

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO DE ESTADÍSTICA MATEMÁTICA APLICADA



**Análisis multivariante del rendimiento académico en metodologías
tradicional y aprendizaje activo en el Sistema de Admisión de una
Universidad Pública**

TESIS

**Para optar por el grado académico de Doctor en Estadística
Matemática Aplicada**

Autor: Pedro Senatore Ramos De Santis

Tumbes, 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO DE ESTADÍSTICA MATEMÁTICA APLICADA



**Análisis multivariante del rendimiento académico en metodologías
tradicional y aprendizaje activo en el Sistema de Admisión de una
Universidad Pública**

Tesis aprobada en forma y estilo por:

Dr. Walter Castañeda Guzmán (Presidente)

Dr. Severino Apolinar Risco Zapata (Secretario)

Dra. Diana Miranda Ynga (Miembro)

Tumbes, 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO DE ESTADÍSTICA MATEMÁTICA APLICADA



**Análisis multivariante del rendimiento académico en metodologías
tradicional y aprendizaje activo en el Sistema de Admisión de una
Universidad Pública**

**Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y
forma:**

M.Sc. Pedro Senatore Ramos De Santis (Autor)

PEDRO Firmado
SENATORE digitalmente por
RAMOS DE PEDRO
SANTIS SENATORE
 RAMOS DE
 SANTIS

.....

Dr. Luis Johny Caucha Morales (Asesor)

.....

Tumbes, 2022

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Pedro Senatore Ramos De Santis, declaro que los resultados de esta tesis son producto de mi trabajo con el apoyo permitido de terceros en cuanto a su concepción y análisis. Asimismo, declaro que hasta donde yo sé no contiene material previamente publicado o escrito por otra persona, excepto donde se reconoce como tal a través de citas y con propósitos exclusivos de ilustración o comparación.

En este sentido, afirmo en cuanto a la concepción y al estilo de la presentación o a la expresión escrita, que cualquier información presentada sin citar a un tercero es producto de la investigación llevada a cabo con la dirección y apoyo de mis asesores y jurado calificador.

**PEDRO
SENATORE
RAMOS DE
SANTIS** Firmado
digitalmente por
PEDRO
SENATORE
RAMOS DE
SANTIS

Pedro Senatore Ramos De Santis

ACTA DE REVISIÓN Y SUSTENTACIÓN DE TESIS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

Licenciada

Resolución del Consejo Directivo N° 155-2019-SUNEDU/CD

ESCUELA DE POSGRADO

Tumbes - Perú

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En Tumbes, a los siete días de abril del dos mil veintidós, a las 16:30 horas y mediante la modalidad virtual por la plataforma Google Meet, se reunieron los miembros del jurado designados con Resolución Directoral N° 262-2021/UNTUMBES-EPG-D: Dr. Walter Javier Castañeda Guzmán, (presidente), Dr. Severino Apolinar Risco Zapata, (secretario), Dra. Diana Milagro Miranda Ynga, (miembro) y además, al Dr. Luis Jhony Caucha Morales, asesor, para proceder al acto de la sustentación y defensa de la tesis: **ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN METODOLOGÍAS TRADICIONAL Y APRENDIZAJE ACTIVO EN EL SISTEMA DE ADMISIÓN DE UNA UNIVERSIDAD PÚBLICA**; presentado por el doctorando de Estadística Matemática Aplicada, Pedro Senatore Ramos De Santis.

Concluida la exposición y sustentación, absueltas las preguntas y efectuadas las observaciones, lo declaran: APROBADO; SOBRESALIENTE, dando cumplimiento al artículo 91 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado, de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las 18:30 horas, se dio por concluido el acto académico, y dando conformidad se procedió a firmar la presente acta.

Tumbes, 07 de abril de 2022.

Dr. Walter Javier Castañeda Guzmán
DNI N° 17804496
Presidente de Jurado

Dr. Severino Apolinar Risco Zapata
DNI N° 00219860
Secretario de Jurado

Dra. Diana Milagro Miranda Ynga
DNI N° 00237755
Miembro de Jurado

Dr. Luis Jhony Caucha Morales
DNI N° 41378388
ORCID N° 0000-0002-4786-9008
Asesor

C.c. Jurado de Tesis (3), Asesor (1), sustentante (1), UI (2)

AGRADECIMIENTO

Al Ser Superior por otorgarme la oportunidad, fortaleza, y sabiduría, que permitieron culminar un proyecto esencial en mi vida profesional, el cual constituye no sólo algo en lo que realmente creo sino en un hito de realización personal.

A todos los directivos de la Escuela Superior Politécnica del Litoral que me brindaron su soporte antes y durante el desarrollo de este proyecto de investigación.

Al Dr. Luis Caucha Morales, Asesor, por su tiempo, apoyo y asesoría permanente y profesional durante el desarrollo del proyecto.

A los Doctores Docentes, presidente y Miembros del Tribunal por los conocimientos compartidos y su apoyo incondicional.

A la Universidad Nacional de Tumbes y a todos funcionarios que de una u otra forma me brindaron la oportunidad de desarrollar este proyecto y por motivar el desarrollo y ejecución de iniciativas científicas de impacto social.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
RESUMO	xvii
CAPÍTULO I.....	18
1. INTRODUCCIÓN.....	18
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	19
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	22
1.4. HIPÓTESIS	23
1.5. OBJETIVO.....	23
1.5.1 Objetivo General	23
1.5.2. Objetivos Específicos	24
CAPÍTULO II.....	26
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA	26
2.1. ANTECEDENTES.....	26
2.2. BASES TEÓRICO – CIENTÍFICAS	33
2.3. EL MODELO APRENDIZAJE ACTIVO	41
2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	50
CAPÍTULO III	53
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	53
3.1. TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	53
3.1.1 Modelo de Regresión Logística Binaria (curso de admisión)	54
3.1.2 Modelo de Regresión Logística Multinomial (primer año de carrera)	58
3.1.3 Desempeño de habilidades actitudinales y cognitivas	62
3.1.4. Determinación de los estilos de Aprendizaje	63
3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN	66

3.2.1. Variables	66
3.2.1.1. Modelo de regresión logística binaria – curso de admisión	66
3.2.1.2. Modelo de regresión logística multinomial – final del primer año de carrera universitaria	67
3.2.1.3. Metodología de investigación no experimental: Estudio de encuesta sobre habilidades actitudinales y cognitivas	69
3.2.1.4. Estilos de aprendizaje.....	69
3.2.2. Operacionalización de las variables	70
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	72
3.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos	73
3.5. Plan de procesamiento y análisis de datos	74
CAPÍTULO IV.....	77
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	77
4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO E INFERENCIAL POR MODALIDAD – CURSO DE ADMISIÓN.....	77
4.2. ANÁLISIS DESCRIPTIVO E INFERENCIAL POR MODALIDAD – FIN DE PRIMER AÑO DE CARRERA UNIVERSITARIA	81
4.3. COMPARACIÓN DE DATOS ESTADÍSTICOS POR MODALIDAD, PARA CURSO DE ADMISIÓN Y FIN DE PRIMER AÑO DE CARRERA UNIVERSITARIA.....	86
4.4 MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE LA TASA DE INGRESO Y DE MATRICULACIÓN DE POSTULANTES Y COMPARACIÓN CON LOS INDICADORES DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	97
4.5. MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA BINARIA – CURSO DE ADMISIÓN	102
4.6. MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA MULTINOMIAL – FIN DE PRIMER AÑO DE CARRERA UNIVERSITARIA	106
4.7. DESARROLLO DE HABILIDADES ACTITUDINALES Y COGNITIVAS ...	112

4.8. ANÁLISIS DE ESTILOS DE APRENDIZAJE DE POSTULANTES POR MODALIDAD – CURSO DE ADMISIÓN.....	132
CAPÍTULO V.....	158
5. CONCLUSIONES	158
CAPÍTULO VI.....	165
6. RECOMENDACIONES	165
CAPÍTULO VII.....	167
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	167
CAPÍTULO VIII.....	175
8. ANEXOS	175
Anexo 1: Diseño de encuesta de desarrollo de habilidades actitudinales y cognitivas para la modalidad aprendizaje activo.....	175
Anexo 2: Cuestionario Honey-Alonso de estilos de aprendizaje (CHAEA).....	176
Anexo 3: Cuestionario Honey-Alonso de estilos de aprendizaje (Reducido) ...	180

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Políticas generales de calificación (modelo tradicional)	48
Tabla 2. Políticas generales de calificación (aprendizaje activo)	48
Tabla 3. Diseño de encuesta: desarrollo de habilidades actitudinales y cognitivas	62
Tabla 4. Diez primeros ítems del cuestionario CHAEA.....	63
Tabla 5. Operacionalización de la variable rendimiento académico (modelo de regresión logística binario)	70
Tabla 6. Operacionalización de la variable rendimiento académico (modelo de regresión logística multinomial)	71
Tabla 7. Operacionalización de la variable estilo de aprendizaje	71
Tabla 8. Resumen descriptivo – variables cuantitativas	77
Tabla 9. Correlaciones entre variables independientes (curso de admisión)	78
Tabla 10. Resultados de la prueba T (curso de admisión)	80
Tabla 11. Resumen descriptivo - variables cuantitativas	81
Tabla 12. Correlaciones entre variables independientes (fin de primer año de carrera).....	82
Tabla 13. Resultados de la prueba T (fin de primer año).....	84
Tabla 14. Comparación de indicadores por modalidad (curso de admisión).....	86
Tabla 15. Comparación de medidas de tendencia central por modalidad (curso de admisión)	87
Tabla 16. Comparación de indicadores por modalidad (fin de primer año de carrera).....	91
Tabla 17. Comparación de medidas de tendencia central por modalidad (fin de primer año de carrera universitaria).....	92
Tabla 18. Datos generales de la población de estudio por modalidad	98
Tabla 19. Datos de aprobados y reprobados (aprendizaje activo).....	98
Tabla 20. Datos de aprobados y reprobados (tradicional)	98
Tabla 21. Tasas netas de ingreso en el PAO1 2021 en área de Ciencias	100
Tabla 22. Tasas netas de matriculación en el PAO1 2021 en área de Ciencias	101
Tabla 23. Resumen del modelo ajustado	103

Tabla 24. Escala de categorías para el rendimiento académico.....	106
Tabla 25. Parámetros estimados (modelo ajustado)	108
Tabla 26. Rendimiento académico de estudiantes por sexo, modalidad y categoría	111
Tabla 27. Diferencia de rendimiento académico por sexo y categoría.....	111
Tabla 28. Datos de confiabilidad de la encuesta (inicio de curso)	112
Tabla 29. Datos de confiabilidad de la encuesta desarrollo de habilidades (inicio de curso).....	113
Tabla 30. Desarrollo de habilidades actitudinales (inicio de curso).....	121
Tabla 31. Desarrollo de habilidades cognitivas (inicio de curso)	121
Tabla 32. Datos de confiabilidad de la encuesta desarrollo de habilidades (fin del curso)	121
Tabla 33. Datos de confiabilidad de la encuesta desarrollo de habilidades (fin de curso).....	122
Tabla 34. Desarrollo de habilidades actitudinales (fin de curso).....	130
Tabla 35. Desarrollo de habilidades cognitivas (fin de curso).....	130
Tabla 36. Diferencias de percepción en el desarrollo significativo de habilidades	131
Tabla 37. Baremo propuesto para preferencias de Estilos de Aprendizaje.....	132
Tabla 38. Estadísticos descriptivos de estilos de aprendizaje (modalidad tradicional)	133
Tabla 39. Índices de confiabilidad – CHAEA (modalidad tradicional)	138
Tabla 40. Matriz de ejes factoriales rotada (modalidad tradicional)	140
Tabla 41. Matriz reducida de ejes factoriales rotada (modalidad tradicional).....	144
Tabla 42. Comparación de confiabilidad, modelo obtenido vs. modelo hipotético	145
Tabla 43. Indicadores de bondad de ajuste del modelo (tradicional)	147
Tabla 44. Estimadores de los parámetros del modelo (tradicional)	148
Tabla 45. Estadísticos descriptivos de estilos de aprendizaje (aprendizaje activo)	149
Tabla 46. Índices de confiabilidad – CHAEA (aprendizaje activo)	154
Tabla 47. Preferencias de estilos de aprendizaje de los postulantes.....	155

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo del modelo Aprendizaje Activo	44
Figura 2. Guía de lectura	44
Figura 3. Control de lectura – Ronda individual.....	45
Figura 4. Control de lectura – Ronda grupal.....	45
Figura 5. Talleres	46
Figura 6. Desarrollo de tutorial	47
Figura 7. Esquema de diseño de la metodología de investigación en el curso de nivelación febrero 2020	54
Figura 8. Esquema de diseño de la metodología de investigación al finalizar el primer año de carrera.....	58
Figura 9. Histograma con curva normal teórica para la variable fis	79
Figura 10. Comparación de medias poblacionales por modalidad para la variable mat.....	80
Figura 11. Porcentaje de categoría por desempeño académico en modalidad aprendizaje activo	83
Figura 12. Porcentaje de categoría por desempeño académico en modalidad tradicional	83
Figura 13. Histograma con curva normal teórica para la variable cuv	84
Figura 14. Comparación de medias poblacionales por modalidad para la variable credap.....	85
Figura 15. Visualización de matriz de correlación – variables en modalidad aprendizaje activo (curso de admisión)	87
Figura 16. Visualización de matriz de correlación – variables en modalidad tradicional (curso de admisión)	87
Figura 17. Comparación de medias poblacionales por modalidad para la variable fis (curso de admisión).....	88
Figura 18. Comparación de medias poblacionales por modalidad para la variable paa (curso de admisión).....	88
Figura 19. Comparación de histogramas y curvas normales teóricas para la variable mat.....	89
Figura 20. Comparación de curvas qqnorm para la variable mat	89
Figura 21. Comparación de histogramas y curvas normales teóricas para la variable paa.....	90
Figura 22. Comparación de curvas qqnorm para la variable paa	90
Figura 23. Visualización de matriz de correlación (aprendizaje activo – fin de primer año de carrera universitaria)	92
Figura 24. Visualización de matriz de correlación (modalidad tradicional - fin de primer año de carrera universitaria)	93

Figura 25. Comparación de medias poblacionales por modalidad para la variable cuv (fin de primer año de carrera universitaria)	93
Figura 26. Comparación de medias poblacionales por modalidad para la variable fis (fin de primer año de carrera universitaria).....	94
Figura 27. Comparación de medias poblacionales por modalidad para la variable nmrep (fin de primer año de carrera universitaria).....	94
Figura 28. Comparación de medias poblacionales por modalidad para la variable promu (fin de primer año de carrera universitaria).....	95
Figura 29. Comparación de medias poblacionales por modalidad para la variable promad (fin de primer año de carrera universitaria).....	95
Figura 30. Comparación de histogramas y curvas normales teóricas para la variable fis (fin de primer año de carrera universitaria)	96
Figura 31. Comparación de curvas qqnorm para la variable fis (fin de primer año de carrera universitaria)	96
Figura 32. Comparación de histogramas y curvas normales teóricas para la variable promu (fin de primer año de carrera universitaria).....	97
Figura 33. Comparación de curvas qqnorm para la variable promu (fin de primer año de carrera universitaria)	97
Figura 34. Tasa de clasificaciones correctas para diversos puntos de corte	104
Figura 35. Curva ROC del modelo ajustado.....	105
Figura 36. Residuos de la devianza estandarizados	105
Figura 37. Histograma de respuestas - Habilidad 1 (inicio de curso).....	114
Figura 38. Histograma de respuestas - Habilidad 2 (inicio de curso).....	114
Figura 39. Histograma de respuestas - Habilidad 3 (inicio de curso).....	115
Figura 40. Histograma de respuestas - Habilidad 4 (inicio de curso).....	116
Figura 41. Histograma de respuestas - Habilidad 5 (inicio de curso).....	116
Figura 42. Histograma de respuestas - Habilidad 6 (inicio de curso).....	117
Figura 43. Histograma de respuestas - Habilidad 7 (inicio de curso).....	118
Figura 44. Histograma de respuestas - Habilidad 8 (inicio de curso).....	118
Figura 45. Histograma de respuestas - Habilidad 9 (inicio de curso).....	119
Figura 46. Histograma de respuestas - Habilidad 10 (inicio de curso).....	120
Figura 47. Histograma de respuestas - Habilidad 1 (fin de curso)	123
Figura 48. Histograma de respuestas - Habilidad 2 (fin de curso)	124
Figura 49. Histograma de respuestas - Habilidad 3 (fin de curso)	124
Figura 50. Histograma de respuestas - Habilidad 4 (fin de curso)	125
Figura 51. Histograma de respuestas - Habilidad 5 (fin de curso)	126
Figura 52. Histograma de respuestas - Habilidad 6 (fin de curso)	126
Figura 53. Histograma de respuestas - Habilidad 7 (fin de curso)	127
Figura 54. Histograma de respuestas - Habilidad 8 (fin de curso)	128
Figura 55. Histograma de respuestas - Habilidad 9 (fin de curso)	129

Figura 56. Histograma de respuestas - Habilidad 10 (fin de curso)	129
Figura 57. Diagrama de cajas para preferencias de estilos de aprendizaje – general (tradicional)	134
Figura 58. Distribución porcentual general – estilos de aprendizaje (tradicional)	135
Figura 59. Diagrama de cajas para preferencias de estilos de aprendizaje – masculino (tradicional)	135
Figura 60. Distribución porcentual de estilos de aprendizaje – masculino (tradicional)	136
Figura 61. Diagrama de cajas para preferencias de estilos de aprendizaje – femenino (tradicional).....	137
Figura 62. Distribución porcentual de estilos de aprendizaje – femenino (tradicional)	137
Figura 63. Cargas factoriales para los 4 ejes rotados.....	145
Figura 64. Modelo con ubicación de variables a las dimensiones latentes	146
Figura 65. Diagrama de cajas para preferencias de estilos de aprendizaje – general (aprendizaje activo).....	150
Figura 66. Distribución porcentual de estilos de aprendizaje – general (aprendizaje activo)	151
Figura 67. Diagrama de cajas para preferencias de estilos de aprendizaje (masculino – aprendizaje activo)	151
Figura 68. Distribución porcentual de estilos de aprendizaje (masculino – aprendizaje activo)	152
Figura 69. Diagrama de cajas para preferencias de estilos de aprendizaje (femenino – aprendizaje activo)	153
Figura 70. Distribución porcentual de estilos de aprendizaje - femenino (aprendizaje activo)	153

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 retardo en el 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 esta investigación es determinar si el modelo innovador de aprendizaje activo en el Sistema de Admisión de una Universidad Pública permitirá un proceso de aprendizaje de mayor tasa de ingreso, rendimiento académico y adquisición de habilidades actitudinales y cognitivas al finalizar el curso de admisión, así como del rendimiento académico al finalizar el primer año universitario, 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. Para el análisis estadístico multivariante se aplica la técnica de regresión logística binaria para el modelo binario, teniendo como variable dependiente dicotómica el rendimiento académico, y la técnica de regresión logística multinomial para el modelo de final de primer año de carrera universitaria, teniendo como niveles de análisis el rendimiento académico alto, medio y bajo. La modalidad que sigue el postulante en admisión es el predictor que mayoritariamente incide en el rendimiento académico. La conclusión más relevante de este estudio es que la aplicación del aprendizaje activo en admisión permite un proceso de mayor tasa de ingreso y mejor rendimiento académico y al final del primer año de carrera universitaria un mejor rendimiento académico, ambos en comparación con la aplicación de la metodología tradicional.

Palabras claves: Sistema de admisión, educación superior, proceso de aprendizaje, rendimiento académico, procesamiento de datos, análisis logístico binario, análisis logístico multinomial

ABSTRACT

The low approval rate of applicants to the university is an important problem in exact sciences of the Ecuadorian public system of higher education, which results in delayed entry, greater fiscal investment in human and technological resources, and loss of quotas in admission process. Recognizing the advantages of applying an innovative teaching-learning methodology, called Active Learning, in comparison with the traditional methodology and building a forecasting model for academic performance in the admission system can be favorable to reduce this problem. The objective of this research is to determine if the innovative Active Learning model in the admission system of a public University will allow a learning process with a higher rate of admission, academic performance, and acquisition of attitudinal and cognitive skills at the end of the admission course, as well as academic performance at the end of the first year of university, in comparison with the application of the traditional learning model. The data analysis considers 558 applicants who applied to the intensive course in February 2020, the University Admissions Office provided the data set. For the multivariate statistical analysis, the binary logistic regression technique is applied in the case of the model for admissions, having academic performance as a dichotomous dependent variable, and the multinomial logistic regression technique for the model at the end of the first year of university degree, having as levels of analysis, high, medium, and low academic performance. As a result, the modality that the applicant follows in the admission course is the predictor that mainly affects academic performance. The modality that the applicant follows in the admission course is the predictor that mainly affects academic performance. To sum up, the most relevant conclusion of this study is that the application of the Active Learning in admission allows a process of higher admission rate and better academic performance and at the end of the first year of university career a better academic performance, both compared to the application of the traditional methodology.

Key words: Admission process, higher education, learning process, academic performance, data processing, binary logistic analysis, multinomial logistic analysis

RESUMO

Um dos problemas mais importantes do sistema equatoriano de ensino superior público na área de ciências exatas é o baixo índice de aprovação dos candidatos, o que resulta em atraso no ingresso na Universidade, maior investimento fiscal em recursos humanos e tecnológicos. e acesso desperdiçado à universidade devido à deserção subsequente. Reconhecer as vantagens da aplicação de uma metodologia de ensino-aprendizagem inovadora, denominada Active Learning, em relação à metodologia tradicional e construir um modelo de previsão de desempenho acadêmico no sistema de admissão pode ser favorável para reduzir esse problema. O objetivo desta pesquisa é determinar se o modelo inovador de Aprendizagem Ativo no Sistema de Admissão de uma Universidade Pública permitirá um processo de aprendizagem com maior índice de admissão, desempenho acadêmico e aquisição de habilidades atitudinais e cognitivas ao final do curso ingresso, bem como o desempenho acadêmico ao final do primeiro ano da universidade, em comparação com a aplicação do modelo tradicional de aprendizagem. A população do estudo é composta por 558 candidatos que se inscreveram no curso intensivo em fevereiro de 2020, cujos dados foram disponibilizados pelo escritório de admissões da Universidade. Para a análise estatística multivariada, a técnica de regressão logística binária é aplicada no caso do escritório de admissões da Universidade, tendo o desempenho acadêmico como variável dependente dicotômica, e a técnica de regressão logística multinomial para o modelo ao final do primeiro ano do curso superior, tendo como níveis de análise alto, médio e baixo rendimento acadêmico. A modalidade que o candidato segue no curso ingresso é o preditor que mais afeta o desempenho acadêmico. A conclusão mais relevante deste estudo é que a aplicação da metodologia Aprendizagem Ativo na admissão permite um processo de maior taxa de admissão e melhor desempenho acadêmico e ao final do primeiro ano da carreira universitária um melhor desempenho acadêmico, ambos em relação à aplicação da metodologia tradicional.

Palavras-chave: Sistema de admissão, ensino superior, processo de aprendizagem, desempenho acadêmico, processamento de dados, análise logística binária, análise logística multinomial

CAPÍTULO I

1. 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 que ha terminado su nivel educativo secundario 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, así como de los repetidos intentos del postulante por ingresar a la Universidad y el cupo perdido que pudo ser utilizado por un estudiante perteneciente a un nivel socio-económico más bajo.

Este trabajo analiza una metodología innovadora de enseñanza-aprendizaje denominada aprendizaje activo que se viene desarrollando en una universidad pública de la ciudad de Guayaquil, con reconocido prestigio académico desde el año 2017 y la compara con la metodología tradicional; esta metodología innovadora centrada en el estudiante, por medio de la cual se imparten conocimientos disciplinares en ciencias exactas y naturales, basada en una organización del aprendizaje a través de actividades de docencia (asistido y colaborativo) y de trabajo autónomo, se presenta como una alternativa muy importante a la metodología tradicional.

A fin de solucionar la problemática se planteó que la aplicación del modelo de aprendizaje activo en los cursos de admisiones de una universidad pública permitirá un proceso con mayor tasa de ingreso, rendimiento académico y adquisición de habilidades actitudinales y cognitivas al finalizar el referido curso, así como del rendimiento académico al finalizar el primer año universitario, en comparación con la aplicación del modelo tradicional de aprendizaje.

En este contexto los objetivos de la investigación, considerando como variable discriminante el rendimiento académico y como población a los postulante registrados en el curso de nivelación intensivo febrero 2020 en el área de Ciencias Exactas e Ingenierías, fueron: confrontar por medio de Análisis Multivariante el grupo de los estudiantes que desarrolló el curso con metodología tradicional con el grupo que lo hizo con la metodología de aprendizaje activo; analizar el rendimiento académico de los estudiantes que aprobaron el curso de nivelación siguiendo ambas metodologías al finalizar el primer año de estudios de su carrera universitaria, describir el desarrollo de las habilidades actitudinales y cognitivas de estos estudiantes, y finalmente con el objetivo de proponer una mejora al método de selección que desarrolla esta Universidad para escoger que postulantes toman la metodología de Aprendizaje Activo, se evaluó el estilo de aprendizaje de los postulante, con el fin de que se convierta en una variable principal al escoger la modalidad para el postulante.

