantes al ingresar a Escuela Superior Politécnica del Litoral en los exámenes de ingreso, siendo Matemáticas la asignatura con mayor deficiencia. A pesar de que se mantiene la tradicional supremacía de la presencia de postulantes de sexo masculino sobre el femenino en el área de Ciencias Exactas sin importar la metodología de enseñanza-aprendizaje utilizada, es interesante el hallazgo de que en promedio, en modalidad tradicional aprobaron apenas 3,8 % más hombres que mujeres y en aprendizaje activo aprobaron 10,7 % más mujeres que hombres, con el antecedente de que en modalidad tradicional el 61 % de los hombres que aprobaron eran repetidores de curso. No se puede afirmar radicalmente que exista una relación directa entre el sexo y el rendimiento académico pero hay estudios que le dan a la mujer una ligera tendencia a tener mayor rendimiento académico que el hombre (González, 1996; Lladó et al., 2004). Además, en promedio aprobaron 27,3 % más postulantes que atendieron el curso con aprendizaje activo en relación con los que lo hicieron con modalidad tradicional, hallazgo que ratifica el único análisis global que se había realizado con la información hasta que se realizó esta investigación. Un hallazgo muy preocupante que entrega esta parte de la investigación es que solo el 42 % de los postulantes repetidores, prácticamente todos ellos en modalidad tradicional, lograron aprobar el curso a pesar de que repetían los mismos contenidos y la experiencia de ya haber tomado el curso.

A pesar de que en ninguno de los casos existe una correlación significativa entre las variables explicativas del estudio, es importante señalar que a mayor edad del postulante disminuyen en menor grado las notas obtenidas en los exámenes de ingreso de Matemáticas, Física y en la prueba de aptitud académica, y que están correlacionadas de manera positiva y media las variables mat, paa

y fis, indicando que los estudiantes que logran rendimiento medio en uno de los exámenes también lo hacen en los otros dos.

En lo que se refiere a la construcción del modelo generalizado de regresión logística binaria para predecir el rendimiento académico de los postulantes, la variable edad resultó ser estadísticamente no significativa, lo cual fue corroborado cuando se construyó el modelo ajustado, el mismo que fue el más adecuado, por ser el modelo más reducido que explicó los datos (principio de parsimonia) y además es técnicamente congruente e interpretable, con una tasa de clasificación correcta bastante aceptable. A pesar de que se obtuvo valores bajos de las medidas tipo R^2 , es importante recalcar que si bien es posible que predictores adicionales puedan incrementar la potencia explicativa del modelo también es posible que los datos contengan una cantidad inherentemente más alta de inexplicable variabilidad; en todo caso, aun cuando las medidas tipo R son bajas, los p-valores obtenidos indican una relación real entre los predictores significativos y la variable respuesta (Visbal, 2019). Se considera que un modelo es mejor que otro si la curva ROC se acerca al borde superior izquierdo, o lo que es lo mismo, que el área bajo la curva sea mayor (Franco & Vivo, 2007) y el modelo configurado cumple satisfactoriamente con esta consideración.

Este trabajo también consideró el hecho de analizar residuos con el fin de aislarlos datos en los cuales el modelo se ajustaba mal, así como de los que ejercían una influencia excesiva sobre el mismo. También se pudo comprobar la ausencia de valores elevados de factores generalizados de inflación de la varianza, es decir, no existe colinealidad. La validación cruzada demostró que el modelo se ajusta bien a conjuntos de datos distintos a los utilizados en este estudio. Xxx. Xxxx.

Con base en el análisis de los coeficientes del modelo, quedó evidenciada la predominancia y ventajas de la aplicación del modelo de aprendizaje activo en el sistema de admisión de ESPOL con respecto al modelo tradicional y la incidencia del estado de repetidor de curso del postulante. A manera de posición personal ante los hallazgos de esta investigación, es pertinente considerar que se debe profundizar en el uso de técnicas estadísticas y el estudio de variables adicionales, que permitan evidenciar la efectividad de un modelo alternativo e innovador de enseñanza-aprendizaje sobre el modelo tradicional. Se espera que esto sirva de sustento y aporte académico en el momento de generar políticas administrativas y económicas que ayuden a mejorar el rendimiento académico de los bachilleres y al desarrollo de habilidades cognitivas y actitudinales. La finalidad es el desenvolvimiento adecuado del estudiante universitario, incrementar las tasas de ingreso, reducir las tasas de deserción, y adicionalmente, justificar científicamente que el presupuesto asignado para la implementación de este tipo de modalidades centradas en el estudiante siempre será una inversión con un resultado favorable y prometedor para la sociedad.