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Es conocido que las materias de Ciencias Exactas y Naturales, es decir, Matemáticas, Física y Química, que los estudiantes provenientes del sistema de educación secundaria cursan durante el desarrollo del curso de nivelación y admisión en una universidad pública de Guayaquil, con el fin de ingresar a estudiar una carrera, tienen porcentajes de aprobación muy bajos, lo cual redundo en que la gran mayoría de los aspirantes tengan que permanecer por lo menos un año en los cursos de admisión antes de poder pasar de ser postulantes a estudiantes universitarios, esto provoca un problema de tipo económico ya que al tratarse de una universidad pública, se debe invertir más presupuesto cuando el estudiante debe repetir un curso de nivelación para poder solventar tanto los recursos de

infraestructura tecnológica como de recursos humanos y más aún, considerar el hecho de que el cupo que no fue utilizado por la reprobación del estudiante, redonda en un problema de tipo social ya que ese cupo pudo haber sido utilizado por otro estudiante.

Actualmente y en gran medida por el prestigio del cual goza esta universidad pública, el Estado le permite manejar un sistema de ingreso diferente al de otras universidades públicas del País, de tal forma que el aspirante debe cumplir como todo bachiller ecuatoriano con el examen de acceso a la educación superior (TRANSFORMAR) y posteriormente, dependiendo de la calificación obtenida en este examen puede optar a rendir un examen de ingreso en esta Universidad; luego de que el estudiante rinde este examen se dan 4 escenarios:

- a) Si el estudiante obtiene una calificación superior a 60/100 ingresa a la universidad y no debe tomar curso de nivelación alguno.
- b) Si el estudiante obtiene una calificación menor que 60/100 y mayor o igual a 40/100 no ingresa a la universidad, pero puede optar a tomar el curso de nivelación intensivo que tiene una duración de 3 meses.
- c) Si el estudiante obtiene una calificación menor que 40/100 y mayor e igual a 20/100 no ingresa a la universidad, pero puede optar a tomar el curso de nivelación regular que tiene una duración de 6 meses.
- d) Si el estudiante obtiene una calificación menor que 20/100 no ingresa a la universidad ni tiene opción a tomar curso de nivelación alguno en esta universidad.

Como consecuencia de la deficiente educación a nivel secundario que recibe el aspirante a ingresar a la universidad y la rigurosidad académica tanto del examen de ingreso como del curso de nivelación, se presenta el escenario adverso de una gran cantidad de postulantes que no pueden ingresar directamente y a la primera oportunidad a la universidad, sino que en su gran mayoría pasan aproximadamente

una año en el proceso de nivelación y admisión, contando las dos oportunidades de tomar el curso que otorga la ley, antes de poder lograr el objetivo de ingresar a la universidad a estudiar una carrera de grado. Ante esta situación, se planteó a las autoridades de la Universidad la opción de implementar el modelo innovador de aprendizaje activo, como una metodología alternativa al modelo tradicional de aprendizaje centrado en el profesor, que ha sido históricamente utilizado y cuyos resultados siempre fueron los mismos, es decir, un alto porcentaje de aspirantes que no pueden ingresar a la universidad o se demoran mucho tiempo en hacerlo.

Una vez aprobada la implementación del modelo de aprendizaje activo, acompañado de la inversión económica requerida para crear los ambientes de aprendizaje necesarios para la implementación de la citada metodología, tanto en lo referente a la infraestructura física como tecnológica, se inició el proceso que a la larga lo único que puede asegurar hasta el momento es que porcentualmente ingresan más estudiantes que desarrollan el curso de nivelación y admisión con el modelo de aprendizaje activo que aquellos que siguen el curso con la metodología tradicional. Es decir, no existe validación alguna de la gran cantidad de datos que genera la aplicación de esta metodología innovadora, así como tampoco la demostración de que este modelo no solo logra que ingresen más estudiantes a la universidad sino que si realmente una vez que toman materias de su carrera de grado, las habilidades y actitudes que adquirieron durante el proceso de nivelación y admisión están siendo eficaces en el desarrollo de la carrera en lo que se refiere a las materias de ciencias exactas y naturales relacionadas con aquellas con las que el estudiante desarrolló el modelo de aprendizaje activo y en general.

En lo que se refiere al entorno de esta investigación, tanto en ubicación física como en periodos de tiempo, este trabajo se desarrolla en el sistema de nivelación y admisiones de una universidad pública de Guayaquil, institución de educación superior, que al igual que todas las demás universidades públicas, privadas o semiprivadas del Estado Ecuatoriano, han utilizado el modelo tradicional de aprendizaje, con la única variante de ciertas modificaciones al sistema de evaluación, impuestos por el Estado, pero sin impactar significativamente sobre el modelo mismo y en el desarrollo de habilidades y actitudes en el postulante.

Adicionalmente, los intentos que se han realizado para cambiar este modelo, o por lo menos introducir una metodología innovadora, soportado por medios tecnológicos, como el caso del modelo estudio de esta investigación, denominado aprendizaje activo, se encuentra carente de validación de datos.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿La aplicación del modelo de aprendizaje activo en el sistema de admisión de una universidad pública permitirá un proceso de aprendizaje de mayor tasa de ingreso, rendimiento académico y adquisición de habilidades actitudinales y cognitivas al finalizar el curso de admisión, así como del rendimiento académico al finalizar el primer año universitario, en comparación con la aplicación del modelo tradicional de aprendizaje?

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La sociedad del conocimiento, los avances tecnológicos, el manejo de gran cantidad de datos y la demanda de profesionales que puedan afrontar retos muy distintos a los de otras generaciones, hacen que el modelo educativo tradicional que está basado en un enfoque conductual y disciplinar, en el cual, el centro de desarrollo de la clase es el profesor, quien mediante transmisión verbal convierte a los estudiantes en meros receptores de información, privilegiando la memorización de la misma con el único soporte de profesor, libros y pizarrón, deba ser replanteado en busca de modelos de aprendizaje innovadores, en este caso, denominado aprendizaje activo, que con el soporte de la tecnología centren su atención en el estudiante, haciéndolo responsable de su evolución de un manera integral, con el fin de que pueda desarrollar competencias como elemento primordial de la formación universitaria, que van más allá de la simple memorización y que buscan mediante actividades académicas individuales y grupales, la obtención de habilidades y actitudes que ayuden al estudiante a afrontar con éxito la carrera universitaria y la vida laboral. Entre estas habilidades se destacan el aprender a aprender, la participación, el liderazgo, la expresión verbal y escrita, el trabajo colaborativo, la lectura comprensiva y la síntesis de información.

Al generarse un cambio en el modelo tradicional de aprendizaje, el Estado asume una carga presupuestaria conforme a lo requerido, para la inversión en infraestructura y recursos humanos con el fin de atender la demanda de cupos de ingresos a la universidad, acorde a los cupos requeridos por la población estudiantil que no puede optar por una universidad privada; se reduce la carga social porque se reducirán los cupos asignados a estudiantes que demoran su ingreso por el número de cursos de nivelación que deben realizar, quita el cupo a otro bachiller de escasos recursos económicos que requiere ingresar a una institución de educación superior. También es importante anotar que, si el aspirante ingresa a la universidad con un conjunto desarrollado de habilidades actitudinales y cognitivas para enfrentar los retos de una carrera en ciencias exactas, se reducirá significativamente la tasa de deserción de la universidad, impactando social y económicamente de manera positiva a la comunidad.

1.4. HIPÓTESIS

La aplicación del modelo de Aprendizaje Activo en los cursos de admisiones de una Universidad Pública permitirá un proceso de aprendizaje de mayor tasa de ingreso, rendimiento académico y adquisición de habilidades actitudinales y cognitivas al finalizar el curso de admisión, así como del rendimiento académico al finalizar el primer año universitario, en comparación con la aplicación del modelo tradicional de aprendizaje.

1.5. OBJETIVO

1.5.1 Objetivo General

Determinar si el modelo de aprendizaje activo en el sistema de admisión de una universidad pública permitirá mayor tasa de ingreso, rendimiento académico y adquisición de habilidades actitudinales y cognitivas al finalizar el curso de admisión, así como del rendimiento académico al finalizar el primer año universitario, en comparación con la aplicación del modelo tradicional de aprendizaje.

1.5.2. Objetivos Específicos

- a) Realizar un análisis descriptivo e inferencial de las variables explicativas, tanto cuantitativas como cualitativas de los postulantes que recibieron metodología tradicional y de aprendizaje activo como modelos de enseñanza-aprendizaje, en el curso intensivo de admisión febrero 2020 de una universidad pública.
- b) Realizar un análisis descriptivo e inferencial de las variables explicativas, tanto cuantitativas como cualitativas de estudiantes aprobados que recibieron metodología tradicional y de aprendizaje activo como modelos de enseñanza-aprendizaje, al final del primer año de carrera universitaria en febrero 2021 de una Universidad pública.
- c) Comparar las estadísticas de los postulantes y de los estudiantes aprobados que recibieron aprendizaje activo versus enseñanza tradicional, en el curso de intensivo de admisión febrero 2020 y al final del primer año de carrera universitaria en febrero 2021 de una universidad pública.
- d) Medir la tasa de ingreso y de matriculación de los estudiantes del curso intensivo de admisión febrero 2020 a una universidad pública en el área de Ciencias en el primer período académico ordinario 2020, por modalidad de aprendizaje y compararla con los indicadores globales de la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Información (Senescyt).
- e) Construir un modelo de pronóstico del rendimiento académico de los postulantes que recibieron metodología tradicional y de aprendizaje activo en el curso intensivo de admisión febrero 2020 en una universidad pública, basado en la técnica de regresión logística binaria.
- f) Construir un modelo de pronóstico del rendimiento académico de estudiantes que recibieron metodología de aprendizaje activo y para los que recibieron metodología tradicional en el curso intensivo de nivelación febrero 2020, al

culminar el primer año de universidad en febrero 2021 en una universidad pública, basado en la técnica de regresión logística multinomial.

- g) Describir estadísticamente el nivel de alcance de las habilidades actitudinales y cognitivas de los estudiantes aprobados a una universidad pública, producto de la aplicación del Aprendizaje Activo, al iniciar el curso intensivo de admisión febrero 2020 y al finalizar el primer año universitario en febrero 2021.

- h) Analizar estadísticamente el resultado de la aplicación del cuestionario de Estilos de Aprendizaje CHAEA a la población de estudio de postulantes a una universidad pública en el año 2020, basado en las técnicas de análisis factorial exploratorio y confirmatorio.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

La mayoría de las investigaciones sobre modelos de aprendizaje se ubican en el período que va desde 1923 con el modelo de Jung hasta 2008 con el modelo de Cacheiro, aclarando que esta concentración se da no solo por la extensión de tiempo sino por la gran cantidad de trabajos realizados, los cuales en su gran mayoría han sido producidos en base a la experiencia de sus investigadores. Otro período de consideración es el que va de 1970 al 2000, ya que se caracteriza por las numerosas publicaciones realizadas sobre modelos de aprendizaje, abarcando el desarrollo de la mayor cantidad de categorías de aprendizaje. Entre estos los más relevantes son: Kolb (1971), Gregorc (1979) , Juch, (1983), Honey & Mumford (1986), Honey et al. (1999) , Anderson et al. (2001), Lago et al. (2008), todos basados en la experiencia. Argyris & Schon (1978), McKee (1992) basados en el Aprendizaje Organizacional. Dunn & Dunn (1979), Keefe & Monk (1986), Felder & Silverman (1988), Felder & Soloman (1996) y Gardner (1997) con base en los medios de percepción de la información. Ramanaiah et al. (1977), Entwistle (1998) y Watkins & Marsick (1992), con base en las estrategias de aprendizaje. Grasha & Riechmann (1975) basado en la relación social. McCarthy (1987) y Verlee (1986), basados en la bilateralidad cerebral y el de Owen (1998) basado en la construcción del conocimiento.

Existen diversos enfoques con respecto a la forma en que las personas aprenden, pudiendo establecerse una línea de tiempo para la aparición de los enfoques y metodologías de aprendizaje, para lo cual es importante considerar las jerarquías de las metodologías de estilos de aprendizaje, siendo estos: basados en la práctica,

en los medios de captación de información, en las tácticas de aprendizaje, en la interacción con otros individuos (vínculo social), en la bilateralidad cerebral, en la personalidad y en el aprendizaje organizacional.

Los modelos de aprendizaje basados en la construcción del conocimiento describen procedimientos intelectuales que se realizan para cambiar la información recibida en conocimiento, categoría sustentada en los modelos de Owen (1998) que posteriormente Barry & Beckman (2007) lo particularizan como aquel en que el individuo abstrae el conocimiento por medio de 2 fases: analítica (búsqueda y entendimiento) y elaborada o sintética (experimentación e invención).

Los modelos basados en la experiencia sustentan el hecho de que el aprendizaje se logra por medio de la práctica, la experimentación y descubrir con los sentidos fue iniciada por Jung en el año 1923, cuando plantea un modelo de aprendizaje tomando en cuenta la identidad en relación con los métodos de aprendizaje, los mismos que se integran por medio de dos procesos bipolares denominados sensitivo-intuitivo y racional-emocional.

Posteriormente, aparece el famoso estudio de la Taxonomía de Bloom (1956), planteando las finalidades del aprendizaje como un proceso que abarca 6 etapas: recordar, entender, aplicar, examinar, sintetizar y evaluar; los modelos basados en los canales de percepción de la información disponen de dimensiones de la percepción que se relacionan con las diversas modalidades sensoriales, es decir, en recibir la información por medio de algún sentido, según Dunn & Dunn (1979).

Los modelos con base en las metodologías de aprendizaje sostienen que el estilo de instrucción se relaciona con los modelos de aprendizaje y los procedimientos de pensamiento. Otro modelo importante es el de Schmeck (Ramanaiah et al. 1977) el cual sintetiza que el estudiante realiza un doble aprendizaje, el relacionado con el contenido pedagógico y el relativo al proceso del pensamiento .

Los modelos basados en la relación social defienden el hecho de que la relación social con las personas influye en la forma en que aprenden las personas, el modelo representativo de esta categoría es el de Grasha & Riechman (1975), el mismo que se focaliza en ambientes de aprendizaje grupales, basado en las acciones interpersonales entre alumnos y profesores (Acosta, 2007).

Quienes defienden los modelos basados en la bilateralidad cerebral basan su trabajo en la relación existente entre la predominancia de los hemisferios cerebrales con respecto al tipo de aprendizaje, Cabrera & Fariñas (2005) señalan que el foco relacionado con el cerebro bilateral de Verlee (1986) se fundamenta en la asimetría de la mente por medio de la identificación de dos estilos de aprendizaje: sinistro hemisférico (predominancia del hemisferio central izquierdo) y dextro hemisférico (predominancia del hemisferio central derecho).

Los modelos basados en la personalidad son delineados para reconocer las preferencias más significativas de la persona para ayudar a definir de mejor forma los patrones de comportamiento que mejor se relacionen con uno u otro estilo de aprendizaje, en esta categoría está presente el esquema de Myers & Briggs (1950) (como se cita en Pantoja et al., 2013) fundamentado en el diseño de un test de personalidad que mide la preferencias por las formas en las cuales el individuo percibe la información, se basa en las medidas de motivación, forma de procesar la información y postura frente al mundo (Acosta, 2007).

Los modelos basados en el aprendizaje organizacional están enrumados en la creación de una cultura, identificando y/o corrigiendo errores de aprendizaje por medio de conocer y direccionar los estilos didácticos de las personas (Argyris & Schon, 1978).

Si bien es cierto, es muy difícil encontrar trabajos de investigación que hayan realizado un análisis multivariado de datos comparando un modelo tradicional de aprendizaje centrado en el profesor contra un patrón innovador de aprendizaje, existen trabajos afines que aplican técnicas de análisis multivariado a un modelo

de aprendizaje en particular que permiten analizar los resultados obtenidos en este estudio.

Cano & Justicia (1993), analizan una muestra formada por 991 alumnos universitarios, 424 hombres y 527 mujeres, de los cursos primero y final de 10 carreras distintas en la Universidad de Granada, quienes respondieron en un tiempo promedio de 90 minutos cuatro inventarios de estrategias y estilos seleccionados: ASI (Approaches to Studying Inventory), ILP (Inventory of Learning Process), LSI (Learning Style Inventory) y LASCII (Learning and Study Strategies Inventory), posteriormente se obtuvieron las calificaciones correspondientes a estos cursos y se constituyeron grupos de rendimiento basados en el criterio de corte de la mediana para cada curso y especialidad, con ello se desarrolló un diseño factorial $2 \times 2 \times 10$, para el cual se tomaron como variables criterio las puntuaciones obtenidas en las escalas de los inventarios anteriormente mencionado. Los datos fueron analizados mediante el programa de análisis multivariado de varianza 4V y análisis discriminante por pasos 7M, pertenecientes al paquete estadístico BMDP (Dixon, 1985). Los hallazgos confirmaron que hay diferencias importantes para los perfiles de estrategias y estilos de aprendizaje del grupo de rendimiento al que pertenece el estudiante. Confirmando lo que ya habían concluido con el mismo instrumento ILP, Schmeck & Groove (1979), Gadzella et al. (1986), Miller & Gildea (1987), con el instrumento ASI (Entwistle, 1998), y con el LASSI de Haynes et al (1987) (como se cita en Yip, 2007).

Pascal et al. (2009), realiza una investigación a una metodología de aprendizaje centrada en el estudiante, basada en las tecnologías de la información (TIC), identificando variables del modelo que contribuyen a resolver problemas de deserción o demoras de tiempo de estudio de una carrera de grado; mediante un marco de diseño metodológico que comprende una fase descriptiva - interpretativa, una fase cuasi experimental y una fase prospectiva, que aplicadas a una población seleccionada de docentes y estudiantes de distintos niveles educativos, con técnicas de análisis multivariado aplicados a las variables de ponderación de saberes y recursos en tecnologías de información asociados a la docencia, se obtienen los siguientes resultados relevantes relacionados con el presente trabajo:

no se detectan rasgos que indique resistencia del estudiante al cambio en modelo de aprendizaje basado en TIC, escepticismo por parte de los docentes en relación a los resultados que se obtengan con el modelo alternativo de aprendizaje; estudiantes del ciclo básico estimaron que el modelo incrementó su motivación con referencia a las materias que se imparten con el modelo tradicional; los estudiantes de los niveles superiores opinaron que el modelo no aumentó su motivación respecto de las materias que se dictan con el modelo tradicional; el análisis factorial de correlaciones al que se supeditaron los datos mostró la evidencia de 3 tipos posibles de estudiantes: los que apreciaron la experiencia del método alterno como normal y no la harían nuevamente, y aquellos decididos a repetirlo y con alto grado de complacencia, sin importar el tiempo que invertían en la gestión.

López (2011), propone un estudio de la consecuencia de género, el nivel o clase de instrucción del estudiante acerca del estilo de estudio, por medio del análisis del efecto cruzado de estas variables. Para estudiar los diferentes estilos para aprendizaje se utilizó la encuesta de Estilos de Aprendizaje aplicada por Alonso en 1992. La muestra fue seleccionada por accesibilidad, y estaba formada por ochocientos cinco alumnos en la Universidad de León, siendo 287 hombres y 518 mujeres, repartidos en 16 carreras pertenecientes a ocho facultades.

Estos resultados indicaron que las tres variables tomadas en consideración tienen un rol prioritario en la especificación de cada estilo de aprendizaje y confirman los hallazgos de otros autores (Barrio & Gutiérrez, 2000), (Bitrán et al., 2003).

Además, se hace necesario destacar los resultados del análisis univariante con ACP para analizar el resultado de la relación entre las variables, tal como lo indican (Cano, 2000) y (Severiens & Ten Dam, 1994).

Conchado (2011), desarrolla una modelización multivariante para los métodos de enseñanza-aprendizaje basados en competencias en niveles superiores de educación, tomando en cuenta los varios factores del ambiente académico y personal de los alumnos que evidentemente influyen en los resultados logrados, evaluando todas las relaciones establecidas de manera individual entre los factores

relacionados al entorno de los estudiantes y las competencias logradas en la universidad de acuerdo con su opinión. Luego se validaron los instrumentos relacionados con el cuestionario Reflex con el fin de cuantificar los métodos utilizados y las competencias logradas mediante análisis factorial confirmatorio con el agregado de la invarianza métrica. Como resultado relevante de este trabajo se seleccionó y validó un modelo estructurado en 6 factores latentes: conocimiento metacognitivo, organización individual, liderazgo, colaboración, comunicación e innovación. Los dos modelos generaron un valioso ajuste sobre el grupo global de datos y la imposición de restricciones de invarianza métrica en relación con el sector de estudio. Luego se establecieron dos modelos causales, con base en anteriores investigaciones, en este se indican varias relaciones entre los métodos y las competencias ganadas en la institución superior. Los dos modelos manifiestan relaciones causales entre el estudio, trabajo colaborativo y la ganancia de competencias. De manera simultánea, las sesiones prácticas se relacionan con la organización personal y la innovación y las sesiones teóricas se relacionan con la aprehensión de conocimientos y el desarrollo del pensamiento.

López Da Silveira (2013), trabaja un análisis multivariado de la vinculación entre estilos de aprendizaje y la inteligencia emocional en estudiantes universitarios para encontrar que diferencia a los alumnos de varias carreras del Instituto Castel Branco según su género y estilos o estrategias de aprendizaje utilizados, relacionados con el factor emocional. Para el efecto, se utilizan análisis de tipo factorial, el estadístico Alpha de Cronbach, modelos tipo Teoría de respuesta al ítem (TRI) para evaluar la capacidad de información de los ítems inmersos en la investigación y analizar la posibilidad de simplificar los mismos con doble gráfico exploratorio HJ-Biplot para los integrantes de la muestra total y las dimensiones de las encuestas, evaluación de los grupos sobre las coordenadas del Biplot y además un estudio de tipo discriminante con el fin de reconocer las dimensiones latentes de todos las encuestas que diferencian a cada estudiantes según carrera, género y rendimiento académico. El resultado más relevante de esta investigación radica en el hecho de que los individuos de género masculino evidencian puntuaciones más altas en atención y claridad, y las mujeres tienen mayor grado en reparación, el

40% de las estudiantes del estudio acciona mal sus estados de tipo emocional, mientras que para los varones es el 27 %.

Fernández & Nieves (2015) estudian los focos de aprendizaje en alumnos de nivel superior y la vinculación que tienen con el desempeño académico, considerando alumnos de varios cursos de la Universidad Marta Abreu. Con una muestra probabilística, iniciando con un muestreo simple de tipo aleatorio aplicado a 524 alumnos, y con análisis de varianza y clústeres se hallaron relaciones entre aprendizaje y más alto rendimiento académico. Los resultados muestran lo complejo del tema, debido a que los resultados son contradictorios y poco concluyentes. El estudio logró constituir 3 grupos en relación con las respuestas logradas con el cuestionario de procesos de estudio que se relacionan con la utilización de un enfoque más profundo, uno no determinado y uno superfluo. Se muestra que dependiendo del tipo de enfoque que se tome en cuenta se establece una variable principal para predecir los logros académicos. Se obtuvo un incremento en la aplicación del enfoque superficial a medida que se escala en los cursos académicos, la necesidad de más investigaciones, tomando en cuenta que uno de los objetivos de la educación de nivel superior es fomentar aprendizaje de mejor alcance y calidad.

Por otra parte, un estudio realizado por García (2015) elabora un modelo que establece el desempeño académico de los alumnos con base en la plataforma Learning Analytics utilizando técnicas multivariantes, con datos del año 2014 de una institución en Ecuador para estudiantes en modalidad distancia y variables de carácter demográfico, académico y tecnológico. Se usaron 2 muestras con el fin de establecer el rendimiento académico con focos cualitativo y cuantitativo, con la primera muestra se realizó la parte cuantitativa, considerando un entorno individual, de grupos y contextual, formada por 23583 alumnos registrados en alguna materia básica; mientras que la segunda muestra se usó para la parte cualitativa y estaba formada por 410 estudiantes cursando el año final de una carrera y diez carreras ofrecidas a distancia. Dadas la tipología de los datos se aplicaron 2 modelos multivariados: multinivel y logístico multivariante. Como resultados relevantes de esta investigación se tiene que las variables del foco "learning analytics" presentan

una interacción positiva con referencia al desempeño, con el uso de chat, foros y videos las que causan el más alto impacto en el rendimiento académico, encontrando que si existe relación con el rendimiento académico. Además, concluye que un modelo logístico bivariante permite realizar afirmaciones en el ámbito del estudio del desempeño académico, entregando información importante sobre las variables relacionadas al mejoramiento del modelo.

2.2. BASES TEÓRICO – CIENTÍFICAS

El rendimiento académico es quizás el indicador más importante de logros o fracasos de un individuo, por lo cual se convierte en el factor más importante cuando se interpreta y analiza los resultados dentro del desarrollo de cualquier metodología de enseñanza y aprendizaje. Para el entorno de las universidades uno de los indicadores de mayor representatividad y que las caracteriza, es el rendimiento académico.

Debido a que el rendimiento académico es multidimensional, al no existir una 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.

Modelos de aprendizaje de la didáctica en Ciencias

La didáctica de las Ciencias constituye un conjunto de teorías que no necesariamente son aceptadas en su totalidad por todos los profesionales involucrados en esta área del conocimiento, esto nos conduce a pensar que resulta más conveniente que cada persona identifique y diferencie lo que aporta o no aporta de cada teoría. Utilizar en la práctica modelos distintos de aprendizaje, tal como en el caso de esta investigación con el modelo tradicional y de aprendizaje activo, puede por lo tanto conducir a explicaciones de resultados distintos.