Si bien es cierto los trabajos realizados por Guerra et al. (2019) y López (2021) son desarrollados en ámbitos de la ciencia distintos a los de ciencias exactas e ingenierías, mientras que el de Mariño & Alfonso (2020) si pertenece a la citada área, todos realizan un estudio de la aplicación de una modalidad que los autores coincidentemente también denominan como aprendizaje activo. Son significantes de indicar las semejanzas que entregan los resultados de estas investigaciones con el presente estudio en función de todas las experiencias conducen al hecho de que toda problemática referida a rendimiento académico del estudiante de educación superior en modalidad tradicional de enseñanza – aprendizaje puede ser mejorada a través del trabajo grupal colaborativo correctamente planificado y provisto de un sistema efectivo de evaluación. También es

un punto de coincidencia con los estudios previos que la efectividad de la aplicación de una metodología no tradicional de aprendizaje depende también de que el docente universitario sea un profesional preparado no solo en pedagogía sino en el manejo y entendimiento de las herramientas y plataformas tecnológicas disponibles para el efecto y que se deben seguir realizando estudios sobre estrategias innovadoras y sus virtudes con respecto al aprendizaje de tipo colaborativo en educación superior. En general, todos los estudios apuntan a que los estudiantes perciben de manera positiva las virtudes del aprendizaje colaborativo como modelo de aprendizaje activo.

V. Conclusiones.

Los resultados obtenidos han permitido cumplir con el objetivo general de esta investigación al probar la predominante relevancia de la modalidad de aprendizaje activo en comparación con la modalidad tradicional de aprendizaje con la que el postulante a ingresar a la Eacula Superior Politécnica del Litoral atiende el curso de admisión.

En lo que corresponde al análisis descriptivo e inferencial del conjunto de datos, a pesar de que un modelo de regresión logística en general no presenta condiciones de aplicación restrictivas y que por ello es más robusto que un análisis discriminante, al requerir menos supuestos (Pérez, 2004) este estudio demuestra que se cumplen todos los supuestos para la aplicación del modelo logit: las variables predictoras son categóricas o continuas, no se requiere linealidad, existe independencia del error y no hay presencia de multicolinealidad.

Resultan interesantes los hallazgos de que, en general, y a pesar de que el porcentaje de postulantes de sexo femenino es menor que el de sexo masculino, aunque la diferencia no es significativa, las mujeres aprueban el curso de admisión en mayor porcentaje que los hombres; contrariamente a lo que se pueda suponer, solo el 41,7% de los repetidores pudieron aprobar; es notorio el bajo rendimiento en los exámenes de admisión y la alta dispersión de las notas con respecto a la media, lo cual ratifica la poca efectividad del sistema educativo del nivel secundario; los datos de las notas de los exámenes de admisión tienen desviación de la normalidad con asimetría positiva; además, presentan una distribución leptocúrtica, con un considerable número de datos alrededor del valor central de la variable.

El proceso de comparación de las medias poblaciones de las variables cuantitativas con respecto a la modalidad de aprendizaje arroja resultados contundentes en función de que en todos los casos la aplicación de la modalidad de aprendizaje activo es más eficaz.

Al construir el modelo generalizado de regresión logística binaria resulta que la edad del postulante a ingresar a la universidad no incide en el rendimiento académico, lo cual se ratificó cuando no logró ser incluida en el modelo ajustado, sin importar el proceso de selección aplicado, por lo tanto, la variable edad no es estadísticamente significativa para el modelo.

En lo referente al modelo ajustado, la variable modalidad incide predominantemente en el mismo, de tal forma que las probabilidades de que un postulante en aprendizaje activo apruebe el curso de admisión son 2,14 veces superiores a las de quien lo hace con metodología tradicional. El modelo ajustado posee mejores índices de ajuste que los modelos nulo y generalizado, es significativo y se ajusta globalmente a los datos, posee una tasa de clasificaciones correctas del 67,2. Un modelo es mejor que otro si la curva ROC se acerca al borde superior izquierdo, es decir, si el área bajo la curva es mayor, en nuestro caso el área bajo la curva es de 0.755 unidades cuadradas. Sólo se evidencia la presencia de 2 residuos significativos que resultan ser despreciables

en relación con el total (menos del 0,36%); valores predichos cercanos a cero se corresponden mayoritariamente con valores observados iguales a cero y viceversa; en nuestro estudio no existen distancias de Cook significativas que provoquen la presencia de valores influyentes ya que valores influyentes son aquellos que tengan una distancia de Cook mayor a 1.