Al parecer, cuando el individuo cursa Ciencias administra los saberes de manera diferente a los que formalizan la misma Ciencia y que esta planificación de

conocimientos difiere de la forma espontánea en la que el estudiante construye conocimiento científico.

En el desarrollo de literatura sobre el aprendizaje de las Ciencias, un factor común es el hecho de que el profesor de ciencias no dispone, por lo menos de manera consciente, de un modelo que justifique el aprendizaje en función de los planteamientos didácticos presentes en el aula, es decir, se carece de un lenguaje para representar un sistema; entorpeciéndose la comunicación de los resultados de cualquier acción de tipo didáctico y en realidad el esfuerzo del profesor trasciende muy poco al estudiante y por ende la comunidad científica ya que no se está aprovechando de las investigaciones, avances y logros en materia de didáctica de las ciencias. Los modelos teóricos de aprendizaje que se constituyen en los mejores candidatos viables a formar parte de la estructura de la didáctica de las ciencias son:

El aprendizaje jerárquico.

Gagné (1965) propone un modelo que muestra la intención de dar forma a la enseñanza, basándola en una psicología determinada, la conductiva, muy importante en aquel momento (Pozo & Carretero, 1987). En el conductivismo, determinados estímulos provocan respuestas en el pensamiento y la conducta humana, con base en cadenas de impulso nerviosos administrados por el sistema nervioso central, este impulso permite pasar de una simple asociación de estímulos a asociaciones de categorías más altas. Gagné sostiene que es conveniente empezar formulando los objetivos del aprendizaje en función de las conductas resultantes.

Gagné no logró resultados satisfactorios con esta teoría debido a que validar experimentalmente las jerarquías se logra solo en determinados casos, por lo tanto, cuando se aplique este modelo, se requiere adecuarlo a las estructuras interpretativas de las personas mediante una reformulación de tipo intelectual.

La epistemología de tipo genética.

La aparición de la teoría de Piaget (Inhelder & Piaget, 1985; Piaget, 1970) en la forma de enseñar Ciencias proviene de fines de 1950, desplazando al conductismo. Piaget imagina al individuo adaptándose a las características variantes del entorno, en base a asimilar y acomodar. El fin de Piaget es de tipo epistemológico y no psicológico o pedagógico, por lo tanto, los modelos logrados a partir de epistemología de tipo genético no terminan de exponer el rol de los contenidos de la enseñanza o del entorno donde se desarrolla. Transferir conocimientos debería ser mayor en cantidad con respecto a la que se da en la práctica (Driver, 2000). Los aportes de Piaget que resultan ser más útiles son: la propia epistemología especialmente en lo que respecta a la manipulación del conocimiento por medio procedimental, y los asuntos de tipo estructural a nivel descriptivo en mayor cantidad que formativo; sin embargo, resulta importante anotar el fin de la epistemología Piaget para poder aplicar correctamente cualquier sección de la misma (Cawthron & Rowell 1978).

El aprendizaje de tipo receptivo.

Ausubel (1968) juzga el modelo de Gagné por someterse a la lógica y al modelo Piagetiano por no prestar más importancia a los contenidos, estableciendo su propio modelo predominantemente educativo centrado en los contenidos a impartir y en su estructura psicológica, que debe ser distinta a la eminentemente lógica. Establece que una definición tiene significado en una persona si es parte de su cognitividad, que se pueda vincular un contenido con algo de la organización cognitiva, a lo cual se le denomina aprendizaje significativo, caso contrario sería un significado meramente de memoria, aceptando el hecho de que los aprendizajes de memoria son requeridos ya que cumplen con ciertas funciones, pero para la enseñar Ciencias es preponderante lograr aprendizaje significativo.

Ausubel estima dos grados de tarea en el aprendizaje significativo, el de actividad física y el de significación (significativo o memorístico) y los interpreta como 2 variables diferentes; juzga el aprendizaje por hallazgo y se enfoca en el estudio de aprendizajes significativos por la vía de recepción, la cual requiere un cierto grado

de actividad mental. Además, propone un recurso denominado organizador previo, como instrumento para llegar a adquirir el aprendizaje significativo, y es a partir de esto donde la teoría Ausbeliana provoca cierto grado de decepción en la práctica ya que estos organizadores se han mantenido sin concreción, arduas de construir y de diferenciar de otros conceptos similares, como en la introducción de un tópico (Barnes & Clawson, 1975). A pesar de esto, esta teoría es útil cuando la organización de la estructura cognitiva no tiene que ser tomada en cuenta, llamado conocimiento de tipo declarativo.

Psicología del procesamiento de la información.

Se trata de una teoría que emerge con fuerza como alternativa a las teorías anteriormente descritas y con el objetivo de poder agruparlas. Procesar la información establece que el sistema cognitivo posee entradas y salidas de señales endógenas y exógenas (Steward & Atkin, 1982; Osborne & Wittrock, 1983), siendo relevantes los conceptos de memoria a corto plazo (MCP), la cual es limitada y manipula la información proveniente de los sentidos así como de la memoria de largo plazo.

Los modelos iniciales de proceso de la información (Lindsay & Norman 1977) difieren de aquellos que se elaboran en la actualidad, desde la teoría de los esquemas, estableciendo diferencias importantes entre un gestor vivo de la información y uno animado, por ejemplo el ordenador que nace como modelo mental (De Vega, 1985). Todos los esfuerzos realizados en este campo por investigadores procedentes de otros modelos como el del mismo Piaget, (Case, 1980), los Ausbelianos (Osborne & Wittrock, 1983) y (Gagné & White, 1978) se cristalizaron en un modelo concreto que desea unir y aventajar otros modelos (Steward, 1985); sin embargo, la ciencia de tipo cognitiva aún tiene un grado de dispersión terminológica y metodológica muy considerable y una puntualización didáctica muy insignificante para ser considerado un modelo agrupador.

Es importante anotar que todos estos modelos psicológicos están limitados por partida doble, ya que pasan por alto la cuestión afectiva y por otro lado es admisible la crítica de Toulmin (1972) en relación con la idea de explicar la elaboración del

conocimiento como un proceso de tipo individual, porque es una tarea corporativa. Según Coll (1986) existen claras posibilidades de la existencia de nuevos focos educativos en esta vía.

Bases teóricas del rendimiento académico

Conceptualización

El rendimiento académico se establece considerando variables que permiten establecer si la institución educativa, el docente y el alumno son eficaces en el transcurso del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Fullana (1996) prioriza el foco multidimensional del desempeño académico y lo declara 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 4 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 recopilada se obtuvieron resultados relevantes, entre los cuales se mencionan los siguientes: los estudiantes no tenían aprehendido el uso de un 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.

Indicadores del rendimiento académico.

- **Calificaciones:** son una medida numérica o cualitativa del desarrollo académico, son sencillas de examinar ya que una calificación alta puede mostrar un excelente desempeño académico y una ponderación baja, lo opuesto.

Si bien es cierto que en gran cantidad de estudios se considera la nota final por ser una medición de exactitud e inteligible, Page (1990) señala que las ponderaciones tienen un peso relativo para medir el rendimiento académico, porque hay ausencia de un criterio normalizado para las instituciones de educación, asignaturas, cursos y profesores; esto podría implicar que tampoco existe la suficiente objetividad, y por esta razón, Escudero (1999) indica que las notas son un indicador de resultados del enseñar, pero no necesariamente de la calidad ya que están supeditadas por el buen nivel estudiantil, y por la opinión y la estrictez individual del docente en el momento de elaborar el proceso educativo y evaluar el aprendizaje y el desempeño académico.

- **Pruebas objetivas:** ofrecen mayores ventajas, siendo la más importante el nivel objetivo, ya que las respuestas son pequeñas y exactas, en ausencia de la presencia no objetiva del docente; estos ensayos tienen un elevado nivel de validez, ya que satisfacen puntualmente los fines previstos (Page 1990); (González, 1988); (Marreno & Espino 1988).

Variables predictoras del rendimiento académico.

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 estudio de la variable es trascendental

para mejorar calidad académica; siendo así, es significativa la cantidad de investigaciones realizadas, tanto teóricas como empíricas.

A continuación, se muestra un detalle de investigaciones relevantes publicadas en revistas de alto impacto, con enfoque académico, económico y estadístico:

- Schram (1996) con el tema: “Un meta-análisis de los alcances estadísticos aplicados en las diferencias de género” utilizando la metodología de modelación lineal generalizada, pruebas de homogeneidad y un análisis de categorías a una muestra formada por estudiantes de grado y posgrado registrados en cursos de Estadística de la facultad de educación, psicología y empresas, y las variables calificaciones durante todo el curso, grado, evaluación final y composición de exámenes, concluyó que el género femenino supera al género masculino si el resultado se da en grados, y los estudiantes masculinos se favorecen cuando se usan exámenes y fue publicada en Educational and Behavioral Statistics.
- Zax & Rees (2002) trabajaron el tema IQ, academic performance, environment, and earnings con la metodología de estimaciones de mínimos cuadrados ordinarios (OLS) con una muestra de alumnos de escuelas públicas en Carolina del Norte considerando los grados tercero a octavo y las típicas variables de la comunidad, escuelas, hogares, amistades y compañeros de clase, concluyeron que los incrementos viables en el desempeño académico y la educación pueden resarcir el efecto de varias carencias cognitivas y de contexto, publicado en Statistics & Economics.
- McArdle et al. (2013) con el tema “IQ, Un análisis multivariado multinivel de desempeños académicos en colegios basados en estudiantes-atletas NCAA” , utilizando la metodología de modelos de regresión multinivel con pronóstico tipo no lineal a una muestra de 16.000 alumnos de primer curso universitario originarios de 260 instituciones en el término 1994-1995 y con variables tipo demográfica del alumno, tipologías de la institución, variables tipo académica del nivel secundario, variables de los alumnos del primer curso, concluyen que

estos modelos son buenos para análisis con validación de tipo regular y que los cursos secundarios son los principales predictores en relación a los cursos de primer año, publicado en la revista “Multivariate Behavioral Research”.

- García (2015) propone la elaboración de un modelo que determine el rendimiento académico de estudiantes con base en “learning analytics” utilizando técnicas multivariantes, midiendo el rendimiento académico con focos de cantidad y calidad. La variable cuantitativa es la nota final del estudiante, mientras que en términos cuantitativos el rendimiento académico es medido por medio del grado (calificación promedio expresada como A hasta F) y los créditos acumulados (escala de uno a cinco). Además, utiliza variables explicativas o covariables asociadas al estudiante, que son: edad, género, región de procedencia, becas, y covariables asociadas al docente y a la asignatura. Utiliza dos muestras, una para el análisis cuantitativo y otra para el análisis cualitativo.

A través de una regresión multinivel se explica la influencia de las variables a nivel individual y contextual en el rendimiento académico, realizando posteriormente un ajuste del modelo multinivel con tres niveles, para concluir realizando un análisis logístico bivariante. Del análisis multinivel se obtiene que todas las variables del enfoque “learning analytics” tienen una relación positiva con el rendimiento académico, siendo la participación en chat, foro y video-colaboración las que ocasionan el mayor impacto ya que provocan un incremento de entre 1 y 2 puntos en el rendimiento académico, afirmando de esta forma que si existe una relación significativa con el rendimiento académico. El análisis bivariante conduce a observar que los modelos logísticos bivariantes permiten obtener conclusiones en el contexto del análisis del rendimiento académico, proporcionando información relevante sobre las variables asociadas a la mejora de este.

2.3. EL MODELO 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 se trata de una metodología activa centrada en el estudiante, mediante la cual se imparten conocimientos disciplinares al campo de ciencias e ingenierías, basado en una organización del aprendizaje a través de actividades de docencia (asistido o colaborativo) y trabajo autónomo, que permite alcanzar la intervención activa del estudiantado y de este modo fortalezca habilidades blandas del estudiante, requeridas en el perfil para ingresar a la Universidad. 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 5 estudiantes por mesa, 10 pizarras estratégicamente ubicadas, 2 equipos de proyección, servicio de internet inalámbrico de banda ancha y las actividades son soportadas por la plataforma learning catalytics complementada con el sistema interactivo de Aula Virtual de la Universidad. Además, el estudiante complementa el proceso de adquisición del conocimiento y formación conceptual con los textos de Fundamentos de Matemáticas y Fundamentos de Física desarrollados por la misma universidad.

El esquema mostrado en la figura 1 resume el proceso del modelo de Aprendizaje Activo:

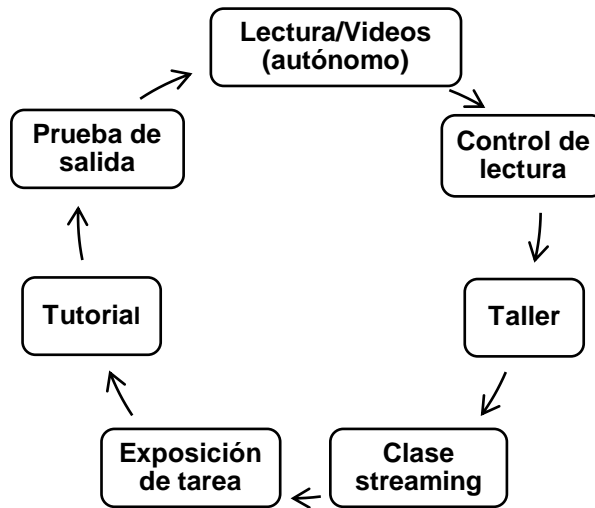


Figura 1. Ciclo del modelo Aprendizaje Activo

Guía de lectura

El proceso consiste en que, para cada capítulo del curso de nivelación, el estudiante realiza de manera autónoma y previo a la clase, una revisión del tema a tratar, tomando como referencia una guía instruccional que contiene el tema, la bibliografía, objetivos específicos, tiempo de dedicación, preguntas claves y ejemplos base (ver figura 2).

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL OFICINA DE ADMISIONES APRENDIZAJE ACTIVO – MATEMÁTICAS GUÍA INSTRUCCIONAL ACTIVIDADES DE LECTURAS

TEMA	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	TIEMPO DE DEDICACIÓN (MIN)
Conjuntos: 2.8 Predicados de dos variables. 2.9 Relaciones. 2.10 Funciones.	Fundamentos de Matemáticas para Bachillerato I (Tercera Edición) Capítulo 2. Pág. 103 – 108 / 111 – 115 / 118 – 127	<ul style="list-style-type: none"> Determinar el conjunto de verdad de un predicado de dos variables. Identificar el dominio, rango y los elementos de una relación. Determinar los tipos de funciones. Analizar la existencia de la inversa de una función y la composición entre funciones. Determinar la inversa de una función y la composición entre dos funciones 	150 minutos
PREGUNTAS CLAVES (máx. 3 preguntas):			
1) Cuál de las siguientes expresiones son equivalentes. a) $\forall x \forall y [p(x, y)] \equiv \forall y \forall x [p(x, y)]$ b) $\exists x \forall y [p(x, y)] \equiv \forall y \exists x [p(x, y)]$ c) $\exists y \forall x [p(x, y)] \equiv \forall x \exists y [p(x, y)]$			
2) El número de relaciones que se pueden formar entre los conjuntos A y B es $n(A)n(B)$ a) Verdadero b) Falso			
3) Es posible que una función no sea inyectiva, ni sobreyectiva. a) Verdadero b) Falso			
EJEMPLO BASE Ejemplos resueltos en el texto guía: Ejemplo 2.37 pág. 106. Ejemplo 2.45 pág. 115. Ejemplo 2.53 pág. 124.		EJERCICIO BASE: A partir de los conjuntos referenciales $Re_x = \{1, 2, 3, 4, 5\}$, $Re_y = \{0, -1, -2, -3, -4\}$, se definen los predicados: $p(x, y): xy \geq 0$ y $q(x, y): (5x + y)$ es un número par a) Tabule $A_p(x, y)$ b) Tabule $A_q(x, y)$ Si $A = \{a, b, c, d, e\}$, $B = \{1, 2, 3, 4\}$ y las funciones $f = \{(a, 1), (b, 2), (c, 1), (d, 3), (e, 2)\}$ y $g = \{(1, a), (2, a), (3, e), (4, e)\}$ determine en caso de ser posible las funciones $f \circ g$ y $g \circ f$	

Figura 2. Guía de lectura.

Control de lectura

Con el conocimiento previamente adquirido, el estudiante asiste a la clase, en la cual se desarrollan las siguientes actividades: basado en la plataforma learning catalytics se procede a la ronda individual del control de lectura, el cual debe ser cargado por el profesor a la plataforma, previo a la evaluación del control de lectura; durante esta ronda los estudiantes contestan las preguntas del control de lectura respectivo por medio de sus dispositivos electrónicos; posteriormente se repite el proceso pero por medio de una ronda grupal. Este control de lectura tiene una ponderación del 60 % de la calificación para la ronda individual y 40 % para la ronda grupal. Una vez terminada ambas rondas, se procede a realizar una retroalimentación tipo mini clase, del control de lectura (ver figuras 3 y 4).



Figura 3. Control de lectura – Ronda individual.



Figura 4. Control de lectura – Ronda grupal.

Talleres

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 (ver figura 5). 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.



Figura 5. Talleres

Sesión de trabajo vía streaming

Periódicamente se envía al estudiante un banco de ejercicios, los cuales debe resolver de manera autónoma, pero con el soporte de una sesión de trabajo vía streaming, en la que, por medio de una aplicación para reuniones virtuales, los profesores del paralelo respectivo se conectan con los estudiantes sin importar su ubicación física; durante esta sesión se absuelven dudas de los estudiantes con la facilidad adicional de que se puedan comunicar en tiempo real vía chat.

Exposición de Tarea

Luego de la clase virtual, los alumnos asisten a la siguiente clase en la cual se desarrolla la actividad grupal de exposición de tarea, que consiste en la asignación por parte del profesor de un tema del deber a cada grupo, de tal forma que el grupo prepara la exposición de su tema 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.

Tutorial

La siguiente sesión corresponde a la actividad denominada tutorial, donde estando previamente cargado un set 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 lapso de tiempo determinado proceden a realizar el ejercicio (ver figura 6), el cual una vez terminado debe ser subido, mediante una foto, a la plataforma; una vez realizados los ejercicios asignados, los profesores proceden a realizar una retroalimentación tipo mini clase de la actividad.



Figura 6. Desarrollo de tutorial

Prueba de salida

Como última actividad del capítulo se desarrolla en la siguiente clase la actividad denominada Prueba de Salida, en la cual los estudiantes tanto en la ronda grupal

como individual desarrollan con límites de tiempo problemas de nivel medio-alto, sin acceso a consulta y soporte alguno, ya sea de tipo físico o virtual. Cabe anotar la importancia de la prueba de salida ya que por sí sola corresponde al 25% de la nota total del estudiante.

Todas las actividades anteriormente descritas se repiten para cada capítulo del curso de admisión.

La ponderación de las actividades académicas tanto del modelo tradicional como del modelo de Aprendizaje Activo, se detallan en las siguientes tablas:

Tabla 1. Políticas generales de calificación (modelo tradicional).

Componentes	Ponderación general	Ponderación por tipo de componente	Puntaje	Recuperación
Examen Final	40%	40%	40	El examen de recuperación reemplaza sólo estos componentes
Lección general 1	60%	35%	11	
Lección general 2			12	
Lección general 3			12	
Gestión del aprendizaje: evaluaciones parciales, talleres, trabajo autónomo		25%	25	Este componente no es recuperable
Nota final	100%	100%	10	

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Políticas generales de calificación (aprendizaje activo).

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

Para el modelo tradicional, se evalúan tres 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 académico. En la gestión del aprendizaje se consideran talleres y deberes.

Para el modelo de aprendizaje activo, en alcances de aprendizaje, se evalúa una 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.

Un estudio particular y puntual de la aplicación de una metodología centrada en el estudiante lo desarrolla Rodríguez (2017) mediante un caso de estudio del modelo de aprendizaje activo en la materia Física B como estrategia para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes de ingenierías de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL); modelo 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.

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Rendimiento académico**

Chadwick (1987) enfoca el rendimiento académico como la manifestación de competencias y de particularidades de tipo psicológico del alumno establecidas y modificadas por medio del método de enseñanza y aprendizaje que le facilita lograr una cota de funcionamiento y alcances académicos durante un período de tiempo, que se recopila una calificación final (casi siempre cuantitativa) como parámetro evaluador del nivel alcanzado.

- **Metodología de enseñanza – aprendizaje**

De Miguel (2006) propone esta definición como el grupo de determinaciones en base a los procesos a ejecutar y acerca de los recursos a usar en las variadas etapas de una planificación que, organizados y secuenciados racionalmente con los fines que se pretende alcanzar en todos los tiempos del proceso, facilitan entregar una solución al fin último de la labor de educar.

- **Índice de ingresantes/aspirantes**

El Departamento de Estadísticas Educativas (2015) define al índice de ingresantes/aspirantes como la relación entre la cantidad final de ingresantes en un periodo sobre el total de aspirantes para el mismo periodo. Los valores posibles entre los que varía el índice son 0 y 1.

- **Calidad académica**

A pesar de la dificultad para definir la calidad académica, Astin (1982) afirma que es posible conceptualizarla y para hacerlo reconoce cuatro enfoques para abordar su estudio; es de nuestro interés el enfoque por medida de los logros del estudiante, utilizando para ello indicadores tales como eficiencia terminal, tasa de ingreso, persistencia en la matrícula, etc.

- **Regresión Logística Binaria**

Es una técnica tipo estadística que tiene como fin verificar hipótesis o vínculos causales cuando una variable dependiente es una variable binaria, es decir, posee únicamente dos categorías.

- **Regresión Logística Multinomial**

Es una técnica tipo estadística donde la variable independiente tiene más de dos categorías, pudiendo ser las respuestas nominales u ordinales y las variables explicativas cuantitativas o categóricas. En este tipo de modelos se asume que los recuentos de las categorías de la variable independiente tienen una distribución multinomial, siendo esta última una generalización de la distribución binomial.

- **Competencia en Educación Superior**

[...] implica la organización de habilidades con el fin de establecer un cierto tipo de criterio [...] las competencias redundan en capacidades [...] se necesita adicionalmente cumplir con un criterio de aptitud [...] el significado de aptitud se refiere a la disposición para operar de alguna manera atado a una opinión o requisito (Ribes 2006).

- **Habilidad Cognitiva**

Laorden et al. (2005) definen a las habilidades cognitivas como procesos del pensamiento a través de los cuales el individuo se apodera de los contenidos y del procedimiento utilizados para tal fin. Constituye un grupo de acciones mentales que tienen como objetivo que el estudiante integre la información que ha adquirido, especialmente por medio de los sentidos, en una configuración de conocimiento que haga sentido.

- **Habilidad Actitudinal:**

“Conjunto de conocimientos, habilidades, disposiciones y conductas que posee una persona, que le permiten la realización exitosa de una actividad”. (Rodríguez & Feliú, 1996)

- **Estilo de Aprendizaje:**

Según Navarro (2008), el estilo de aprendizaje se refiere a las características cognitivas, emotivos y psicológicos del proceso de aprendizaje, de las cuales el estudiante hace uso para distinguir, interactuar y argumentar en un entorno educativo.

- **Análisis Factorial Exploratorio:**

De acuerdo con Pérez & Medrano (2009), el análisis factorial exploratorio es un nombre genérico utilizado para referirse a un grupo de métodos estadísticos multivariados con interdependencia que tienen el objetivo de identificar una estructura de factores subyacentes o factores a un conjunto extenso de datos.

- **Análisis Factorial Confirmatorio:**

Según Fernández (2015), el análisis factorial confirmatorio es una técnica estadística multivariante en la que el investigador especifica el número de factores y el patrón de relación entre el indicador y las cargas factoriales de antemano, evaluando el factor de solución pre especificado en términos de lo bien que este reproduce la matriz de varianzas y covarianzas de la muestra en las variables medidas.

CAPÍTULO III

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación, en general, se resuelve por medio de una metodología de investigación de preferencia cuantitativa, observacional, retrospectiva y de técnica multivariante, combinada con metodología cualitativa.

Para determinar la eficacia de la metodología de aprendizaje activo como una metodología innovadora de enseñanza-aprendizaje centrada en el estudiante por medio del cual se imparten conocimientos disciplinares en ciencias exactas y naturales, basado en una organización del aprendizaje a través de actividades de docencia (asistido y colaborativo) y de trabajo autónomo, en el rendimiento académico y tasa de ingreso, se lo compara con el método tradicional de enseñanza-aprendizaje centrado en el docente, con enfoque conductual y disciplinar, que privilegia la memorización de la información, sin soportes tecnológicos.

En lo que respecta al desarrollo de las capacidades cognitivas y de actitud, se utiliza una encuesta, cuya realización es de tipo descriptiva.

También se desarrolla un aporte al proceso de selección de los postulantes a la universidad para ser considerados a participar en la metodología aprendizaje activo durante el desarrollo de los cursos de admisión en la universidad, aplicando y analizando el cuestionario CHAEA para establecer la preferencia de aprendizaje de los postulantes en relación con las prioridades para acceder al conocimiento.