Con la aceptable tasa de clasificaciones correctas calculada mediante validación cruzada, la no existencia de valores influyentes y el mínimo porcentaje de residuos significativos, se puede establecer, que el modelo ajustado no adolece de falta de ajuste ni de problemas de sobreajuste.

Dadas los hallazgos de esta investigación, se pueden inferir 2 importantes implicaciones de gran interés para la educación pública de nivel superior en Ecuador: la posibilidad de incrementar la tasa de ingreso a la Universidad, el rol preponderante de la aplicación de la modalidad de aprendizaje activo en el sistema de admisión; por ende, este estudio puede servir de base para realizar cambios en las políticas de admisión en las demás universidades públicas del país.

Finalmente, como acción prospectiva de investigación, es recomendable estudiar el efecto de la aplicación de esta metodología innovadora en el desempeño académico del estudiante durante su carrera universitaria y en función de los recursos humanos y económicos que demanda, proceder a su aplicación en materias fundamentales de la malla curricular respectiva.

VI. Referencias.

- Álvarez, I., Baquerizo, G., García, S., Noboa, D., & Mera, E. (27-31 de julio de 2020). *Una nueva metodología de clase invertida aplicada como un programa piloto a estudiantes aspirantes a ingresar en una universidad ecuatoriana*. 18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, Virtual Edition, 1-7. http://www.laccei.org/LACCEI2020-VirtualEdition/full_papers/FP547.pdf
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1547>
- Carballo, M. & Guelmes, E., (2016). Algunas consideraciones acerca de las variables en las investigaciones que se desarrollan en educación. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(1), 140-150. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/317>
- Caso, J. & Hernández, L., (2007). Variables que inciden en el rendimiento académico de adolescentes mexicanos. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 39(3), 487-501. <http://dx.doi.org/10.14349/rlp.v39i3.339>
- Cook, D., & Weisberg, S., (1982). *Residuals and Influence in Regression*. N. Y. C. and Hall. <https://hdl.handle.net/11299/37076>
- De Miguel, M. (2006) *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el Espacio europeo de Educación Superior*. Universidad de Oviedo. Oviedo.
https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/42/42376/modalidades_ensenanza_competencias_mario_miguel2_documento.pdf
- Díaz, F., (1995). La predicción del rendimiento académico en la Universidad: un ejemplo de aplicación de la regresión múltiple. *Enseñanza: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, 13, 43-61. <https://revistas.usal.es/index.php/0212-5374/article/view/4054>
- Fernández, A., (2017). Un modelo de ecuaciones estructurales bayesiano: aplicación al rendimiento académico matemático en PISA 2012. *Estadística Española*, 59(192), 5-27. <http://dx.doi.org/vv10.15517/rce.v1i1.28926>
- Franco, M. & Vivo, J., (2007). *Análisis de Curvas ROC: Principios básicos y aplicaciones*. Editorial La Muralla.
- Fullana J. (1996). La investigación sobre las variables relevantes para la prevención del fracaso escolar. *Revista Investigación Educativa*, 14(1), 63-90. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=91471>
- García, D. (2015). *Construcción de un modelo para determinar el rendimiento académico de los estudiantes Basado en el Learning Catalytics (Análisis del aprendizaje), mediante el uso de técnicas multivariantes*. [Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla].
<http://hdl.handle.net/11441/40436>
- García, M., Alvarado, I. & Jiménez A. (2000). La predicción del rendimiento académico: regresión lineal versus regresión logística. *Psichotema*, 12(2), 248-252. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72797059>
- Garnica, E., González, P., Díaz, A. & Torres, E. (1991). Análisis discriminante: Estudio del rendimiento estudiantil. *Economía*, 16(6) 51-77. <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/economia/article/viewFile/10633/10590>
- Gonzalez, P. (1982). Análisis estadístico del rendimiento estudiantil en la universidad de los Andes. Instituto de Estadística Aplicada y Computación de la ULA. Mérida. Venezuela (mimeografiada). En Narváez, E. (1999). *La Investigación del Rendimiento Estudiantil. Problemas y Paradigmas*. (1ra. Ed.). Caracas. Venezuela. Fondo Editorial de Humanidades y Educación. Universidad Central de Venezuela.
- Guerra, M., Rodríguez, J. & Artilles, J. (2019). Aprendizaje colaborativo: experiencia innovadora en el alumnado universitario. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 18(36). <http://dx.doi.org/10.21703/rexe.20191836guerra5>
- Heredia, Y. & Camacho, D. (2014). *Factores que afectan el desempeño académico*. Editorial Lulu, 251-258, México. <http://hdl.handle.net/11285/632868>
- Ibarra, M. & Michalus, J. (2010). Análisis del Rendimiento Académico mediante un modelo Logit. *Revista Ingeniería Industrial*, 9(2), 47-56. <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/56/3297>
- Juárez, C., Rodríguez, G., Escoto, M. & Luna, E. (2016). Relación de los estilos y estrategias de aprendizaje con el rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 9(17), 268-288. <http://revistaestilosdeaprendizaje.com/article/view/1054/1768>
- Lladó, E., Rodríguez, S. & Torrado, M. (2004). El rendimiento académico en la transición secundaria-universidad. *Revista de Educación*, 334, 391-414.
- López, I. (2021). Casos basados en campo: una experiencia de aprendizaje activo. *Revista electrónica sobre Tecnología, Educación y Sociedad*, 8(15). <https://www.ctes.org.mx/index.php/ctes/article/view/749/911>
- Mariño, S. & Alfonso, P. (2020). Aprendizaje Activo en Educación Superior: un caso en la asignatura Modelos y Simulación. *Revista de nuevas tecnologías y sociedad*, 91. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7582215&orden=0&info=link>
- McArdle J., Paskus, T. & Boker, S. (2013). A Multilevel Multivariate Analysis of Academic Performances in College Based on NCAA Student-Athletes. *Multivariate Behavioral Research*, 48(1), 57-95. <https://doi.org/10.1080/00273171.2012.715836>
- Mora, R. (2015). Factores que intervienen en el rendimiento académico universitario: un estudio. *Revista Opción*, 31(6), 1041-1063. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/opcion/article/view/20786>