Con el fin de establecer el diseño de investigación es indispensable considerar la clase específica de estudio para cada escenario, lo cual se expone en las siguientes líneas:

3.1.1 Modelo de Regresión Logística Binaria (curso de admisión)

El primer escenario corresponde al curso de nivelación intensivo febrero 2020, trabajado con análisis multivariante por medio de la técnica de regresión logística binaria y cuyo esquema se muestra en la figura 7:

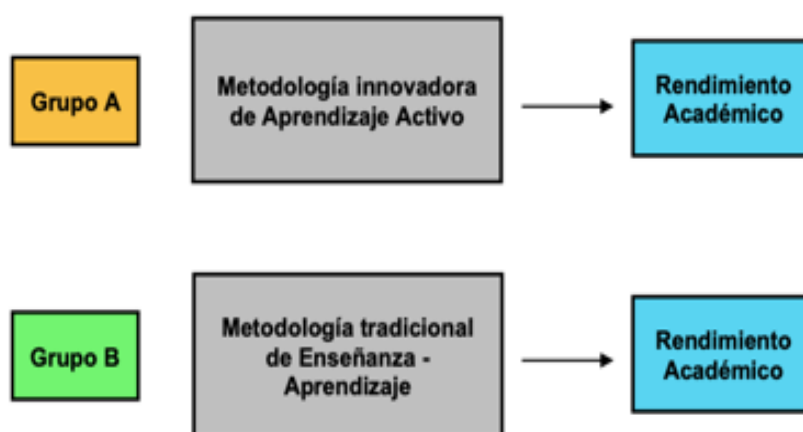


Figura 7. Esquema de diseño de la metodología de investigación en el curso de nivelación febrero 2020

El modelo de regresión logística binaria es el más adecuado para medir el rendimiento académico a través de una variable dependiente dicotómica “*racad*” y de siete variables explicativas, tres de ellas de tipo cualitativa: “*mod*” (modalidad aprendizaje activo o tradicional), “*sex*” (sexo), “*rep*” (condición de repetidor de curso) y cuatro de tipo cuantitativa: “*edad*” (edad del estudiante), “*mat*” (nota del examen de admisión de matemáticas), “*fis*” (nota del examen de admisión de física), “*paa*” (nota de la prueba de aptitud académica). Fueron dicotomizadas las variables explicativas “*mod*” (1 = aprendizaje activo, 0 = tradicional), “*sex*” (0 = masculino, 1 = femenino) y “*rep*” (0 = no repetidor, 1 = repetidor), tomando en cuenta la revisión bibliográfica previa y lo recomendado por Carballo & Guelmes (2016).

Un modelo de regresión logística permite determinar la probabilidad p de que ocurra un evento A dependiendo de los valores de ciertas variables X_1, \dots, X_p , es decir, si $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_p)'$ son las observaciones de un individuo sobre las variables, entonces la probabilidad $p(\mathbf{x})$ de que acontezca A es $p(y = 1/\mathbf{x})$ siendo $p(y = 0/\mathbf{x}) = 1 - p(\mathbf{x})$ la probabilidad de que A no suceda dado \mathbf{x} , debiendo notar que al estar $p(\mathbf{x})$ comprendido entre 0 y 1 no podemos asumir que $p(\mathbf{x})$ sea una función lineal. Entonces es conveniente suponer un modelo lineal para la denominada transformación logística de la probabilidad.

$$\ln \left[\frac{p(\mathbf{x})}{1-p(\mathbf{x})} \right] = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p = \beta_0 + \boldsymbol{\beta}' \mathbf{x} \quad (1)$$

siendo $\boldsymbol{\beta} = (\beta_1, \dots, \beta_p)'$ los parámetros de regresión. El modelo (1) equivale a suponer las siguientes probabilidades para el evento y su contrario, ambas en función de \mathbf{x} :

$$p(\mathbf{x}) = \frac{e^{\beta_0 + \boldsymbol{\beta}' \mathbf{x}}}{1 + e^{\beta_0 + \boldsymbol{\beta}' \mathbf{x}}} \quad ; \quad 1 - p(\mathbf{x}) = \frac{1}{1 + e^{\beta_0 + \boldsymbol{\beta}' \mathbf{x}}} \quad (2)$$

Si comparamos con el modelo de regresión lineal:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p + e \quad (3)$$

Podemos comprender el modelo logístico en el sentido de que $y = p(\mathbf{x}) + e$, donde y solo toma valores 0 ó 1, es decir, si $y = 1$ entonces $e = 1 - p(\mathbf{x})$ con probabilidad $p(\mathbf{x})$ y si $y = 0$ entonces $e = -p(\mathbf{x})$ con probabilidad $1 - p(\mathbf{x})$. Así, dado \mathbf{x} , el error e tendrá media 0 y varianza $p(\mathbf{x})(1 - p(\mathbf{x}))$.

Dada una observación del evento, la regla de discriminación logística simplemente decidirá si un individuo posee la característica del evento si $p(\mathbf{x}) > 0,5$ y no la posee si $p(\mathbf{x}) \leq 0,5$, entonces si introducimos la función discriminante:

$$L_g(\mathbf{x}) = \ln \left[\frac{p(\mathbf{x})}{1-p(\mathbf{x})} \right] \quad (4)$$

la regla de decisión logística es: si $L_g(x) > 0 \rightarrow y = 1$, si $L_g(x) \leq 0 \rightarrow y = 0$ (Cuadras, 2019).

Una vez obtenido el modelo lineal generalizado (incluidas todas las variables explicativas) se seleccionaron las variables dependientes estadísticamente significativas, es decir, aquellas que a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ su valor de estadístico de Wald es en valor absoluto mayor al punto crítico $Z_{\alpha/2} = 1.96$, tal como lo señala Cañadas (2013); lo cual nos conduce al modelo ajustado.

Al realizar el contraste de los parámetros del modelo ajustado se obtuvo el estadístico de prueba que tiene una distribución chi-cuadrada con d grados de libertad y una vez planteadas las hipótesis:

H_0 : el modelo no es significativo ($\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_r = 0$)

H_a : el modelo si es significativo

Si el valor p del estadístico de prueba, calculado utilizando el lado derecho de la distribución (región de rechazo), es menor al valor de significancia, se rechaza la hipótesis nula y el modelo será significativo.

Luego se procedió a calcular intervalos de confianza con la prueba de Wald, el cual se basa en que los parámetros β_r siguen de manera asintótica una distribución normal $\mathcal{N}(\beta_r, \hat{\sigma}^2(\hat{\beta}_r))$:

$$p \left[-Z_{\alpha/2} \leq \frac{\hat{\beta}_r - \beta_r}{\hat{\sigma}(\hat{\beta}_r)} \leq Z_{\alpha/2} \right] = 1 \quad (5)$$

con lo que el intervalo aproximado para el parámetro β_r a un nivel $(1-\alpha)$ es $\hat{\beta}_r \pm Z_{\alpha/2} \hat{\sigma}(\hat{\beta}_r)$ si el intervalo de confianza de los exponenciales asociado a alguna variable explicativa incluye al 1 no se puede rechazar la hipótesis nula de que $\beta_r = 0$ al nivel de significancia elegido.

Los valores estimados por el modelo se calculan directamente en R y se almacenan en el objeto "glm", se puede acceder a ellos con el operador \$ o con la función "fitted.values".

Para evaluar la adecuación global del modelo al conjunto de datos y detectar la presencia de valores influyentes y anómalos, realizar el análisis de residuos es de vital importancia, en este estudio se utilizaron los de Pearson y de la devianza. Se calculó el estadístico de Hosmer-Lemeshow que opera una partición de datos con base en probabilidades predichas para luego analizar la tabla de contingencia a través del estadístico X^2 asociado, ya que no existe garantía alguna en la práctica de que un modelo de regresión logística se encuentre adecuadamente ajustado a los datos. Para las medidas tipo R^2 se calcularon las de McFadden, la de Cox & Snell y Nagelkerke, también se predijo el poder de predicción del modelo por medio de la tasa de clasificaciones correctas y el análisis de curvas ROC (receiver operating characteristics).

Con el fin de diagnosticar y validar el modelo se analizó la forma en que las observaciones afectan al modelo, utilizando el análisis de residuos y los valores influyentes; obtener los valores de las medidas de influencia permitió ubicar los valores influyentes analizando la forma en que afectan a los parámetros del modelo, esto se logró calculando las distancias de Cook.

Por medio del factor de inflación de la varianza generalizado (GVIF) se determinó la posible multicolinealidad entre las variables, si este valor se encuentra próximo a 1, una de las variables está muy poco relacionada con la otras, es decir, ausencia de colinealidad (Fox & Monnette, 1992).

Uno de los problemas más repetitivos es que el modelo no se ajuste bien a otro conjunto de datos que no sea el del estudio, es decir, que no sea generalizable, este problema denominado sobreajuste se detecta por medio de la validación cruzada, utilizando la función k-Fold, donde la muestra se divide en k submuestras para utilizar k-1 de ellas y estimar el modelo y las demás como submuestras de evaluación, el proceso es repetido k veces, haciendo que cada submuestra se use una vez para la evaluación del modelo y k-1 veces para el respectivo ajuste.

3.1.2 Modelo de Regresión Logística Multinomial (primer año de carrera)

El segundo escenario corresponde al desarrollo académico de los estudiantes que aprobaron el curso intensivo de admisiones febrero 2020 en ambas metodologías durante el primer año de estudios en su respectiva carrera universitaria, es decir, desde mayo 2020 a febrero 2021, trabajado con análisis multivariante por medio de la técnica de regresión logística multinomial y cuyo esquema se muestra en la figura 8:

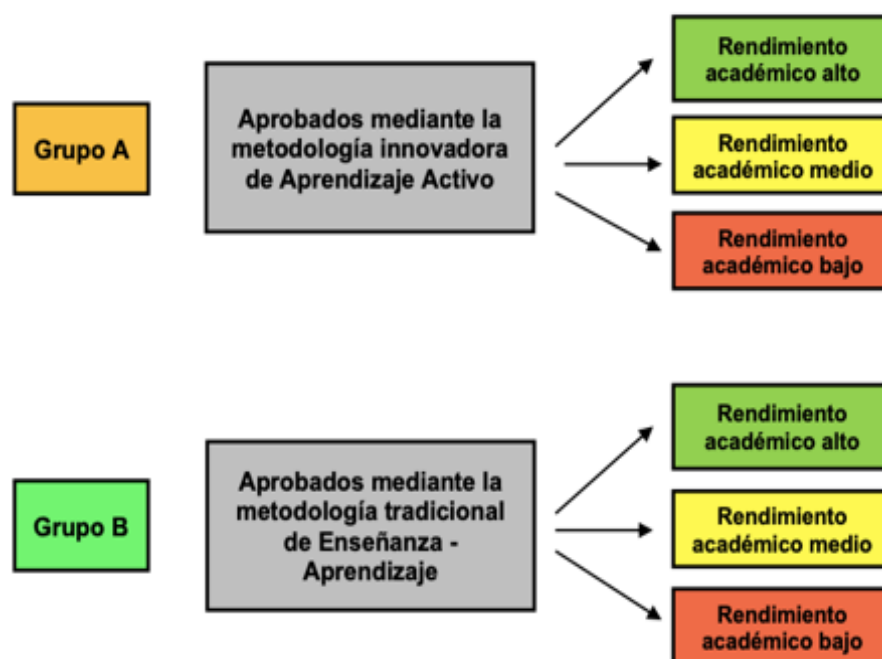


Figura 8. Esquema de diseño de la metodología de investigación al finalizar el primer año de carrera.

El modelo de regresión logística multinomial es el escogido para medir el rendimiento académico del estudiante al finalizar el primer año de estudio en la universidad a través de la variable dependiente “*racad*” definida en tres categorías: rendimiento académico alto, rendimiento académico medio y rendimiento académico y de nueve variables explicativas, dos de ellas de tipo cualitativa: “*mod*” (modalidad aprendizaje activo o tradicional) y “*sexo*” (sexo), y siete de tipo cuantitativa: “*edad*” (edad del estudiante), “*cuv*” (nota de la materia cálculo de una variable), “*fis*” (nota de la materia física), “*credap*” (número de créditos aprobados), “*promad*” (nota promedio del curso de admisión), “*promu*” (nota promedio al finalizar el primer año de estudio) y “*nmrep*” (número de materias reprobadas).

Según Anderson et al. (2010) cuando la variable dependiente tiene más de dos categorías en un modelo de regresión logística, se aplica su versión multinomial. Para una variable dependiente con k categorías, la regresión requiere $k-1$ ecuaciones logísticas, una para cada categoría, en relación con otra categoría tomada como referencia. La relación está representada por las siguientes funciones:

$$f_1(x) = \ln \left[\frac{P(Y=1/X)}{P(Y=k/X)} \right] = \beta_{10} + \beta_{11}x_1 + \beta_{12}x_2 + \dots + \beta_{1q}x_q = X' B_1' \quad (6)$$

$$f_2(x) = \ln \left[\frac{P(Y=2/X)}{P(Y=k/X)} \right] = \beta_{20} + \beta_{21}x_1 + \beta_{22}x_2 + \dots + \beta_{2q}x_q = X' B_2' \quad (7)$$

$$f_{k-1}(x) = \ln \left[\frac{P(Y=k-1/X)}{P(Y=k/X)} \right] = \beta_{(k-1)0} + \dots + \beta_{(k-1)q}x_q = X' B_{(k-1)}' \quad (8)$$

Donde:

$f_1(x)$ es la función logit de la categoría i frente a la categoría de referencia; X es el vector de variables independientes $X = (x_0, x_1, \dots, x_q)'$ con $x_0 = 1$ y β_{ij} es el vector de coeficientes, estimado para la categoría i y la variable j .

Si consideramos una variable de respuesta politómica Y con más de dos categorías de respuestas que denotaremos por Y_1, Y_2, \dots, Y_k , la idea principal es explicar la probabilidad de cada categoría de respuesta en función de un conjunto de covariables observadas (x_0, x_1, \dots, x_q) que se ajusta a un modelo de la forma $\theta_j = P(Y = Y_j/X = x)$, $\forall j = 1, 2, \dots, k$ para cada vector x de valores observados de las variables explicativas X . Cuando la variable respuesta es politómica, la distribución de Bernoulli se convierte en una distribución multinomial de parámetros igual a las probabilidades de cada una de las categorías de respuesta, es decir:

$$(Y|X = x) \rightarrow L(n; \theta_1, \dots, \theta_k), \text{ siendo } \sum_{j=1}^k \theta_j = 1 \quad (9)$$

Entonces, para obtener un modelo lineal, obtendremos $\binom{k}{2}$ transformaciones logit para comparar cada par de categorías de la variable respuesta, que serían de este tipo:

$$\ln \left[\frac{\frac{\theta_i}{\theta_i + \theta_j}}{\frac{\theta_j}{\theta_i + \theta_j}} \right] = \ln \left[\frac{\theta_i}{\theta_j} \right]; \forall i, j = 1, 2, \dots, k (i \neq j) \quad (10)$$

La ecuación (10) representa el logaritmo de la ventaja de respuesta Y_i versus Y_j condicionada a las observaciones de las variables independientes que caen en uno de ambos niveles. Pero para construir el modelo logit de respuesta multinomial sería suficiente considerar $(k - 1)$ transformaciones logit básicas, definidas con respecto a una categoría de referencia. Tomando la última categoría como categoría de referencia $\text{logit}_j(x) = \ln \left[\frac{\theta_i}{\theta_j} \right]; \forall i, j = 1, 2, \dots, k - 1$, siendo $\text{logit}_j(x)$ el logaritmo de la ventaja de respuesta Y_j dado que las observaciones de las variables independientes caen en la categoría Y_j ó Y_k .

El modelo lineal para cada una de las transformaciones logit generalizadas, para q variables explicativas, es el siguiente:

$$\text{logit}_j(x) = \sum_{i=0}^q \beta_{ij} X_i = x' \beta_j; \forall i, j = 1, 2, \dots, k - 1 \quad (11)$$

Para las probabilidades de respuesta, podemos escribir el modelo de la siguiente manera:

$$\theta_j = \frac{e^{\sum_{i=0}^q \beta_{ij} X_i}}{1 + \sum_{j=1}^{k-1} e^{\sum_{i=0}^q \beta_{ij} X_i}}; \forall i, j = 1, 2, \dots, k - 1 \quad (12)$$

Para encontrar la probabilidad de respuesta para la categoría tomada como referencia θ_k , se utiliza la propiedad $\sum_{j=1}^k \theta_j = 1$. Por lo tanto:

$$\theta_k = 1 - \sum_{j=1}^k \theta_j = \frac{1 + \sum_{j=1}^{k-1} e^{\sum_{i=0}^q \beta_{ij} X_i} - \sum_{j=1}^{k-1} e^{\sum_{i=0}^q \beta_{ij} X_i}}{1 + \sum_{j=1}^{k-1} e^{\sum_{i=0}^q \beta_{ij} X_i}} = \frac{1}{1 + \sum_{j=1}^{k-1} e^{\sum_{i=0}^q \beta_{ij} X_i}} \quad (13)$$

Una vez encontrado el modelo multinomial generalizado (incluye todas las variables) y tomando como referencia la categoría de rendimiento académico “alto”, se aplicó la prueba Z de 2 colas y se encontró que las variables “*cuv*”, “*promad*” y “*sexo*” no son estadísticamente significantes ya que su p-valores son mayores que el valor de significancia.

Luego se obtuvo el modelo ajustado sin considerar estas tres variables y se aplicó nuevamente la prueba Z de 2 colas, verificando que ningún valor p es mayor que el valor de significancia y por lo tanto todas las variables consideradas son estadísticamente significativas y deben permanecer en el modelo.

Posteriormente se procedió a calcular los intervalos de confianza con la prueba de Wald, la cual se basa en que los parámetros β_r siguen asintóticamente una distribución normal $\mathcal{N}(\beta_r, \hat{\sigma}^2(\hat{\beta}_r))$:

$$p \left[-Z_{\alpha/2} \leq \frac{\hat{\beta}_r - \beta_r}{\hat{\sigma}(\hat{\beta}_r)} \leq Z_{\alpha/2} \right] = 1 \quad (14)$$

Por tanto, el intervalo aproximado para el parámetro β_r a un nivel $(1-\alpha)$ es $\hat{\beta}_r \pm Z_{\alpha/2} \hat{\sigma}(\hat{\beta}_r)$ si el intervalo de confianza de las exponenciales asociadas con alguna variable explicativa incluye el número 1 la hipótesis nula de que $\beta_r = 0$ en el nivel de significancia elegido no puede rechazarse (Cañadas, 2013).

Luego de calcular los valores estimados por el modelo, se procedió a evaluar la adecuación global del modelo al conjunto de datos y detectar la presencia de valores influyentes y anómalos, realizar el análisis residual es de vital importancia, en este estudio los de la desviación. Para las medidas de tipo R^2 , se calcularon las de McFadden, Cox & Snell y Nagelkerke, también se predijo el poder predictivo del modelo mediante la tasa de clasificaciones correctas.

Para validar el modelo ajustado, se realizó el proceso de validación cruzada comenzando con la partición de los datos en conjuntos de entrenamiento y prueba con una relación 60/40, el proceso se repitió para el modelo ajustado de tal manera que el generalizado modelo de entrenamiento y luego se eliminan las variables

estadísticamente no significativas para obtener el modelo de entrenamiento ajustado y su respectiva tasa de clasificaciones correctas; luego se obtuvo la matriz de confusión de los datos de prueba, y su tasa de clasificaciones correctas.

3.1.3 Desempeño de habilidades actitudinales y cognitivas

En lo que se refiere al diseño de la investigación para el desempeño de habilidades actitudinales y cognitivas debido tanto a la propuesta de la metodología aprendizaje activo como a la metodología tradicional de enseñanza-aprendizaje, es del tipo encuesta estructurada en base a 10 indicadores de habilidades, cinco para la descripción de habilidades actitudinales y cinco para la descripción de habilidades cognitivas, con respuesta escala tipo Likert (muy poco, poco, normal, mucho, muchísimo). La tabla 3 muestra el cuestionario de habilidades actitudinales y cognitivas.

Tabla 3. Diseño de encuesta: desarrollo de habilidades actitudinales y cognitivas

	Indicador de habilidad	Tipo de habilidad
1	Examino la coherencia de las opiniones propias y ajenas, y valoro sus implicaciones personales y sociales.	Actitudinal
2	Especifico y categorizo los objetivos de la planificación de una actividad individual a corto, mediano y largo plazo.	Actitudinal
3	Reconozco y analizo un problema para crear alternativas de solución, aplicando los métodos aprendidos.	Cognitiva
4	Aplico los aprendizajes planteados por el profesor y manifiesto una actitud activa para su asimilación.	Cognitiva
5	Incorporo varias teorías o modelos realizando una integración personal y creativa de los objetivos de aprendizaje.	Cognitiva
6	Consulto y pregunto para aprender y me intereso por disipar las dudas.	Actitudinal
7	Adquiero conocimiento de los recursos personales y limitaciones para aprovecharlos con eficacia.	Cognitiva
8	Ajusto mis argumentos a los diferentes grupos de trabajo y/o actividades grupales.	Actitudinal
9	Incluyo nuevos procedimientos y acciones en las actividades para superar las limitaciones y solventar los problemas.	Cognitiva
10	Ejecuto iniciativas que se comunican con certeza y coherencia para estimular a los demás.	Actitudinal

Fuente: adaptado de Silva (2011)

En este caso al tratarse de una metodología no experimental y de que su estudio es de tipo descriptivo, se utiliza estadística descriptiva con valores de tendencia central, gráficos de frecuencia porcentual, etc.

3.1.4. Determinación de los estilos de Aprendizaje

El diseño de investigación para evaluar el estilo de aprendizaje de los estudiantes postulantes se basó en el “Cuestionario Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje” como una adecuación al marco español de la encuesta estilos de aprendizaje LSQ, (Honey & Mumford 1986) con base en el cuestionario de Kolb de 1976.

Los diez primeros ítems se muestran en la tabla 4, el cuestionario total se encuentra en la sección de anexos.

Tabla 4. Diez primeros ítems del cuestionario CHAEA.

No. ítem	CARACTERÍSTICAS
1	Tengo fama de decir lo que pienso claramente y sin rodeos.
2	Estoy seguro de lo que es bueno y es malo, lo que está bien y lo que está mal.
3	Muchas veces actúo sin mirar las consecuencias.
4	Normalmente trato de resolver los problemas metódicamente y paso a paso.
5	Creo que los formalismos coartan y limitan la actuación libre de las personas.
6	Me interesa saber cuáles son los sistemas de valores de los demás y con qué criterios actúan.
7	Pienso que el actuar intuitivamente puede ser siempre tan válido como actuar reflexivamente.
8	Creo que lo más importante es que las cosas funcionen.
9	Procuro estar al tanto de lo que ocurre aquí y ahora.
10	Disfruto cuando tengo tiempo para preparar mi trabajo y realizarlo a conciencia.

Fuente: Honey & Mumford (1986)

Con el fin de cumplir el objetivo de esta parte del estudio se realizó un análisis factorial exploratorio con extracción con ejes factoriales principales y rotación Varimax para determinar la estructura latente del cuestionario CHAEA y

posteriormente un análisis factorial confirmatorio para contrastar el modelo obtenido con el análisis factorial exploratorio.

En lo que respecta al análisis factorial exploratorio la metodología consiste en expresar p variables observables como combinación lineal de m variables hipotéticas o latentes, llamadas factores, en nuestro caso: activo, reflexivo, teórico y pragmático. El análisis factorial obtiene e interpreta los factores comunes a través de la matriz de correlaciones entre las variables:

$$R = \begin{pmatrix} 1 & \cdots & r_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{p1} & \cdots & 1 \end{pmatrix} \quad (15)$$

El modelo multifactorial considerado y que posee m factores comunes considera que las p variables observables X_1, X_2, \dots, X_p dependen de m variables latentes F_1, F_2, \dots, F_m , llamadas factores comunes, y p factores únicos U_1, U_2, \dots, U_p , de acuerdo con el siguiente modelo lineal:

$$\begin{aligned} X_1 &= a_{11}F_1 + \cdots + a_{1m}F_m + d_1U_1 \\ X_2 &= a_{21}F_1 + \cdots + a_{2m}F_m + \quad \quad \quad +d_2U_2 \\ &\quad \quad \quad \cdots \quad \quad \quad \cdots \\ X_p &= a_{p1}F_1 + \cdots + a_{pm}F_m + \quad \quad \quad +d_pU_p \end{aligned} \quad (16)$$

Las hipótesis por considerar en el modelo son:

- Los factores comunes y únicos están incorrelacionados de dos en dos.
- Los factores comunes están incorrelacionados con los factores únicos.
- Los factores comunes y los factores únicos son variables reducidas (media cero y varianza 1)

La matriz factorial $p \times m$ que contiene a los coeficientes a_{ij} (saturaciones de entre cada variable X_i y el factor F_j) es la siguiente:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{p1} & \cdots & a_{pm} \end{pmatrix} \quad (17)$$

Si denotamos por $X = (X_1, \dots, X_p)'$ el vector columna de las variables y en la misma forma $F = (F_1, \dots, F_p)'$, $U = (U_1, \dots, U_p)'$, el modelo factorial expresado matricialmente es:

$$X = AF + DU \quad (18)$$

Donde $D = \text{diag}(d_1, \dots, d_p)$ es la matriz diagonal con las saturaciones entre variables y factores únicos. Entonces, el principal objetivo del análisis factorial es hallar e interpretar la matriz factorial A .

Para obtener la matriz factorial se aplica el método de ejes principales, el cual considera que los factores explican máxima varianza y que sean incorrelacionados. Se debe considerar que por lo general la matriz obtenida no define factores interpretables por lo que se hace necesario rotar los factores para que sean más proclives a la interpretación. El método de rotación utilizado en este estudio pertenece al grupo de las rotaciones ortogonales y es el método denominado Varimax con el fin de que los factores posean pocas saturaciones altas y muchas nulas en las variables, así se redistribuye de mejor manera la varianza de los factores.

Como parte final del análisis factorial exploratorio se realiza la medición de los factores tomando en cuenta el método más elaborado que es el propuesto por Bartlett (1950), el cual considera que el vector de parámetros $f = (f_1, \dots, f_m)'$ es función lineal del vector de valores de las p variables observables obtenidas sobre un individuo w , $x = (x_1, \dots, x_p)'$ y que los valores de los factores únicos:

$$u = D^{-1}(x - Af) \quad (19)$$

Son términos de error (Cuadras, 2019).

Con el fin de plantear el análisis factorial confirmatorio se establece una estructura factorial con las dimensiones latentes de las variables escogidas luego del análisis

factorial exploratorio y que están de acuerdo con el problema objeto de la investigación y seguidamente analizar los principales índices de bondad de ajuste del modelo con el fin de que cumplan con las medidas exigidas en teoría, como por ejemplo el índice de bondad de ajuste generalizado (GFI) muy cercano a la unidad y los índices de ajuste normalizado (NFI), índice de ajuste relativo (RFI), índice de ajuste incremental (IFI), índice de Tucker-Lewis (TLI) y el índice de ajuste comparativo (CFI) todos mayores a 0.9.

3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

3.2.1. Variables

3.2.1.1. Modelo de regresión logística binaria – curso de admisión

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 2020 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.

3.2.1.2. Modelo de regresión logística multinomial – final del primer año de carrera universitaria

Para el modelo de regresión logística multinomial al final del primer año de carrera universitaria la **variable dependiente** es el rendimiento académico, tipificado como *racad*, con resultado de pronóstico de rendimiento en tres categorías, alto, medio y bajo, siendo el rendimiento académico alto la categoría de referencia.

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 finalizar su segundo período ordinario en la universidad.

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.

Número de materias repetidas: variable cualitativa discreta, tipificada como *nmrep*; se refiere a la cantidad de materias reprobadas por el estudiante durante los dos primeros períodos académicos ordinarios en la universidad.

Número de créditos aprobados: variable cualitativa discreta, tipificada como *credap*; se refiere a la cantidad de créditos aprobados por el estudiante durante los dos primeros períodos académicos ordinarios en la universidad, dependiendo de cada tipo de materia aprobada.

Nota promedio de Cálculo de una variable: variable cuantitativa continua, tipificada como *cuv*, registra la nota promedio obtenida por el estudiante cuando aprobó la materia y establecida con una escala de 0 a 100 puntos.

Nota promedio de Física: variable cuantitativa continua, tipificada como *fis*, registra la nota promedio obtenida por el estudiante cuando aprobó la materia y establecida con una escala de 0 a 100 puntos.

Promedio general del estudiante universitario: variable cuantitativa continua, tipificada como *promu*, registra la nota promedio obtenida por el estudiante al final

del segundo período ordinario de la universidad y establecida con una escala de 0 a 100 puntos.

Promedio general del estudiante al aprobar el curso de admisión: variable cuantitativa continua, tipificada como *promad*, registra la nota promedio obtenida por el estudiante al final del curso de admisión y establecida con una escala de 0 a 100 puntos.

3.2.1.3. Metodología de investigación no experimental: Estudio de encuesta sobre habilidades actitudinales y cognitivas

Se refiere al análisis del desarrollo de habilidades actitudinales y cognitivas que la propuesta innovadora de metodología de enseñanza-aprendizaje denominada aprendizaje activo ha podido desarrollar o promover en el estudiante que aprobó el curso de admisión con esta modalidad y que también cursó las materias Cálculo de una variable y Cálculo Vectorial con la misma modalidad hasta el final de su primer año de carrera universitaria.

La recolección de información para su posterior análisis estadístico se realizó por medio de una encuesta de 10 ítems aplicada a 50 estudiantes que cumplían con las condiciones anotadas anteriormente.

3.2.1.4. Estilos de aprendizaje

Para la determinación del estilo de aprendizaje del postulante en el curso de admisión, tanto para quienes lo atendieron con modalidad tradicional como con modalidad aprendizaje activo, el estilo de aprendizaje es la variable dependiente, con base en sus cuatro dimensiones: activo, reflexivo, teórico y pragmático; siendo el instrumento de recolección de información el cuestionario CHAEA.

3.2.2. Operacionalización de las variables

Las tablas 5, 6 y 7 muestran respectivamente la operacionalización de las variables rendimiento académico para el modelo de regresión logística binaria, rendimiento académico para el modelo de regresión logística multinomial y estilos de aprendizaje.

Tabla 5: Operacionalización de la variable rendimiento académico (modelo de regresión logística binario)

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dim.	Indicador	Técnica	Instrumento
Rendimiento académico	Chadwick (1979) lo define como la expresión de capacidades y características psicológicas desarrolladas y actualizadas a través del proceso de enseñanza-aprendizaje que le posibilita un nivel de funcionamiento y logros académicos a lo largo de un período, que se sintetiza en una nota final como evaluador del nivel alcanzado.	Promedio general del postulante al finalizar el curso de admisión universitaria Modelo binomial de predicción del rendimiento académico	Aprobado	≥ 60 \wedge ≤ 100	Regresión logística binaria	Sistema académico de la Dirección de Admisiones de ESPOL
			No aprobado	≥ 0 \wedge < 60		Software R

Tabla 6. Operacionalización de la variable rendimiento académico (modelo de regresión logística multinomial)

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dim.	Indicador	Técnica	Instrumento
Rendimiento académico	Chadwick (1979) lo define como la expresión de capacidades y características psicológicas desarrolladas y actualizadas a través del proceso de enseñanza-aprendizaje que le posibilita un nivel de funcionamiento y logros académicos a lo largo de un período, que se sintetiza en una nota final como evaluador del nivel alcanzado.	Promedio general del estudiante al finalizar el segundo período ordinario universitario	Bajo	≥ 0 $\wedge < 65$	Regresión logística multinomial	Sistema de gestión profesores ESPOL
			Medio	≥ 65 $\wedge < 80$		Software R
			Alto	≥ 80 $\wedge \leq 100$		

Tabla 7. Operacionalización de la variable estilo de aprendizaje.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dim.	Indicador	Técnica	Instrumento
Estilo de Aprendizaje	Según Navarro (2008), el estilo de aprendizaje se refiere a las características cognitivas, emotivas y psicológicas del proceso de aprendizaje, de las cuales el estudiante hace uso para distinguir, interactuar y argumentar en un entorno educativo.	Puntaje obtenido en el CHAEA por estilo de aprendizaje	Activo	Ítem del 1 al 20	Análisis de contenido	Cuadro estadístico
			Reflexivo	Ítem del 21 al 40		
		Categorías de preferencias	Teórico	Ítem del 41 al 60	Encuesta	CHAEA
		Reducción de factores	Pragmático	Ítem del 61 al 20	AFE	Software R
		Confirmación de validez del modelo			AFC	Software R

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

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 aprendizaje activo.

El criterio de inclusión consiste en que el postulante ha culminado su nivel de educación secundaria, realizado el Examen TRANSFORMAR 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. En conclusión, la población sujeta de estudio está compuesta por un total de 558 postulantes, de los cuales 300 pertenecen a la metodología tradicional de enseñanza aprendizaje, repartidos en ocho cursos, y 258 pertenecen a la metodología innovadora de Aprendizaje Activo, repartidos en seis cursos.

Para realizar el análisis de regresión logística multinomial correspondiente al estudio aplicado al final del primer año de carrera universitaria a los estudiantes que lograron su ingreso a la universidad con ambas modalidades de estudio, el enfoque se encuadra en una población que consta de 287 estudiantes que aprobaron el curso de admisión, de los cuales 162 atendieron el curso de admisión en la modalidad aprendizaje activo y 125 en la modalidad tradicional. Cabe mencionar que si bien aprobaron el curso de admisión 309 estudiantes se registraron en el primer período académico ordinario 2020 sólo 287 estudiantes, es decir, por distintas razones y a pesar de haber aprobado su ingreso, 22 estudiantes no continuaron sus estudios universitarios.

La determinación de los estilos de aprendizaje del estudiante con respecto a la aplicación del cuestionario CHAEA consistió en la distribución y recepción de 222 cuestionarios del grupo de postulantes que atendieron el curso de admisión con la metodología aprendizaje activo y de 245 cuestionarios del grupo de postulantes que lo siguieron con la metodología tradicional.

Considerando un nivel de confianza de 95%, un error global no mayor al 5%, $p = 0.5$ y $q = 0.5$, fueron necesarias 228 encuestas, sin embargo, se procesaron un total de 467 encuestas, lo cual implica un error real asumido del 1.83%.

Con el fin de indagar el desarrollo de las habilidades actitudinales y cognitivas a manera de opinión del estudiante que logró su ingreso a la universidad, se aplicó el cuestionario respectivo a un grupo experimental de 50 estudiantes con preguntas que obedecen a la idiosincrasia de la muestra mediante escala Likert; la validación de la encuesta se realizó con el grupo piloto y su confiabilidad se estableció mediante el coeficiente alfa de Cronbach.

3.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Por medio del acceso al sistema de admisión y nivelación de la Escuela Superior Politécnica del Litoral 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.

Accediendo al portal de gestión de profesores de la Escuela Superior Politécnica del Litoral se filtraron y colectaron los datos de 287 estudiantes de los 309 que aprobaron el curso de admisión (debido a que 22 estudiantes no se registraron en el primer periodo académico ordinario) al finalizar su primer año de carrera universitaria, los datos obtenidos son: sexo, edad, modalidad de estudio con la que atendió el curso de admisión, número de materias reprobadas, número de créditos

aprobados, nota promedio de aprobación del curso de admisión, nota promedio al finalizar el primer año de estudio, nota promedio de la materia Cálculo de una variable y nota promedio de la materia Física, datos que luego de ser analizados y estructurados sirvieron de base para la construcción del modelo de regresión logística multinomial para predecir el rendimiento académico del estudiante al finalizar el primer año de carrera universitaria, categorizado en alto, medio y bajo.

A un grupo piloto de 50 estudiantes que aprobaron el curso de nivelación invierno 2020, de un total de 131 en metodología tradicional y 178 en metodología aprendizaje activo se les distribuyó un cuestionario que consta de 10 preguntas, cinco relacionadas a las habilidades actitudinales y cinco a las habilidades cognitivas, las cuales están hechas en forma de escala tipo Likert (muy poco, poco, normal, mucho, muchísimo) y cuyo análisis estadístico de las respuestas permitió detectar y contrastar el desarrollo de estas habilidades que generan ambas propuestas metodológicas. Este cuestionario se aplicó en dos oportunidades, en febrero de 2020 al inicio del curso de admisión y en febrero de 2021 al final del primer año de carrera universitaria.

A los 245 postulantes que siguieron el curso en metodología tradicional y a 222 estudiantes que siguieron la metodología aprendizaje activo se les suministró el cuestionario CHAEA, con ochenta ítems repartidos en 4 grupos correspondientes a cada uno de los cuatro estilos: activo, reflexivo, teórico y pragmático, cuyas respuestas están dadas en escala tipo Likert.

3.5. Plan de procesamiento y análisis de datos

El objetivo clave y principal de este trabajo de investigación consiste en mostrar la utilidad que tiene el Análisis Multivariante, específicamente las técnicas de regresión logística binaria y regresión logística multinomial 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 aprendizaje activo en el curso de admisión tuvieron un mejor rendimiento académico que los estudiantes que recibieron metodología

tradicional, así como al finalizar el primer año universitario para quienes si lograron ser admitidos en dicha universidad. 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 respeta 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.

El resultado del análisis estadístico de la encuesta de desarrollo de habilidades actitudinales y cognitivas aplicado a los alumnos que lograron aprobar el curso de nivelación invierno 2020, al ser un estudio de tipo descriptivo permitirá con gráficos de frecuencia porcentual, discriminar las habilidades los estudiantes universitarios según la metodología de estudio que siguieron.

En lo que respecta a la determinación del estilo de aprendizaje del postulante a ingresar a la universidad (activo, reflexivo, teórico o pragmático) inicialmente se realizó un análisis estadístico descriptivo de los datos en función de las variables referidas a la edad, sexo y modalidad de estudio del curso de admisión para luego por medio de la aplicación del cuestionario CHAEA, apreciar el nivel de preferencia de cada postulante fue requerida una escala que dependió de las valoraciones logradas con las respectivas respuestas.

El Estilo Activo se evalúa a través de los ítems 3, 5, 7, 9, 13, 20, 26, 27, 35, 37, 41, 43, 46, 48, 51, 61, 67, 74, 75, 77.

El Estilo Reflexivo se evalúa a través de los ítems 10, 16, 18, 19, 28, 21, 31, 32, 34, 36, 39, 42, 44, 49, 55, 58, 63, 65, 69, 70 y 79.

El Estilo Teórico se evalúa a través de los ítems 2, 4, 6, 11, 15, 17, 21, 23, 25, 29, 33, 45, 50, 54, 60, 64, 66, 71, 78 y 80.

El Estilo Pragmático se evalúa a través de los ítems 1, 8, 12, 14, 22, 24, 30, 38, 40, 47, 52, 53, 56, 57, 59, 62, 68, 72, 73 y 76.

Se aplicó la metodología propuesta por (Honey and Mumford 1986), la cual establece para todos los estilos una correlación que está fundamentada en las valoraciones logradas en la muestra para 300 postulantes que siguieron el curso en metodología tradicional y a 222 estudiantes que siguieron la metodología aprendizaje activo.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO E INFERENCIAL POR MODALIDAD – CURSO DE ADMISIÓN

La tabla 8 muestra los datos descriptivos más importantes de las 4 variables cuantitativas.

Tabla 8: Resumen descriptivo – variables cuantitativas

variable	min.	1Q	med.	prom.	3Q	máx.	mod.	dev.	var.	Asim.	Kurt.
<i>edad</i>	17	18	19	18.8	19	32	18	1.41	1.99	4.81	39.16
<i>mat</i>	0	21	32	32.8	43	100	40	17.2	296	1.12	5.93
<i>fis</i>	0	28	41	40.5	51	100	46	16.3	265	0.39	0.70
<i>paa</i>	49.8	73.8	80	80.8	89	100	100	11.0	120	-0.11	2.58

Es relevante destacar los siguientes resultados:

- Significativa dispersión de las notas de los exámenes de admisión de matemáticas y física con respecto a sus respectivas medias.
- Las deficientes notas promedio de los exámenes de admisión de matemáticas y física, siendo 40 la nota que más se repite en el de Matemáticas y 46 en el de Física.
- Evidente desviación de la normalidad en los datos de las variables *edad*, *mat* y *fis* con asimetría positiva y distribución leptocúrtica, es decir, con destacable número de datos alrededor del valor central de cada variable.

- Ligera desviación de la normalidad en los datos de la variable *paa* con asimetría negativa y distribución leptocúrtica, es decir, con destacable número de datos alrededor del valor central de cada variable.
- Correlación positiva y media entre las variables *mat*, *fis* y *paa*.
- Correlación negativa y baja entre la variable edad, y las variables *mat*, *fis* y *paa*.

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 en general, considerando ambas modalidades, 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 tenían la experiencia de haber tomado el curso anteriormente. En la tabla 9 se pueden observar las correlaciones entre las variables independientes cualitativas del conjunto de datos.

Tabla 9: Correlaciones entre variables independientes (curso de admisión).

	edad	mat	fis	paa
<i>edad</i>	1.00	-0.20	-0.24	-0.26
<i>mat</i>	-0.20	1.00	0.40	0.47
<i>fis</i>	-0.24	0.40	1.00	0.49
<i>paa</i>	-0.26	0.47	0.49	1.00

A pesar de 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.

Es importante resaltar que aprobaron el curso 69% (178 postulantes) que siguieron aprendizaje activo y solo 43.7% (131 postulantes) en modalidad tradicional.

Los datos de las variables cuantitativas no provienen de una distribución normal ya que el p-valor obtenido por medio de la prueba Jaque Bera es menor al valor de significancia y se rechaza la hipótesis nula de que los datos provienen de distribución normal. En la figura 9 se muestra el histograma con curva normal teórica para la variable *fis*.

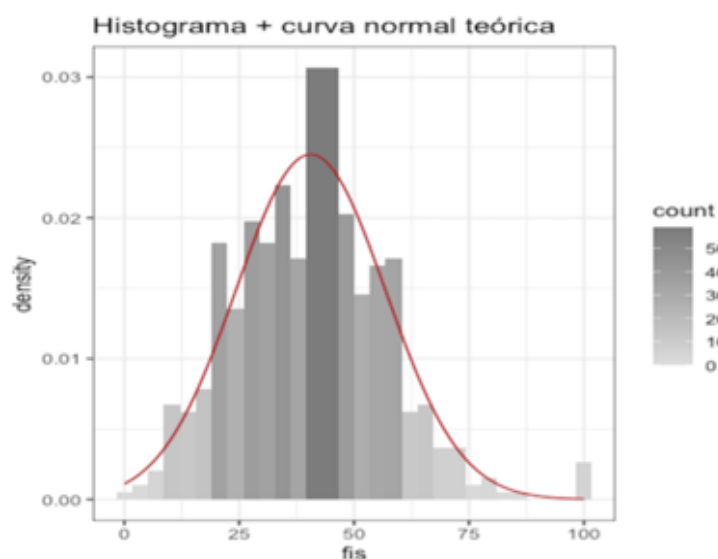


Figura 9: Histograma con curva normal teórica para la variable fis.

Entre las variables cualitativas se realizó la prueba de independencia, resultando que las variables *sexo* y *mod* no están relacionadas y si lo están las variables *mod* y *rep*, *sexo* y *rep*. Además, al aplicar la prueba chi-cuadrado para outliers se encontró que todas las variables cuantitativas tienen presencia de valores outliers, *edad* (38), *mat* y *fis* (100), *paa* (49.8).

Para comparar las medias poblacionales de las variables independientes que se investigaron en nuestra población se utilizó la prueba T, cuyos resultados se resumen en la tabla 10.

Tabla 10: Resultados de la prueba T (curso de admisión).

variable	t-valor	p-valor	Promedio Activo	Promedio Tradicional	Cohen (d)
<i>edad</i>	-5.892	6.6×10^{-9}	18.46	19.15	-0.500
<i>mat</i>	13.349	2.2×10^{-16}	41.89	24.90	1.133
<i>fis</i>	10.435	2.2×10^{-16}	47.64	34.44	0.886
<i>paa</i>	11.761	2.2×10^{-16}	86.09	76.28	0.998

Con las hipótesis establecidas de la siguiente forma: $H_0: \mu_1 = \mu_2$; $H_a: \mu_1 \neq \mu_2$ y los resultados obtenidos se puede observar que para el caso de todas las variables al ser el p-valor obtenido menor al valor de significancia, si existen evidencias suficientes para rechazar la hipótesis nula y aceptar que si hay diferencias entre los valores promedio de estas variables en relación con la modalidad de aprendizaje. Además, es notorio el hecho de a excepción de la variable *edad* para la cual la medida de efecto es media, para las otras tres variables, *mat*, *fis* y *paa*, la medida de efecto es alta. En la figura 10 se puede observar el gráfico comparativo de medias poblacionales por modalidad de estudio para la variable *mat*.

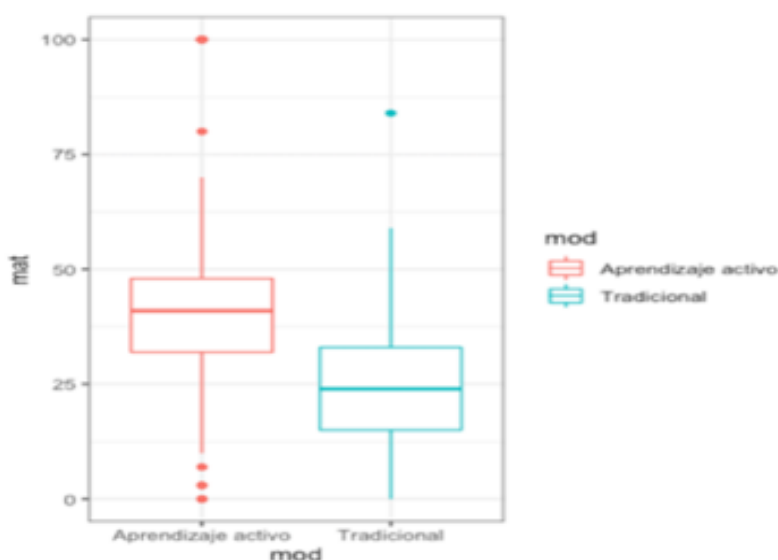


Figura 10: Comparación de medias poblacionales por modalidad para la variable *mat*.

En lo que se refiere a la homogeneidad de las varianzas o supuesto de homocedasticidad, al aplicar la prueba de Levene a las variables *paa*, *edad* y *mat* no se encontró evidencia suficiente para considerar que si existe diferencia significativa entre las varianzas de las variables que representan las notas promedio del examen de admisión de matemáticas y de la prueba de aptitud, por grupos de modalidad de aprendizaje, debido a que en ambos casos se obtuvo un p-valor mayor al valor de significancia; sin embargo, para la variable *fis* al aplicar la misma prueba y obtener un p-valor de 0.0004 se puede establecer que si existe diferencia significativa en las varianzas de la variable que representa la nota promedio del examen de física por modalidad de estudio.

4.2. ANÁLISIS DESCRIPTIVO E INFERENCIAL POR MODALIDAD – FIN DE PRIMER AÑO DE CARRERA UNIVERSITARIA

La tabla 11 muestra la información más importante del análisis descriptivo de las 7 variables cuantitativas.

Tabla 11. Resumen descriptivo - variables cuantitativas.

var.	min.	med.	prom.	max.	mod.	dev. sd.	Asim.	Kurt.
<i>edad</i>	18.0	19.0	19.6	32.0	19	1.23	4.999	42.12
<i>promad</i>	60.0	71.0	71.6	87.0	69	5.86	0.212	-0.568
<i>promu</i>	60.5	76.5	76.2	90.0	73.8	4.22	-0.151	0.509
<i>credap</i>	2.0	24.0	23.5	38.0	23	7.63	-0.399	-0.272
<i>cuv</i>	11.0	69.9	68.1	94.8	73.3	14.19	-1.225	2.689
<i>fis</i>	14.1	66.5	66.3	100.0	71.2	11.91	-0.886	3.486
<i>nmrep</i>	0.0	0.0	0.99	8.0	0	1.43	1.898	4.136

Es relevante destacar los siguientes resultados:

- Dispersión significativa de las calificaciones medias de las asignaturas Cálculo de una variable y Física con respecto a sus respectivas medias.
- Los promedios bajos en estas materias fundamentales demuestran su rigor académico y la necesidad de seguir impulsando nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje.

- Las variables *edad*, *promad* y *nmrep* tienen una asimetría positiva, es decir, la cola de la distribución apunta a la derecha. Además, las variables *edad*, *cuv* y *fis* tienen una desviación obvia de la normalidad.
- Las variables *promu*, *credap*, *cuv* y *fis* tienen una asimetría negativa, es decir, la cola de la distribución apunta a la izquierda.
- Las variables *edad*, *promu*, *cuv*, *fis* y *nmrep* tienen una distribución leptocúrtica, es decir, hay una mayor concentración de los datos alrededor de la media.
- Las variables *promad* y *credap* tienen una distribución platicúrtica, es decir, hay una menor concentración de los datos alrededor de la media.
- La variable *edad* muestra una correlación negativa con todas las variables excepto con la variable *nmrep*. Es decir, cuanto mayor es la edad, mayor es el número de asignaturas reprobadas.
- La variable *promu* muestra una correlación negativa con las variables *edad* y *nmrep*. Es decir, a mayor promedio universitario, menor edad y menor número de asignaturas reprobadas.

En la tabla 12 se pueden observar las correlaciones entre las variables independientes cualitativas del conjunto de datos.

Tabla 12. Correlaciones entre variables independientes (fin de primer año de carrera)

	<i>promu</i>	<i>credap</i>	<i>cuv</i>	<i>fis</i>	<i>edad</i>	<i>promad</i>	<i>nmrep</i>
<i>promu</i>	1.00	0.31	0.25	0.42	-0.26	0.19	-0.23
<i>credap</i>	0.31	1.00	0.61	0.57	-0.35	0.39	-0.68
<i>cuv</i>	0.25	0.61	1.00	0.63	-0.15	0.37	-0.58
<i>fis</i>	0.42	0.57	0.63	1.00	-0.16	0.32	-0.64
<i>edad</i>	-0.26	-0.35	-0.15	-0.16	1.00	-0.15	0.28
<i>promad</i>	0.19	0.39	0.37	0.32	-0.15	1.00	-0.33
<i>nmrep</i>	0.23	-0.68	-0.58	-0.64	0.28	-0.33	1.00

Las figuras 11 y 12 muestran el porcentaje de categoría por desempeño académico en cada modalidad, siendo relevante el predominio de la modalidad de aprendizaje activo especialmente en categoría “alta” (más estudiantes) y categoría “baja” (menos estudiantes).