- Pérez, C. (2004) *Técnicas de análisis multivariante de datos*. Pearson Educación.
- Pike, G. & Saupe, J. (2002). Does high School Matter? An analysis of three methods of predicting first-year grades. *Research in Higher Education*, 43(2), 199–200. <https://doi.org/10.1023/A:1014419724092>
- Rodríguez, M. (2007). *Análisis multivariado del desempeño académico de estudiantes universitarios de Química*. [Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Madrid]. <http://hdl.handle.net/10486/1800>
- Rodríguez, M. (2017). *El modelo de aprendizaje activo en la materia Física B Como estrategia para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes de ingenierías de la ESPOL. Un caso de estudio*. [Tesis de Master, Universidad Casa Grande]. <http://dspace.casagrande.edu.ec:8080/bitstream/ucasagrande/1097/1/TESIS1298RODM.pdf>
- Rosales, B. (2020). *Análisis anual de los principales indicadores de educación superior, ciencia , tecnología e innovación*. Boletín anual de la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, Versión N.2 , Quito, Ecuador. https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/2020/09/Boletin_Anual_Educacion_Superior_Ciencia_Tecnologia_Innovacion_Agosto2020.pdf
- Roselli, N. (2008). La disyuntiva individual-grupal. Comparación entre dos modelos alternativos de enseñanza en la universidad. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 36(19), 87–118. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S185117162008000100005&lng=es&tlng=
- Schram, C. (1996). A Meta-Analysis of Gender Differences in applied statistics achievement. *Journal of educational and Behavioral Statistics*, 21(1), 55–70. <https://doi.org/10.2307/1165255>
- Soares, A., Guisande, M., Diniz, A. & Almeida, L. (2006). Construcción y validación de un modelo multidimensional de ajuste de los jóvenes al contexto universitario. *Psichotema*, 18(2), 249–255. ISSN: 0214-9915. <http://www.psicothema.com/psicothema.asp?id=3206>
- Tomás, J., Expósito, M. & Sempere, S. (2014). Determinantes del rendimiento académico en los estudiantes de grado. Un estudio en administración y dirección de empresas', *Revista de Investigacion Educativa*, 32, 379–392. <https://doi.org/10.6018/rie.32.2.177581>
- Valera, Jorge, Valera José, Sinha, S., Ponsot, E. (2009). Una explicación del rendimiento estudiantil universitario mediante modelos de regresión logística. *Visión Gerencial*, 2, 415–427. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=465545881010>
- Visbal, D. (2019). *Análisis del rendimiento académico de los estudiantes de la Universidad del Magdalena según variables socioeconómicas y familiares*. [Tesis de Master, Universidad Politécnica de Valencia]. <http://hdl.handle.net/10251/115476>
- Vitola, L. (2015). Regresión logística: una aplicación en la identificación de variables que inciden en el rendimiento académico, en el área de matemáticas. *Educación y Desarrollo Social*, 1, 118–131. <http://funes.uniandes.edu.co/10382/>
- Zax, J. and Rees, D. (2002). IQ, Academic Performance, Environment and Earnings. *The Review of economics and statistics*, 84(4), 600–616. <https://doi.org/10.1162/003465302760556440>