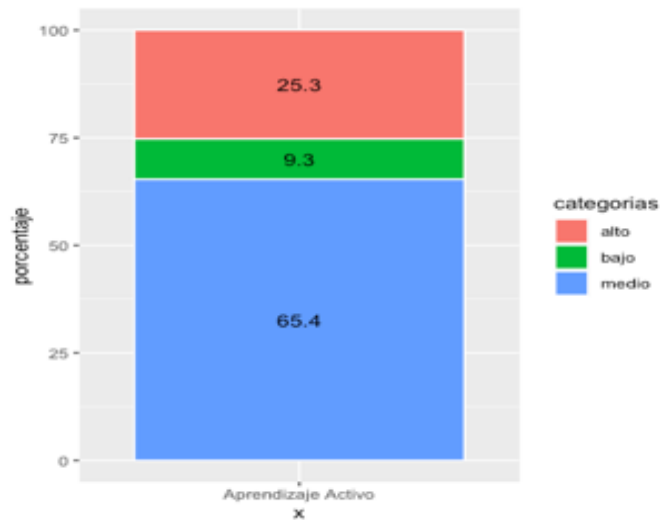


Figura 11. Porcentaje de categoría por desempeño académico en modalidad aprendizaje activo.

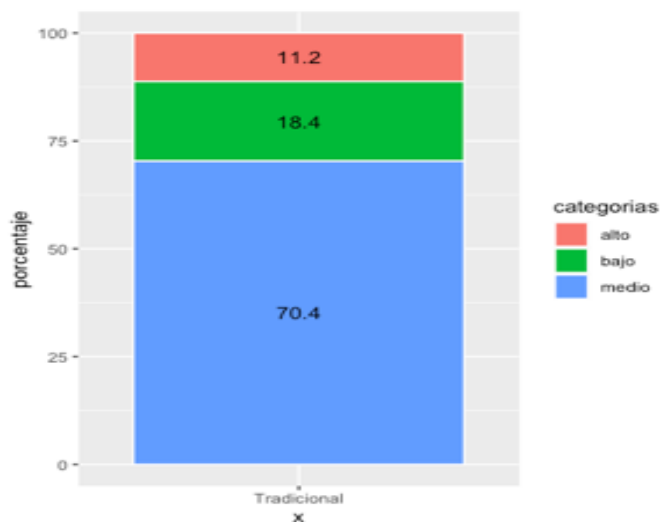


Figura 12. Porcentaje de categoría por desempeño académico en modalidad tradicional.

Los datos de todas las variables cuantitativas no provienen de una distribución normal ya que el p-valor obtenido mediante la prueba de Jarque Bera es menor que el valor de significancia y se rechaza la hipótesis nula de que los datos provienen

de una distribución normal. Sin embargo, para las variables *edad*, *cuv* y *fis* esta desviación es evidente. Por ejemplo, la Figura 13 muestra el histograma con la curva normal teórica para la variable *cuv*.

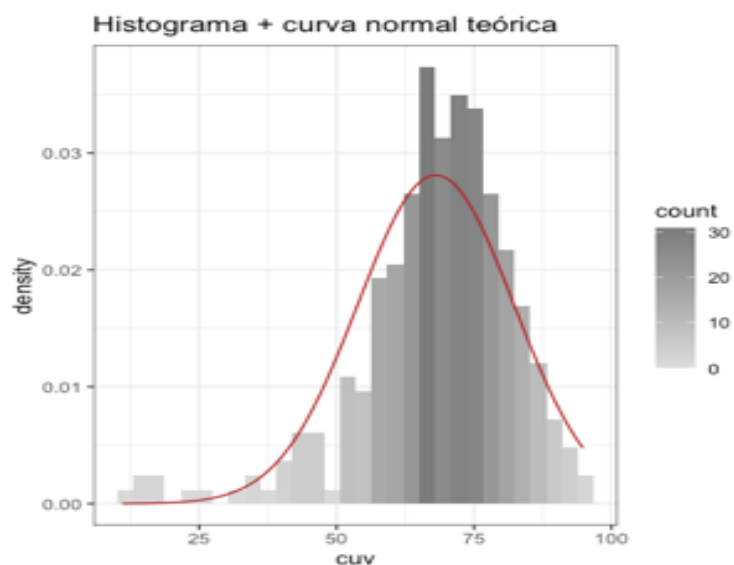


Figura 13. Histograma con curva normal teórica para la variable *cuv*

Para comparar las medias poblacionales de las variables independientes que se investigaron en nuestra población se utilizó la prueba T y para medir el tamaño de efecto respectivo se aplicó el índice de Cohen, resultados se resumen en la tabla 13.

Tabla 13: Resultados de la prueba T (fin de primer año).

variable	t-valor	p-valor	Promedio Activo	Promedio Tradicional	Cohen (d)
<i>promu</i>	1.781	0.0759	76.57	75.68	0.212
<i>credap</i>	5.720	2.7×10^{-8}	25.60	20.70	0.681
<i>cuv</i>	2.689	0.0759	70.00	65.17	0.320
<i>fis</i>	0.887	0.3760	66.87	65.62	0.106
<i>edad</i>	-6.165	2.4×10^{-9}	19.28	20.13	-0.734
<i>promad</i>	3.819	1.6×10^{-4}	72.69	70.09	0.455
<i>nmrep</i>	-3.541	4.7×10^{-4}	0.728	1.320	-0.422

Establecidas las hipótesis de la siguiente forma: $H_0: \mu_1 = \mu_2$; $H_a: \mu_1 \neq \mu_2$, se puede observar que para el caso de las variables *credap*, *edad*, *promad* y *nmrep* al ser el p-valor obtenido menor al valor de significancia (0.05), si existen evidencias suficientes para rechazar la hipótesis nula y aceptar que hay diferencias entre los valores promedio de estas variables en relación a la modalidad de aprendizaje;

caso contrario, para las variables *promu*, *cuv* y *fis* no se pudo evidenciar diferencias entre las medias poblacionales respectivas ya que el p-valor obtenido es mayor que el de significancia y por lo tanto se acepta la hipótesis nula. En la figura 14 se puede observar el gráfico comparativo de medias poblacionales por modalidad de estudio para la variable *credap*.

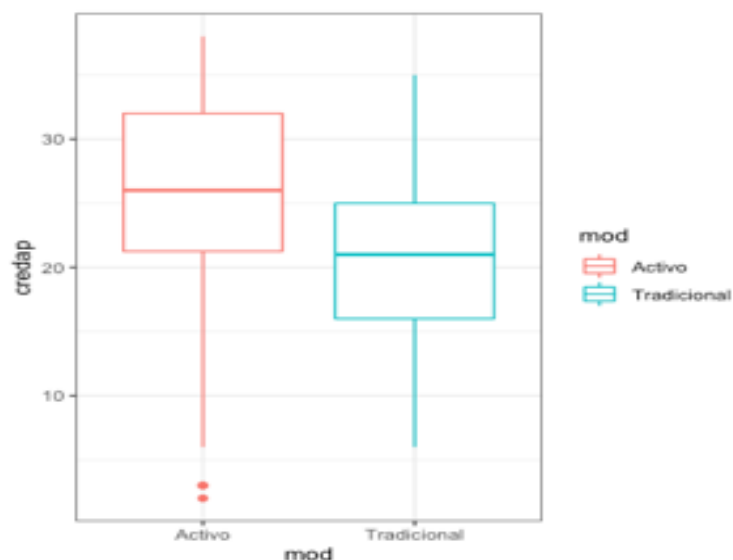


Figura 14: Comparación de medias poblacionales por modalidad para la variable *credap*.

En lo que se refiere a la homogeneidad de las varianzas o supuesto de homocedasticidad, al aplicar la prueba de Levene a las variables *credap*, *promu* y *cuv* no se encontró evidencia suficiente para considerar que existe diferencia significativa entre las varianzas de las variables que representan el número promedio de créditos aprobados, la nota promedio de la carrera universitaria y la nota promedio de la materia cálculo de una variable, respectivamente, por grupos de modalidad de aprendizaje, debido a que en ambos casos se obtuvo un p-valor mayor al valor de significancia; sin embargo para las variables *edad*, *fis*, *promad* y *nmrep*, al aplicar la misma prueba y obtener un p-valores menores al valor de significancia se puede establecer que si existe diferencia significativa en las varianzas de la variable que representan la edad promedio de los estudiantes, la nota promedio de la materia Física, la nota promedio con la que el estudiante aprobó el curso de admisión y el número promedio de materias reprobadas, por modalidad de estudio.

4.3. COMPARACIÓN DE DATOS ESTADÍSTICOS POR MODALIDAD, PARA CURSO DE ADMISIÓN Y FIN DE PRIMER AÑO DE CARRERA UNIVERSITARIA

Para el curso de admisión se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en la tabla 14 en lo que respecta a los más importantes indicadores académicos y demográficos:

Tabla 14: Comparación de indicadores por modalidad (curso de admisión).

Indicador	Modalidad de Aprendizaje	
	Aprendizaje Activo	Tradicional
Número total de postulantes	258	300
Número de postulantes (masculino)	196	206
Número de postulantes (femenino)	62	94
Número de repetidores	13	234
Número total de repetidores (masculino)	8	158
Número total de repetidores (femenino)	5	76
Porcentaje total de aprobación	69%	43.7%
Porcentaje de aprobación (masculino)	77%	63.4%
Porcentaje de aprobación (femenino)	23%	36.6%
Edad promedio general	18.46 años	19.15 años
Edad promedio (masculino)	18.45 años	19.20 años
Edad promedio (femenino)	18.48 años	19.04 años
Nota promedio de aprobación /100	72.6	70.0
Nota promedio de aprobación (masculino)/100	72.4	70.9
Nota promedio aprobación (femenino) /100	73.3	68.4
Porcentaje de repetidores aprobados	7.7 %	43.6%
Porcentaje de repetidores aprobados (masculino)	0.0%	60.8%
Porcentaje de repetidores aprobados (femenino)	100%	39.2%

La tabla 15 muestra la comparación (AA: aprendizaje activo, T: tradicional) de los datos estadísticos más relevantes de las variables cuantitativas explicativas inmersas en el modelo de regresión construido para predecir el rendimiento académico en el curso de admisión.

Tabla 15: Comparación de medidas de tendencia central por modalidad (curso de admisión)

Variable	Promedio		Mínimo		Mediana		Máximo		Moda		Desviación estándar	
	AA	T	AA	T	AA	T	AA	T	AA	T	AA	T
edad	18.5	19.2	17	17	18	19	31	32	19	19	1.23	1.46
mat	41.9	24.9	0	0	41	24	100	84	40	15	17.3	12.7
fis	47.6	34.4	8	0	46	32	100	100	46	31	12.9	16.4
paa	86.1	76.3	54.5	49.8	87	76	100	100	100	76.4	9.9	9.8

En las figuras 15 y 16 se puede visualizar los resultados de las matrices de correlaciones de las variables *mat*, *fis* y *paa* para ambas modalidades, teniendo en cuenta que la degradación de colores establecida nos entrega la medida de la intensidad de correlación positiva o negativa entre las variables en ambas modalidades de estudio.

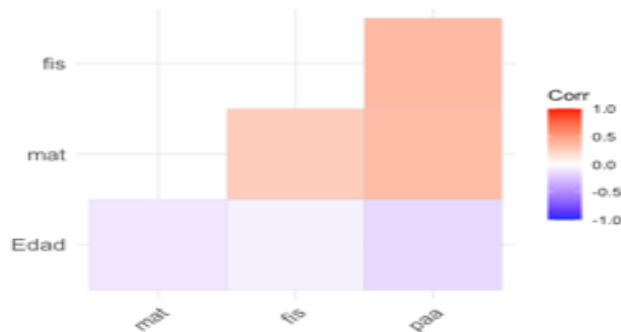


Figura 15: Visualización de matriz de correlación – variables en modalidad aprendizaje activo (curso de admisión)



Figura 16: Visualización de matriz de correlación – variables en modalidad tradicional (curso de admisión)

Las figuras 17 y 18 representan la diferencia de las notas promedio del examen de ingreso de Física y de las notas promedio de la prueba de aptitud académica respectivamente, por modalidad de estudio. Siendo notoria en ambos casos la ventaja en favor de la metodología aprendizaje activo.

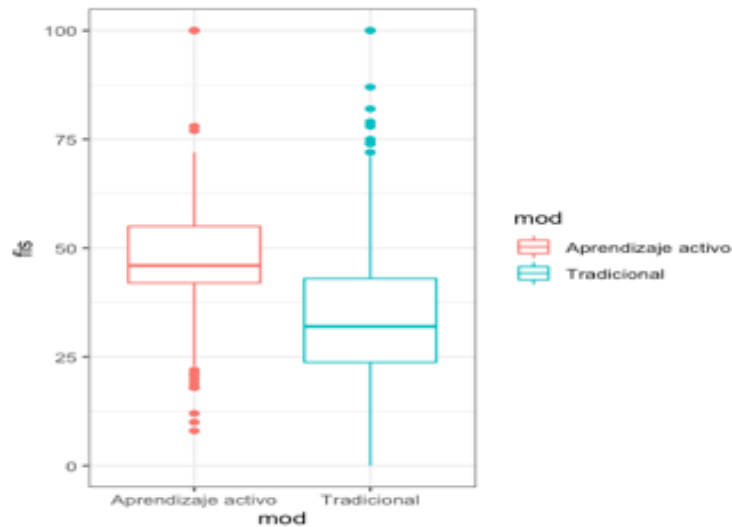


Figura 17: Comparación de medias poblacionales por modalidad para la variable fis (curso de admisión)

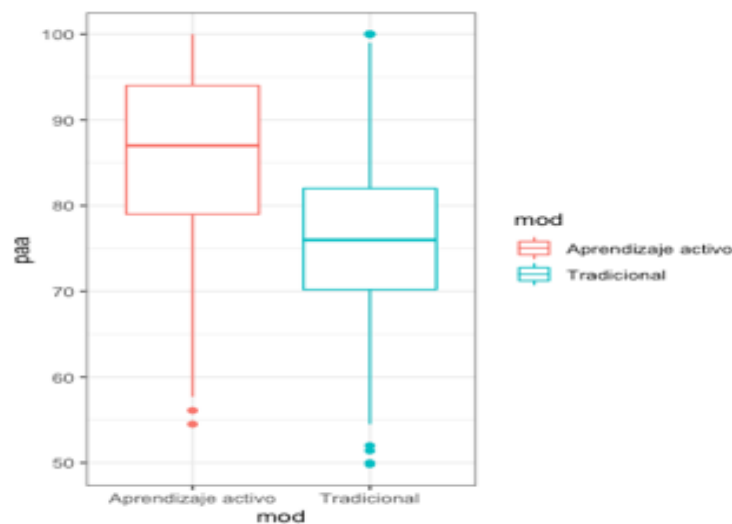


Figura 18: Comparación de medias poblacionales por modalidad para la variable paa (curso de admisión)

Los datos de todas las variables cuantitativas *fis*, *mat* y *paa* no provienen de una distribución normal para el conjunto de datos del modelo para aprendizaje activo, ya que el p-valor obtenido mediante la prueba de Jarque Bera es menor que el valor de significancia y se rechaza la hipótesis nula de que los datos provienen de una

distribución normal, la figura 19 lo muestra para el caso de la variable *mat*. Sin embargo, para el conjunto de datos del modelo tradicional la variable *paa* si muestra una distribución normal (ver figura 21) en contraste con la misma variable en aprendizaje activo. Las figuras 20 y 22 permiten comparar las curvas qqnorm para el caso de las variables *mat* y *paa* respectivamente, en ambas modalidades.

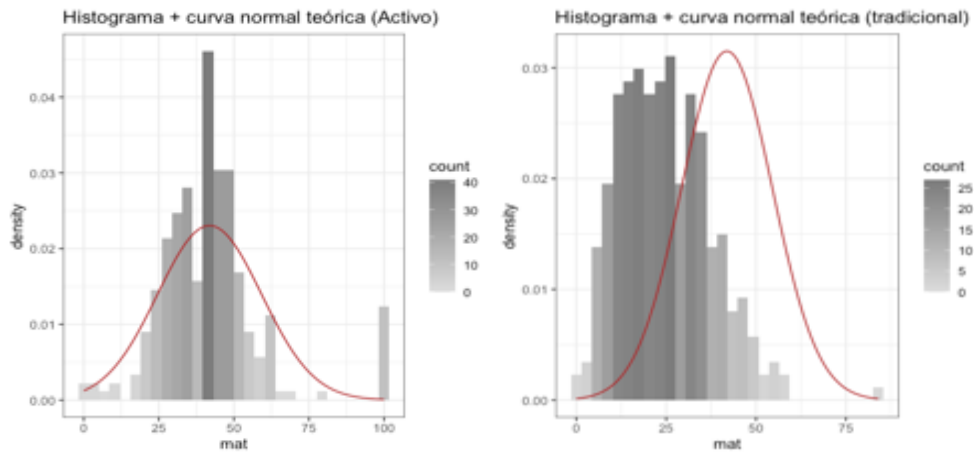


Figura 19: Comparación de histogramas y curvas normales teóricas para la variable *mat*.

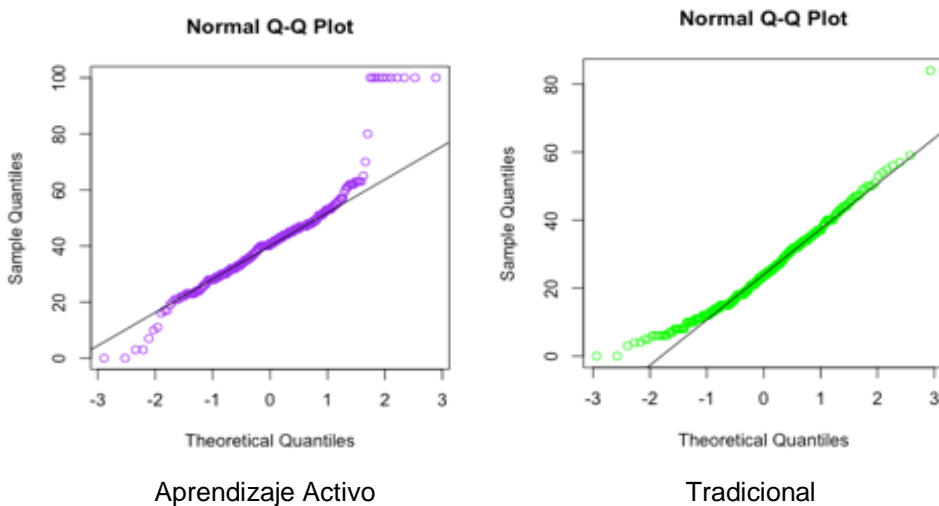


Figura 20: Comparación de curvas qqnorm para la variable *mat*.

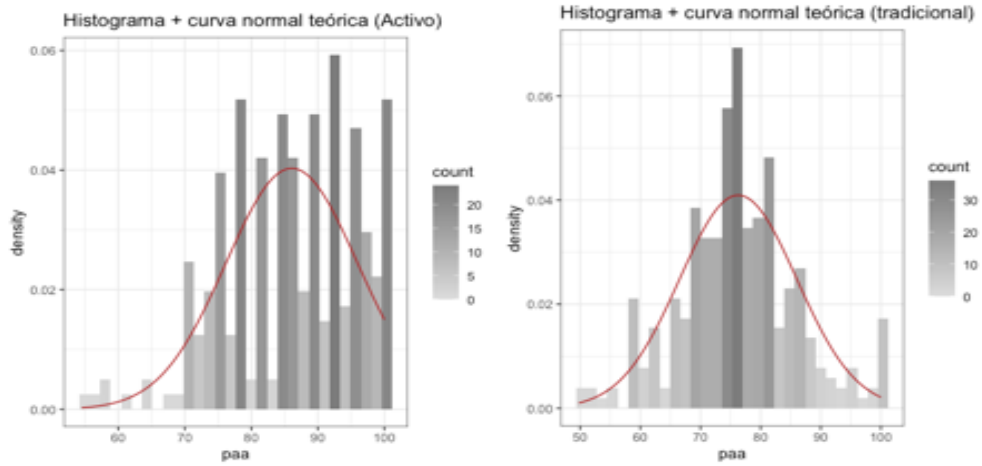


Figura 21: Comparación de histogramas y curvas normales teóricas para la variable paa.

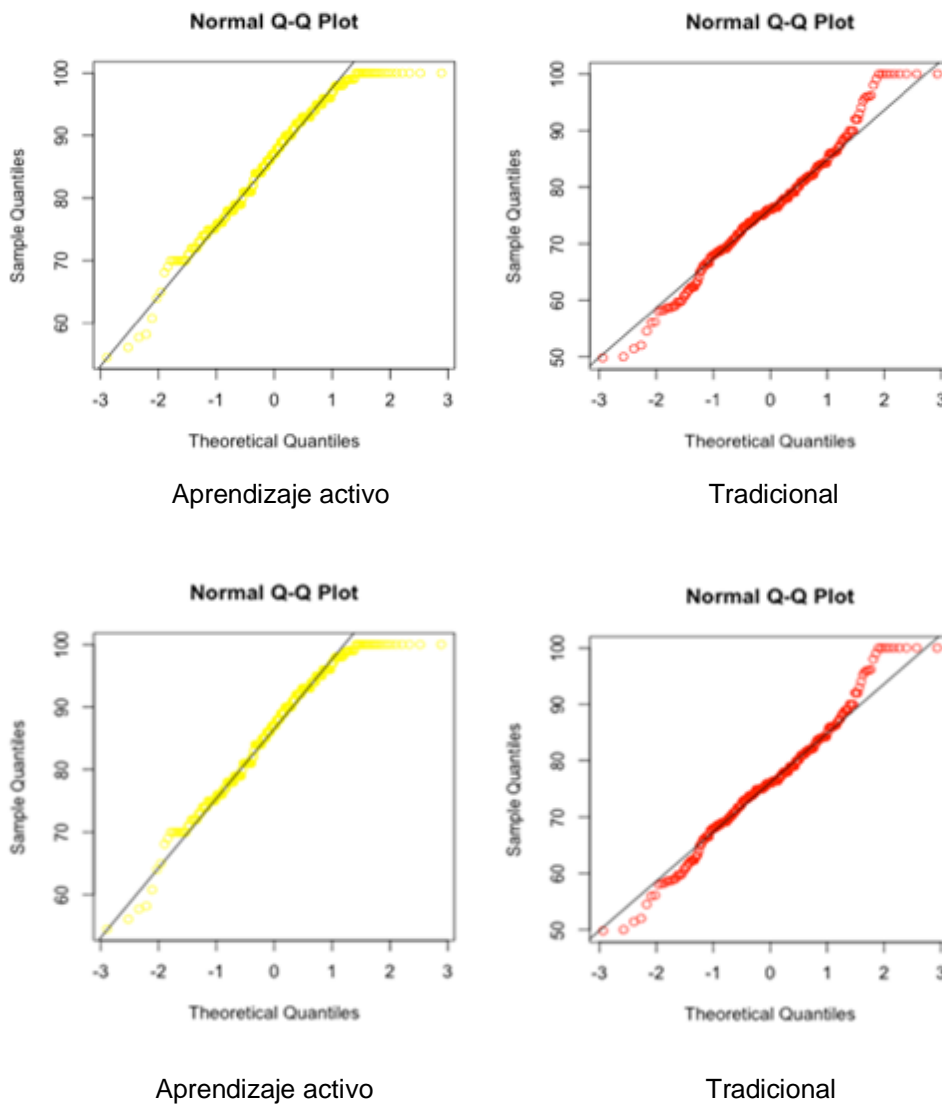


Figura 22: Comparación de curvas qqnorm para la variable paa.

Para el escenario del análisis considerado al final del primer año de carrera universitaria se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en la tabla 16 en lo que respecta a los más importantes indicadores:

Tabla 16: Comparación de indicadores por modalidad (fin de primer año de carrera).

Indicador	Modalidad de Aprendizaje	
	Aprendizaje Activo	Tradicional
Número total de estudiantes	162	125
Número de estudiantes (masculino)	125	78
Número de estudiantes (femenino)	37	47
Número promedio de materias reprobadas	0.73	1.32
Número promedio de materias reprobadas (masculino)	0.81	1.41
Número promedio de materias reprobadas (femenino)	0.46	1.17
Número promedio de créditos aprobados	25.6	20
Número promedio de créditos aprobados (masculino)	24.9	20.4
Número promedio de créditos aprobados (femenino)	28.1	21.1
Edad promedio general	19.3 años	20.1 años
Edad promedio (masculino)	19.3 años	20.1 años
Edad promedio (femenino)	19.2 años	20.1 años
Nota de promedio universitario /100	76.6	75.7
Nota promedio universitario (masculino)/100	76.2	74.9
Nota promedio universitario (femenino) /100	77.8	76.9
Nota promedio Cálculo de una variable	70	65.5
Nota promedio Física	66.9	65.6

La tabla 17 muestra la comparación (AA: aprendizaje activo, T: tradicional) de los datos estadísticos más relevantes de las variables cuantitativas explicativas

inmersas en el modelo de regresión construido para predecir el rendimiento académico al final del primer año de carrera universitaria.

Tabla 17: Comparación de medidas de tendencia central por modalidad (fin de primer año de carrera universitaria).

Variable	promedio		mínimo		mediana		máximo		moda		Desviación Estándar	
	AA	T	AA	T	AA	T	AA	T	AA	T	AA	T
<i>edad</i>	19.3	20.1	19	18	18	20	24	32	19	20	0.78	1.52
<i>cuv</i>	70.0	67.7	18.7	11.0	71	67.7	94.8	91.8	81.5	73.3	12.8	15.5
<i>fis</i>	66.9	65.6	14.1	17.8	67.6	65.4	85.9	100	71.2	65.4	10.4	13.6
<i>promu</i>	76.6	76.3	60.5	49.8	76.9	76	85.9	100	73.8	73.4	4.25	4.16
<i>promad</i>	72.7	70.1	61.0	60.0	72.0	69.0	85.0	87.0	72.0	69.0	5.21	6.34
<i>credap</i>	25.6	20.7	2.0	6.0	26.0	21.0	38.0	35.0	26.0	23.0	7.48	6.92
<i>nmrep</i>	0.73	1.32	0.0	0.0	0.0	1.0	6.0	8.0	0.0	0.0	1.18	1.64

En las figuras 23 y 24 se observan los resultados de las matrices de correlaciones de las variables *edad*, *cuv*, *fis*, *promu*, *promad*, *credap*, *nmrep*, para ambas modalidades, teniendo en cuenta que la degradación de colores establecida nos entrega la medida de la intensidad de correlación positiva o negativa entre las variables en ambas modalidades de estudio.

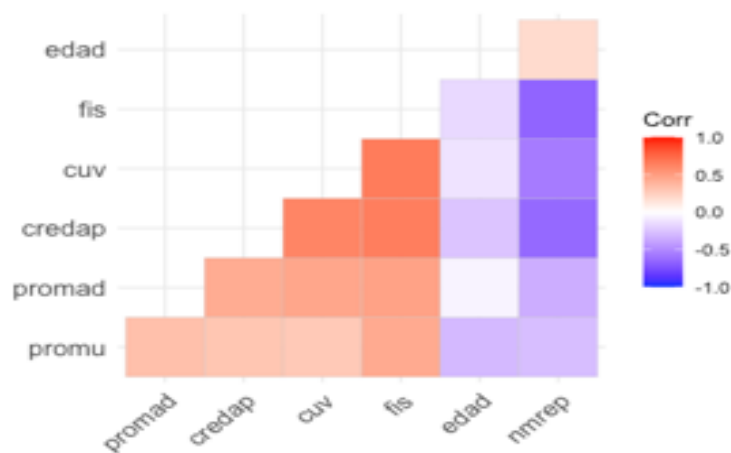


Figura 23. Visualización de matriz de correlación (aprendizaje activo – fin de primer año de carrera universitaria).

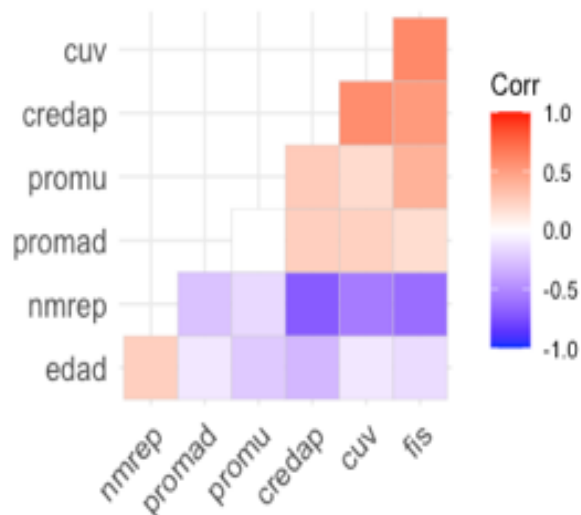


Figura 24: Visualización de matriz de correlación (modalidad tradicional - fin de primer año de carrera universitaria).

Las figuras 25, 26, 27, 28 y 29 muestran la diferencia de las notas promedio de la materia Cálculo de una variable, de las notas promedio de la materia Física, del número promedio de materias reprobadas, de la nota promedio general del estudiante universitario y de la nota promedio con la que el estudiante aprobó el curso de admisión respectivamente, por modalidad de estudio. Siendo notoria en todos los casos la ventaja en favor de la metodología de aprendizaje activo.

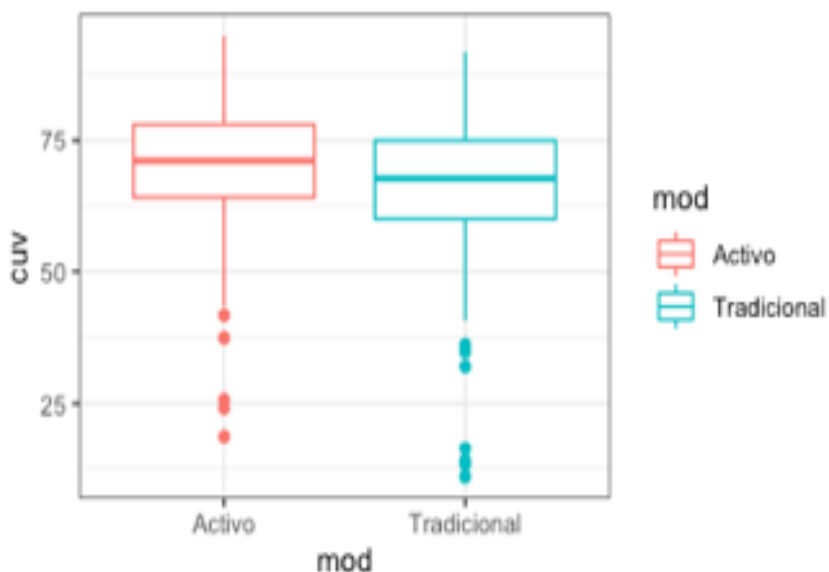


Figura 25: Comparación de medias poblacionales por modalidad para la variable cuv (fin de primer año de carrera universitaria).

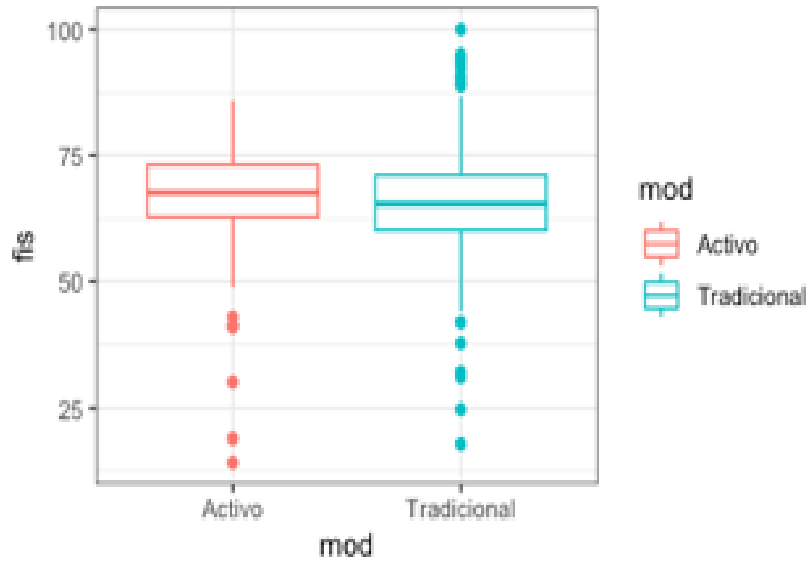


Figura 26: Comparación de medias poblacionales por modalidad para la variable fis (fin de primer año de carrera universitaria).

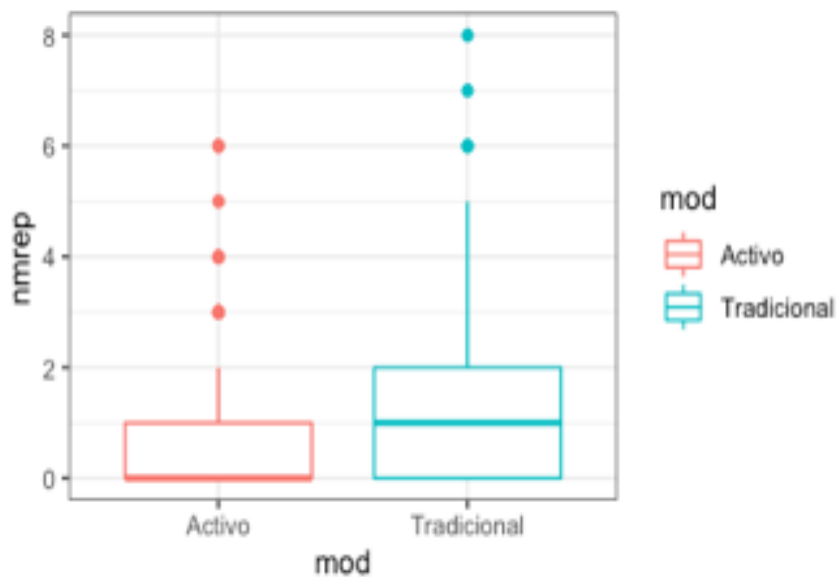


Figura 27: Comparación de medias poblacionales por modalidad para la variable nmrep (fin de primer año de carrera universitaria).

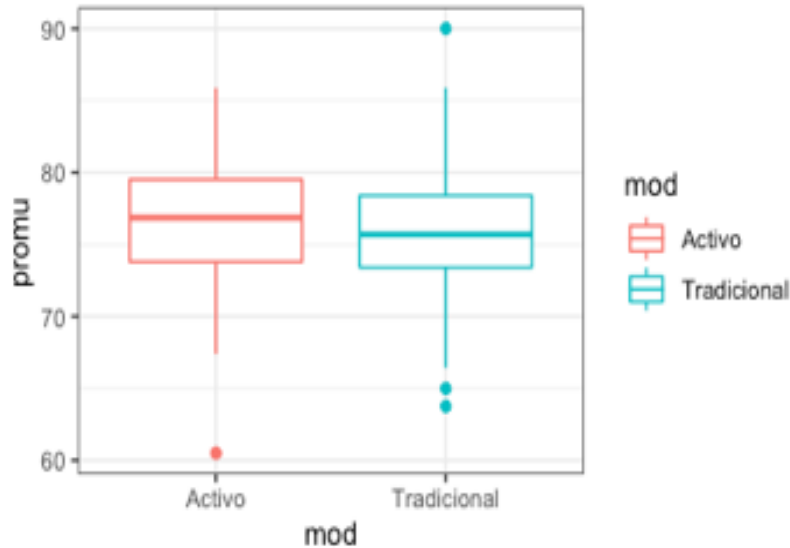


Figura 28: Comparación de medias poblacionales por modalidad para la variable promu (fin de primer año de carrera universitaria).

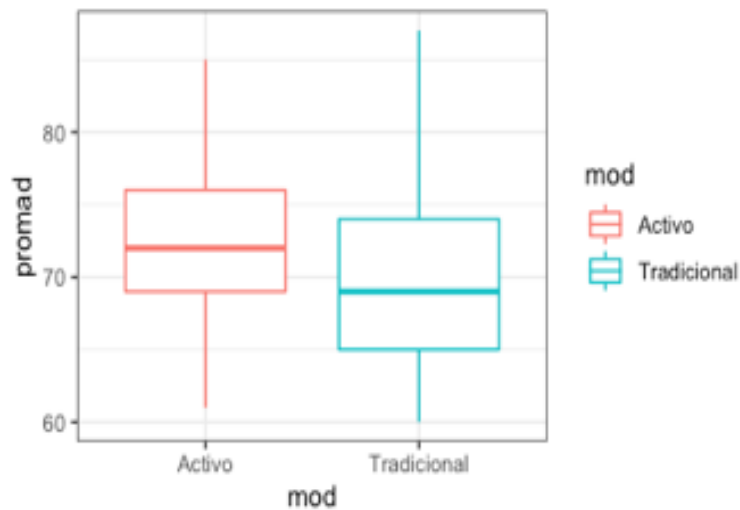


Figura 29: Comparación de medias poblacionales por modalidad para la variable promad (fin de primer año de carrera universitaria).

Los datos de todas las variables cuantitativas *cuv*, *fis*, *promad* y *nmrep* no provienen de una distribución normal para el conjunto de datos de fin de primer año de carrera universitaria, ya que el p-valor obtenido mediante la prueba de Jarque Bera es menor que el valor de significancia y se rechaza la hipótesis nula de que los datos provienen de una distribución normal, para citar un ejemplo, la figura 30 lo muestra para el caso de la variable *fis*, así como la comparación de las curvas qqnorm en la figura 31.

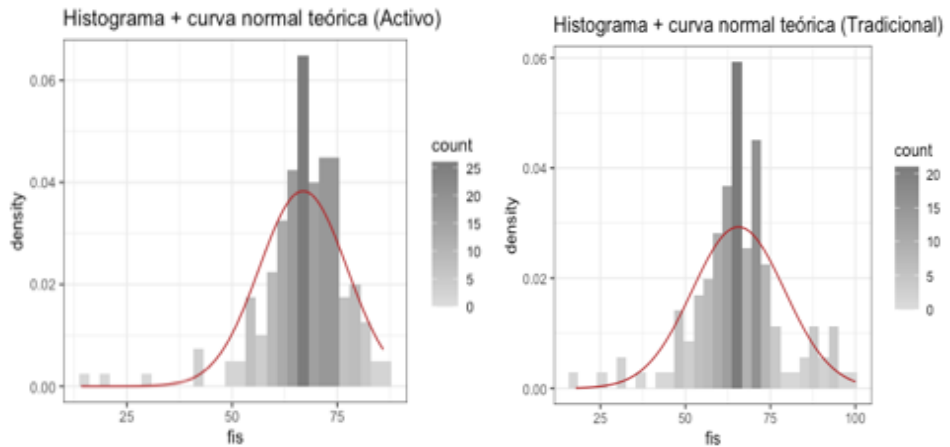


Figura 30: Comparación de histogramas y curvas normales teóricas para la variable fis (fin de primer año de carrera universitaria).

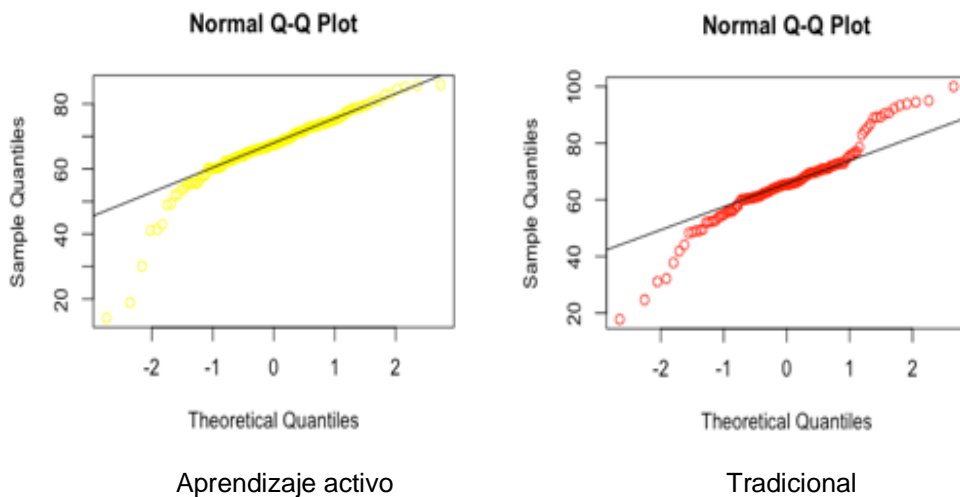


Figura 31: Comparación de curvas qqnorm para la variable fis (fin de primer año de carrera universitaria).

Sin embargo, para este mismo conjunto de datos, la variable *promu* si muestra una distribución normal en ambas metodologías de estudio (ver figuras 32 y 33), en cambio la variable *credap* presenta una distribución normal de datos para la metodología tradicional pero no para la modalidad aprendizaje activo.

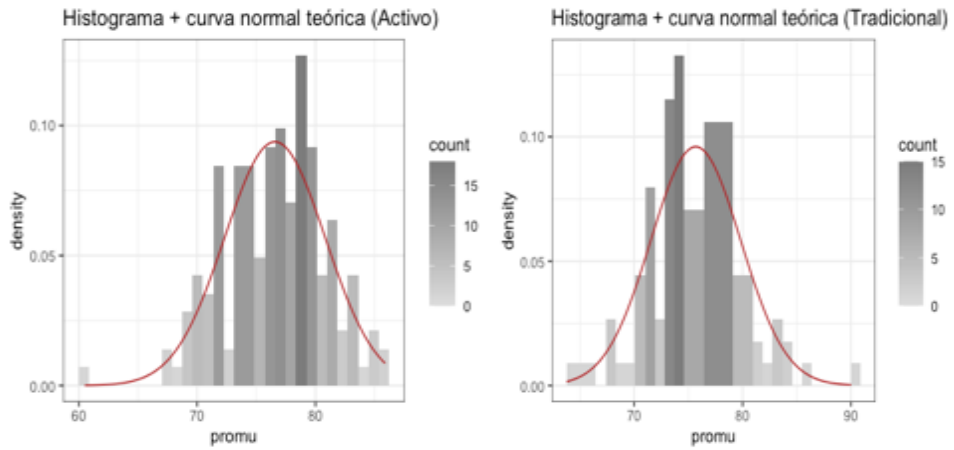


Figura 32: Comparación de histogramas y curvas normales teóricas para la variable *promu* (fin de primer año de carrera universitaria).

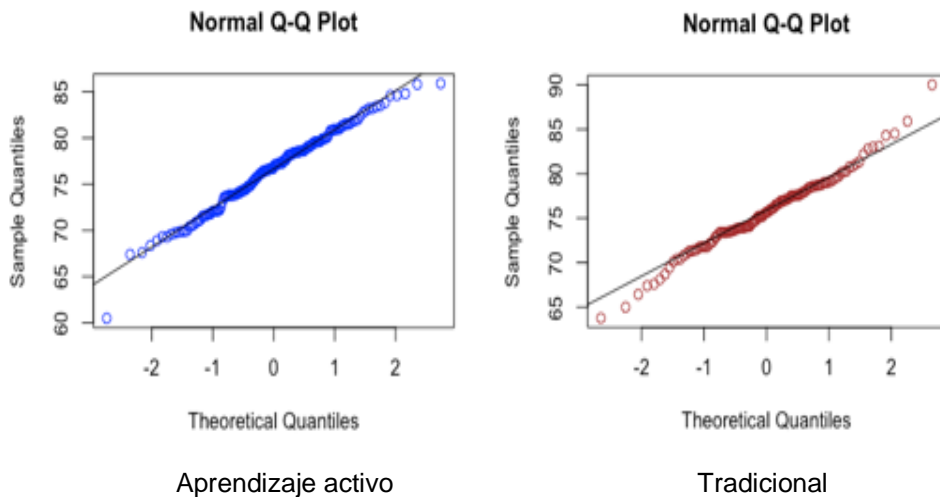


Figura 33: Comparación de curvas qqnorm para la variable *promu* (fin de primer año de carrera universitaria)

4.4 MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE LA TASA DE INGRESO Y DE MATRICULACIÓN DE POSTULANTES Y COMPARACIÓN CON LOS INDICADORES DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA.

La tabla 18 muestra los datos generales de sexo, número de postulantes, número de aprobados, número de repetidores de curso de la población de estudio, dependiendo de la modalidad de estudio.

Tabla 18. Datos generales de la población de estudio por modalidad.

Modalidad	Número Postulantes	Número Repetidores	Sexo		Número Aprobados
			M	F	
Tradicional	300	234	206	94	131
Aprendizaje Activo	258	13	196	62	178

Las tablas 19 y 20 muestran la información de número y porcentaje de postulantes aprobados (AP), reprobados (RP), no repetidores aprobados (No REP AP), no repetidores reprobados (no REP RP), repetidores aprobados (REP AP) y repetidores reprobados (REP RP) para ambas modalidades.

Tabla 19: Datos de aprobados y reprobados (aprendizaje activo).

Sexo	AP	RP	No REP AP	No REP RP	REP AP	REP RP
Masculino	(137) 77%	(59) 73.7%	(137) 77.4%	(51) 75%	(0) 0%	(8) 100%
Femenino	(41) 23%	(21) 26.3%	(40) 22.6%	(17) 25%	(1) 100%	(0) 0%

Tabla 20: Datos de aprobados y reprobados (tradicional).

Sexo	AP	RP	No REP AP	No REP RP	REP AP	REP RP
Masculino	(83) 63.4%	(123) 72.8%	(21) 72.4%	(27) 73%	(62) 60.8%	(96) 72.7%
Femenino	(48) 36.6%	(46) 27.2%	(8) 27.6%	(10) 27%	(40) 39.2%	(36) 27.3%

De la obtención de estos resultados es importante resaltar que en modalidad tradicional lograron ingresar a la ESPOL el 69% (178) de los postulantes que siguieron la modalidad aprendizaje activo y solo el 43.7% (131) de los estudiantes que siguieron la modalidad tradicional. En general considerando ambas modalidades, ingresaron a esta institución de educación superior, en el área de ciencias, para el primer período académico ordinario (PAO) del año 2021 el 55.4% (309) del total de postulantes.

De los 131 postulantes que aprobaron el ingreso en modalidad tradicional, el 63,4% son hombres y el 36.6% son mujeres; mientras que de los 178 postulantes que lograron ingresar tomando el curso en modalidad tradicional, el 77% son hombres y el 23% mujeres. Esto no significa que en promedio los hombres aprobaron en mayor cantidad que las mujeres, lo cual es un concepto preconcebido en el área de Ciencias de la universidad donde se realizó el estudio y muy especialmente en las carreras de Ingeniería de diseño, debido a que históricamente estas carreras siempre habían sido demandadas y cursadas por hombres; así, es relevante notar que en modalidad tradicional de 206 postulantes masculinos aprobaron el curso 83 de ellos, lo que representa el 40.3%; mientras que de 94 postulantes femeninos aprobaron el curso 48 de ellas , lo que representa el 51.1%; en la modalidad aprendizaje activo de 196 postulantes masculinos aprobaron el curso 137 de ellos, lo que representa el 69.9%; mientras que de 62 postulantes femeninos aprobaron el curso 41 de ellas , lo que representa el 66.1%. Es decir, se halló una diferencia significativa de aprobación promedio femenina en la metodología tradicional y una leve ventaja de aprobación promedio masculina en la metodología aprendizaje activo.

Si enfocamos los resultados de ingreso en la comparación entre postulantes que tomaban por primera vez el curso de admisión y lo que eran repetidores de curso, se pueden establecer los siguientes hallazgos:

- En la modalidad aprendizaje activo, de un total de 188 postulantes hombres no repetidores de curso, ingresaron 137 de ellos, lo cual representa un 72.9%; mientras que de un total de 57 postulantes mujeres no repetidoras de curso, ingresaron 40 de ellas, lo cual representa un 70.2%.
- En la modalidad tradicional, de un total de 48 postulantes hombres no repetidores de curso, ingresaron 21 de ellos, lo cual representa un 43.8%; mientras que de un total de 18 postulantes mujeres no repetidoras de curso, ingresaron 8 de ellas, lo cual representa un 44.4%.

- En la modalidad aprendizaje activo, de un total de 8 postulantes hombres repetidores de curso, ninguno de ellos logró ingresar, lo cual representa un 0%; mientras que de un total de 5 postulantes mujeres repetidoras de curso, una logró ingresar, lo cual representa un 20%.
- En la modalidad tradicional, de un total de 158 postulantes hombres repetidores de curso, ingresaron 62 de ellos, lo cual representa un 39.2%; mientras que de un total de 76 postulantes mujeres repetidoras de curso, ingresaron 40 de ellas, lo cual representa un 52.6%.

La característica de no repetidor de curso no incide significativamente en la tasa de ingreso entre hombres y mujeres, sin importar la modalidad de estudio, es decir, sin embargo, la característica de ser repetidor de curso sí influye significativamente en la tasa de ingreso entre hombres y mujeres, ya que en ambas modalidades es mayor el porcentaje de ingreso de mujeres repetidoras de curso. Es relevante anotar que, en la modalidad tradicional, el porcentaje de hombres que ingresan a pesar de tomar el curso por segunda vez es solo del 39.2%.

En lo que respecta a las tasas netas de ingreso a la ESPOL de los postulantes que aplicaron al curso de admisión intensivo febrero 2020 tanto de manera general como para ambas modalidades de estudio se tiene los siguientes resultados (ver tablas 21 y 22):

Tabla 21: Tasas netas de ingreso en el PAO1 2021 en área de Ciencias.

Modalidad		
General	Aprendizaje activo	Tradicional
55.4%	69%	43.7%

Tabla 22: Tasas netas de matriculación en el PAO1 2021 en área de Ciencias.

Modalidad		
General	Aprendizaje activo	Tradicional
51.4%	62.8%	41.7%

Las diferencias encontradas entre las tasas de ingreso y matriculación se deben a que no se matricularon 4 estudiantes que aprobaron la admisión en modalidad aprendizaje activo y 6 estudiantes que aprobaron la admisión en modalidad tradicional.

Es notoria la predominancia de la modalidad aprendizaje activo tanto en la tasa de ingreso como en la de matriculación sobre la modalidad tradicional.

Luego de realizar una exhaustiva investigación de la documentación gubernamental referente a los indicadores académicos de educación superior tanto en el Plan De Desarrollo (2018) como en el boletín anual (2020) de la Secretaría Nacional de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación, solo se encuentra que la tasa bruta de matriculación en educación superior de tercer nivel en universidades y escuelas politécnicas proyectada al año 2020 fue del 29.9%, cabe anotar que este indicador se obtiene de la siguiente forma:

$$TBMNES_{18-24} = \frac{PMTNES(uep - ett)}{Pob_{18-24}} * 100$$

Donde:

$TBMNES_{18-24}$: Tasa bruta de matrícula en educación superior tercer nivel en universidades y escuelas politécnicas.

$PMTNES(uep - ett)$: Número de personas matriculadas en tercer nivel en establecimientos de educación superior (incluye universidades y escuelas politécnicas, excluye técnica y tecnológica), en el año t.

Pob_{18-24} : Total, de personas de 18 a 24 años de edad, en el año t.

Un aspecto relevante de la aplicación de la modalidad aprendizaje activo y su aplicación, en relación a la predominancia de su tasa neta de ingreso, es que en la provincia del Guayas, sede de la ESPOL, en el Plan Nacional de Desarrollo (2018) se indica la proyección de una demanda insatisfecha de cupos para la educación superior del 23.83% como déficit respecto a la población referencial, lo cual, si lo relacionamos con el número de estudiantes postulantes que la Senescyt proyectó al año 2020 que es de 106.145 postulantes, representaba una proyección de 25.294 estudiantes que no pudieron acceder a un cupo en la educación superior, sólo en la provincia del Guayas.

4.5. MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA BINARIA – CURSO DE ADMISIÓN

En el modelo generalizado la variable edad resultó ser estadísticamente no significativa al analizar el valor del estadístico de Wald con respecto al valor de significancia y se evidencia que la modalidad de aprendizaje es el predictor predominante al momento de explicar el rendimiento académico.

Se realizó posteriormente el proceso de selección de variables para obtener el modelo ajustado, donde no aparece la variable edad, por ser estadísticamente no significativa; el modelo ajustado es mejor que el modelo nulo (solo intercepto) y el modelo generalizado teniendo los mejores índices de ajuste (estadístico de prueba con distribución chi-cuadrada y valor de 120.5 con 5 grados de libertad y valor p nulo), un AIC (coeficiente de información de Akaike) de 660.6, BIC (coeficiente de información bayesiano) de 690.9 y devianza residual de 646.6.

Con respecto a los coeficientes, el efecto predominante en la explicación del modelo le pertenece a la variable *mod* de tal forma que las probabilidades de que apruebe el curso un postulante que sigue aprendizaje activo son 2.14 (1/0.468) veces superiores a las de quien lo hace con metodología tradicional. Por cada punto adicional que se obtenga para la variable *mat* la probabilidad de aprobar es 1,02 veces mayor; 1.05 veces mayor para la variable *fis* y 1.04 veces mayor para la variable *paa*. En 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.

La tabla 23 muestra la estimación de los efectos fijos del modelo ajustado incluyendo los coeficientes, errores estándar, odds-ratio o exponencial de los parámetros y el intervalo de confianza al 95% para los odds-ratio.

Tabla 23: Resumen del modelo ajustado.

	Coeficiente regresión (B)	Error estándar	ODDS Exp(B)	I.C. al 95% para Exp. (B)	
				Inferior	Superior
Intercepto	-4.22	0.896	0.004		
<i>mod</i> (1)	-0,76	0.283	0.468	0.27	0.81
<i>sexo</i> (1)	-0.58	0.220	0.561	0.36	0.86
<i>rep</i> (1)	-1.30	0.363	0.273	0.13	0.55
<i>mat</i>	0.02	0.008	1.022	1.01	1.04
<i>fis</i>	0.05	0.009	1.054	1.04	1.07
<i>paa</i>	0.04	0.012	1.040	1.02	1.06

Los valores predichos de las 8 primeras observaciones, que indican la probabilidad predicha de aprobación del postulante y que deben ser comparadas con el rendimiento académico son:

1	2	3	4	5	6	7	8
0.829	0.872	0.826	0.831	0.495	0.764	0.667	0.472

Los valores para las medidas tipo R^2 que resultaron son: McFadden (0.16), Nagelkerke (0.26) y Cox&Snell (0.20). 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) .

Utilizando la función respectiva de la lista de correos R-help, modificándola para que realice el contraste de hipótesis para el cálculo de los coeficientes de Hosmer-Lemeshow y aplicando la función “homerslem” al modelo con el fin de repartir los datos en base a los cuantiles de la distribución (grupos más homogéneos), se

obtiene un valor de Chi-cuadrado de 3.6 y un p-valor de 0.89 con lo que se evidencia que el modelo ajustado se ajusta globalmente a los datos.

En referencia a que existen 309 postulantes aprobados y 249 reprobados, el modelo predijo que 326 aprueban y 232 reprueban de acuerdo con la tabla de clasificación obtenida, la cual nos 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

Relacionado al punto de corte calculado (0.605), la tasa de clasificaciones correctas para el total de los postulantes del estudio es de 67.2 %. En la figura 34 se observa la tasa de clasificaciones correctas para diversos puntos de corte y para el punto de corte calculado en el estudio.

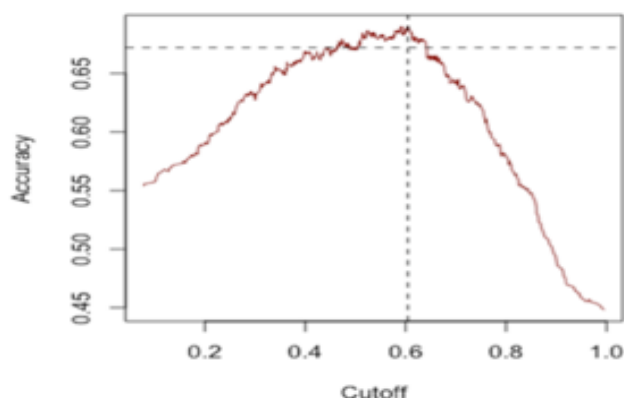


Figura 34: Tasa de clasificaciones correctas para diversos puntos de corte.

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). En nuestro caso es de 0.75 unidades cuadradas, esto se puede observar en la figura 35 que presenta la curva ROC del modelo.

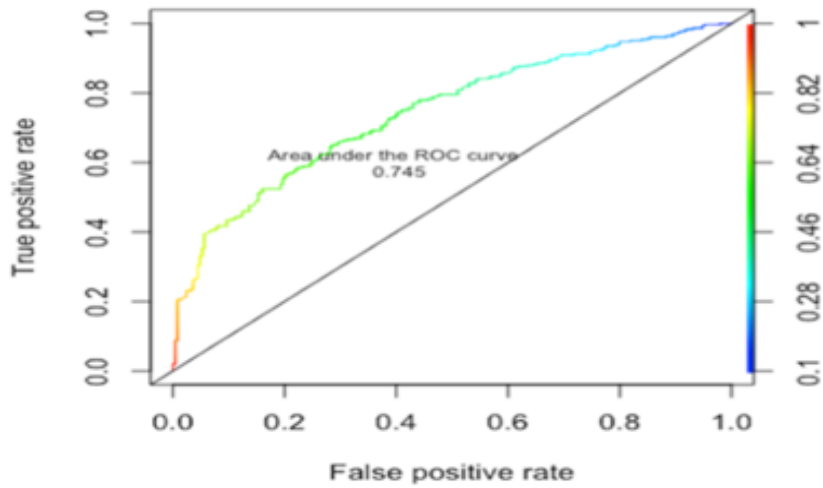


Figura 35: Curva ROC del modelo ajustado.

Una vez calculados los residuos de Pearson y de la devianza estandarizados se comprobó que sólo 2 de ellos resultan ser significativos ya que son en valor absoluto mayores a 2, como se puede observar en la figura 38.

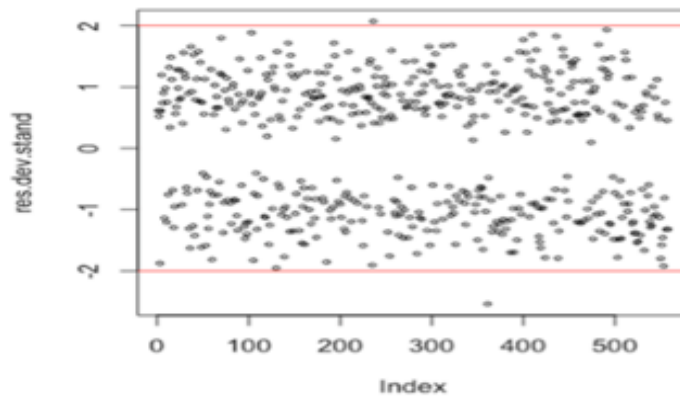


Figura 36: Residuos de la devianza estandarizados.

Al calcular las medidas de influencia se determinaron las distancias de Cook respectivas y no se encontraron distancias mayores a la unidad, por lo tanto, no existen valores influyentes que afecten las estimaciones del modelo (Cook & Weisberg, 1982). Tampoco se encontraron valores elevados de factores generalizados de inflación de la varianza, es decir, no existe colinealidad.

En la validación cruzada, al comprobar si el modelo se ajusta bien a un conjunto de datos que no sea el del estudio, el valor resultante de tasa media de clasificaciones incorrectas es 33,3 % y se evidencia que, en media, el modelo clasifica correctamente a más del 66.5 % de los postulantes cuando sus propios datos no han sido utilizados en el ajuste del modelo.

La expresión lineal del modelo ajustado es:

$$\text{logit}(\text{racad}) = -4.98 + 0.76 \text{ mod} - 0.58 \text{ sexo} - 1.3 \text{ rep} + 0.02 \text{ mat} + 0.05 \text{ fis} + 0.04 \text{ paa} \quad (20)$$

y su probabilidad condicionada queda determinada por la expresión:

$$p(\text{aprobar}) = \frac{e^{-4.98+0.76 \text{ mod}-0.58 \text{ sexo}-1.3 \text{ rep}+0.02 \text{ mat}+0.05 \text{ fis}+0.04 \text{ paa}}}{1+e^{-4.98+0.76 \text{ mod}-0.58 \text{ sexo}-1.3 \text{ rep}+0.02 \text{ mat}+0.05 \text{ fis}+0.04 \text{ paa}}} \quad (21)$$

4.6. MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA MULTINOMIAL – FIN DE PRIMER AÑO DE CARRERA UNIVERSITARIA

En cuanto a las variables de estudio, se considera como variable dependiente el rendimiento académico con 3 categorías: alto, medio y bajo en base a una escala establecida con el promedio de calificaciones de las materias aprobadas por el alumno (ver tabla 24) y existen 9 variables independientes, 7 de ellas cuantitativas y 2 cualitativas, tal como fue declarado en la sección “variables”.

Tabla 24: Escala de categorías para el rendimiento académico.

Categoría de rendimiento académico	Promedio general	Número de estudiantes por modalidad de aprendizaje	
		Aprendizaje Activo	Tradicional
alto	[80, 100]	41 (25.3%)	14 (11.2%)
medio	[65, 80)	106 (65.4%)	88 (70.4%)
bajo	[0, 65)	15 (9.3%)	23 (18.4%)

Escogiendo como nivel de referencia la categoría de rendimiento académico “alto” y usando la función “multinomial” en R se obtuvo el modelo generalizado (incluye

todas las variables) y luego de hacer el resumen y aplicar la prueba Z de 2 colas se obtuvieron los siguientes resultados:

- Devianza residual: 207.88, AIC: 247.88, BIC: 321.07, -2 log likelihood: 207.88
- Pseudo R^2 : McFadden (0.57), Cox y Snell (0.62), Nagelkerke (0.76)
- Clasificación porcentual general: 85.7% (alto: 65.5%, medio: 92.8% y bajo: 78.9%).
- Las variables *credap*, *cuv*, *promad* y *sexo* son estadísticamente no significativas porque su valor p es menor que el valor de significancia en rendimiento académico medio o bajo o en ambos.

Luego, se construyó el modelo ajustado sin considerar las variables antes mencionadas, logrando los siguientes resultados:

- Devianza residual: 214.77, AIC: 243.77, BIC: 287.67, -2 log likelihood: 219.77
- Pseudo R^2 : McFadden (0.55), Cox y Snell (0.61), Nagelkerke (0.74)
- Clasificación porcentual general: 85.8% (alto: 70.9%, medio: 93.3% y bajo: 68.4%).
- La matriz de confusión es:

p	alto	medio	bajo
alto	39	10	0
medio	16	181	12
bajo	0	3	26

Para categorías de rendimiento académico “medio” y “bajo”, todas las variables tienen valores p inferiores al valor de significancia, es decir, son estadísticamente significativas.

Además, es importante destacar la mejora del modelo ajustado con respecto al índice de criterio de información de Akaike y Bayesiano, valores elevados de Pseudo R^2 y la apreciable clasificación porcentual global del 86.8%.

En cuanto a los coeficientes del modelo (ver tabla 25), la variable *mod* es predominante; las probabilidades de pertenecer a la categoría de rendimiento académico “medio” son 4.21 veces mayores con respecto a la categoría “alto” si el alumno asistió al curso de admisión con la modalidad tradicional en comparación con si lo hizo con aprendizaje activo. Asimismo, las probabilidades de pertenecer a la categoría de rendimiento académico “bajo” son 5.21 veces mayores con respecto a la categoría “alto”.

Lo mismo ocurre con la variable *nmrep* ya que las probabilidades de reprobar asignaturas en la categoría de rendimiento académico “medio” son 9.48 veces mayores con respecto a la “categoría” alta si el alumno asistió al curso de admisión con la modalidad tradicional en comparación con si lo hizo con aprendizaje activo. Asimismo, las probabilidades de reprobar asignaturas en la categoría de rendimiento académico “bajo” son 76.92 veces mayores que en la categoría de “alto”.

Tabla 25: Parámetros estimados (modelo ajustado)

Categoría *	Variable	B	Std. error	Exp(B)	95% Intervalo de conf. para exp(B)	
					Inferior	Superior
medio	intercepto	49.51	4.358			
	<i>edad</i>	-0.736	0.206	0.479	0.187	0.735
	<i>promu</i>	-0.341	0.058	0.711	0.610	0.830
	<i>mod</i> (0)	1.438	0.532	4.212	0.081	0.697
	<i>fis</i>	-0.117	0.032	0.890	0.835	0.948
	<i>nmrep</i>	2.250	0.635	9.478	2.525	35.58
alto	intercepto	67.35	2.997			
	<i>edad</i>	-0.993	0.238	0.371	0.187	0.735
	<i>promu</i>	-0.565	0.084	0.568	0.447	0.723
	<i>mod</i> (0)	1.651	0.827	5.214	0.036	1.010
	<i>fis</i>	0.148	0.041	0.863	0.795	0.936
	<i>nmrep</i>	4.343	0.746	76.92	16.34	362.2

*La categoría de referencia es “alto”

Las categorías pronosticadas y observadas obtenidas para las primeras 5 observaciones se muestran a continuación:

	1	2	3	4	5
Observado:	medio	bajo	bajo	alto	alto
Predicho:	medio	medio	bajo	medio	alto

Luego de encontrar los residuos de devianza y de Pearson, se pudo verificar que no existen residuos significativos, es decir, no existen residuos que en valor absoluto sean mayores a 2.

Basados en estos resultados, las siguientes ecuaciones son establecidas:

$$y_1 = \ln\left(\frac{P(\text{medio})}{P(\text{alto})}\right) = 49.5 - 0.74 \text{ edad} - 0.34 \text{ promu} + 1.44 \text{ mod} - 0.12 \text{ fis} + 2.3 \text{ nmrep} \quad (22)$$

$$y_2 = \ln\left(\frac{P(\text{bajo})}{P(\text{alto})}\right) = 67.4 - 0.99 \text{ edad} - 0.57 \text{ promu} + 1.65 \text{ mod} + 0.15 \text{ fis} + 4.3 \text{ nmrep} \quad (23)$$

$$\left(\frac{P(\text{medium})}{P(\text{high})}\right) = e^{y_1}; \left(\frac{P(\text{low})}{P(\text{high})}\right) = e^{y_2} \rightarrow \frac{1-P(\text{high})}{P(\text{high})} = e^{y_1} + e^{y_2} \quad (24)$$

Por lo tanto, las probabilidades de pertenecer a cada una de las categorías de rendimiento académico son:

$$P(\text{high}) = \frac{1}{1+e^{y_1}+e^{y_2}}; P(\text{medium}) = \frac{e^{y_1}}{1+e^{y_1}+e^{y_2}}; P(\text{bajo}) = \frac{e^{y_2}}{1+e^{y_1}+e^{y_2}} \quad (25)$$

$$\text{donde: } P(\text{high}) + P(\text{medium}) + P(\text{low}) = 1 \quad (26)$$

En la validación cruzada, al verificar si el modelo se ajusta bien a un conjunto diferente de datos, los datos fueron divididos en datos de entrenamiento y datos de prueba con una relación 60/40; 178 observaciones para datos de entrenamiento y 109 para datos de prueba. Se construyó el modelo generalizado para los datos de entrenamiento obteniendo la siguiente información:

- Devianza residual: 108.61, AIC: 148.61
- Pseudo R^2 : McFadden (0.62), Nagelkerke (0.79)
- Clasificación porcentual general: 87.1% (alto: 73.3%, medio 92.1% y bajo: 68.2%).
- Las variables *credap*, *cuv* y *sexo* no son estadísticamente significativas.

Luego, se obtuvo el modelo ajustado para datos de entrenamiento sin considerar las variables antes mencionadas, logrando los siguientes resultados:

- Desviación residual: 115.57, AIC: 143.57
- Pseudo R^2 : McFadden (0.60), Nagelkerke (0.77)
- Clasificación porcentual general: 84,8% (alto: 70.9%, medio: 93.3% y bajo: 68.4%).
- La matriz de confusión es:

p	alto	medio	bajo
alto	20	7	0
medio	10	116	7
bajo	0	3	15

Para las categorías de rendimiento académico “medio” y “bajo”, todas las variables tienen valores p inferiores al valor de significancia, es decir, son estadísticamente significativas.

Finalmente, los datos de las pruebas produjeron una clasificación porcentual general del 79.8% y la siguiente matriz de confusión:

p	alto	medio	bajo
alto	15	5	0
medio	10	58	2
bajo	0	5	14

Adicional al modelo de regresión logística multinomial obtenido es importante discutir las diferencias de categorías de rendimiento académico al final del primer año de carrera universitaria entre los estudiantes de sexo masculino y femenino que ingresaron a la universidad ya sea por modalidad tradicional como por aprendizaje activo.

Las tablas 26 y 27 muestran respectivamente, los porcentajes de rendimiento académico por sexo y categoría, y las diferencias porcentuales por sexo y categoría a favor de una de las dos modalidades de enseñanza-aprendizaje.

Tabla 26: Rendimiento académico de estudiantes por sexo, modalidad y categoría.

Sexo	No. estudiantes por modalidad	Rendimiento Académico		
		alto	medio	bajo
Masculino (203)	125 (AA)	27 (21.6%)	84 (67.2%)	14 (11.2%)
	78 (TR)	7 (9.0%)	56 (71.8%)	15 (19.2%)
Femenino (84)	37 (AA)	14 (37.8%)	22 (59.5%)	1 (2.7%)
	47(TR)	7 (14.9%)	32 (68.1%)	8 (17.0%)

Tabla 27: Diferencia de rendimiento académico por sexo y categoría.

Sexo	Categoría	Diferencia	Modalidad favorable
Masculino	alto	12.6%	Aprendizaje activo
	medio	4.6%	Tradicional
	bajo	8.0%	Aprendizaje activo
Femenino	alto	22.9%	Aprendizaje activo
	medio	8.6%	Tradicional
	bajo	14.3%	Aprendizaje activo

4.7. DESARROLLO DE HABILIDADES ACTITUDINALES Y COGNITIVAS

Al aplicar en R el análisis de Cronbach al conjunto de datos constituido por las 500 respuestas asociadas a 10 preguntas aplicadas al inicio del curso de admisión intensivo febrero 2020 a 50 estudiantes que cursaron admisión con la modalidad aprendizaje activo se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 28.

Tabla 28: Datos de confiabilidad de la encuesta (inicio de curso)

raw_alpha	Std.alpha	λ6 de Guttman	average_r	95% límites de confianza		
				inferior	alpha	superior
0.70	0.69	0.78	0.18	0.57	0.70	0.82

El Alpha de Cronbach es una medida de consistencia interna del reactivo que forma una escala que permite tener evidencia de la homogeneidad de esta, es decir, que los ítems están en la misma dirección resultó ser igual a 0.70, el cual se considera aceptable para garantizar la fiabilidad de la escala utilizada.

El valor de λ6 de Guttman que es una medida de confiabilidad obtenida a partir del coeficiente de determinación de cada ítem del reactivo con relación a los demás es de 0.75, el cuál es un valor muy bueno.

El valor promedio de correlación entre los ítems resultó ser igual a 0.2, lo cual indica que, en promedio, los ítems tienen una regular asociación entre ellos.

La tabla 29 muestra la proporción de respuesta para cada opción posible para cada uno de los 10 ítems de la encuesta (se omite la columna referente a respuesta “muchísimo” debido a que ningún estudiante contestó esta opción en la encuesta).

Tabla 29. Datos de confiabilidad de la encuesta desarrollo de habilidades (inicio de curso)

ítem	1	2	3	4	perdidas
P1	0.00	0.06	0.58	0.36	0
P2	0.00	0.16	0.40	0.44	0
P3	0.00	0.14	0.60	0.26	0
P4	0.02	0.08	0.66	0.24	0
P5	0.02	0.30	0.54	0.14	0
P6	0.24	0.48	0.24	0.04	0
P7	0.00	0.10	0.52	0.38	0
P8	0.00	0.20	0.50	0.30	0
P9	0.12	0.38	0.24	0.26	0
P10	0.10	0.40	0.40	0.10	0

Es relevante anotar los siguientes hallazgos:

- No existen respuestas perdidas, es decir, ninguna pregunta quedó sin ser respondida.
- La pregunta 4 (cognitiva) “Incorporo los aprendizajes propuestos por el profesor y muestro una actitud activa para su asimilación” es la más respondida con escala 3 (normal).
- No existen respuestas con escala 5 (muchísimo).
- Con escala 0 (muy poco), solo existieron respuestas para las preguntas 4, 5 y 6 (todas referentes a habilidades cognitivas) y 9 (actitudinal).
- Luego de analizar cómo afectaría al Alfa de Cronbach el retiro de alguno de los 10 ítems a la escala analizada, se determinó que en dos casos se podría obtener un indicador de confiabilidad mayor a 0.70, aunque la diferencia sería muy poco significativa, esto es, subir a 0.71 retirando el ítem1 y a 0.72 si se retira el ítem 7.

A continuación, se presentan los resultados gráficos de cada una de las habilidades incluidas en la encuesta con sus correspondientes comentarios.

Habilidad 1: Examino la coherencia de las opiniones propias y ajenas, y valoro sus implicaciones personales y sociales. Su histograma se muestra en la figura 37.

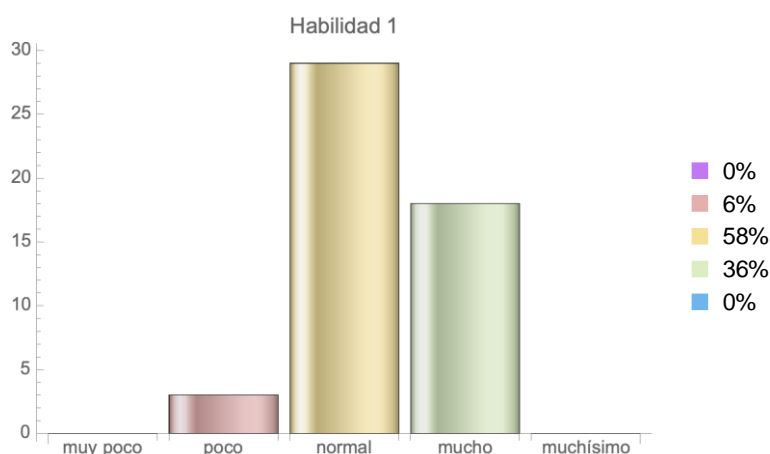


Figura 37. Histograma de respuestas - Habilidad 1 (inicio de curso).

Los resultados de la habilidad 1 (de tipo actitudinal) indican que, en promedio, el 67% de los estudiantes considera tener un apreciable grado de responsabilidad y respeto a los juicios ajenos y la respectiva valoración de sus implicaciones personales y sociales, lo cual los ayudará en la posterior a una correcta toma de decisiones. Además, nótese que ninguno de los estudiantes encuestados contestó como “muchísimo” al desarrollo de esta habilidad direccionada a la “tolerancia”.

Habilidad 2: Especifico y categorizo los objetivos y planificación de una actividad individual a corto, mediano y largo plazo. Su histograma se muestra en la figura 38.

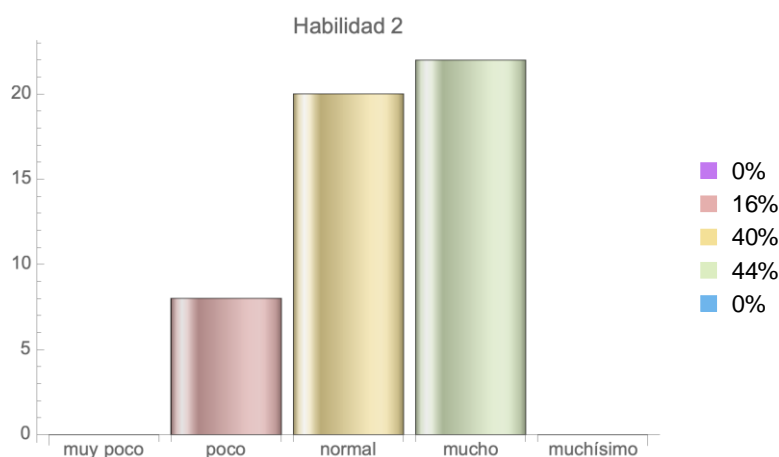


Figura 38. Histograma de respuestas - Habilidad 2 (inicio de curso).

Los resultados de la habilidad 2 (de tipo actitudinal) indican que, en promedio, el 66% de los estudiantes considera que distribuye de buena manera su tiempo al momento de terminar la educación secundaria e iniciar el proceso de admisión a la universidad.

Habilidad 3: Reconozco y analizo un problema para crear alternativas de solución, aplicando los métodos aprendidos. Su histograma se muestra en la figura 39.

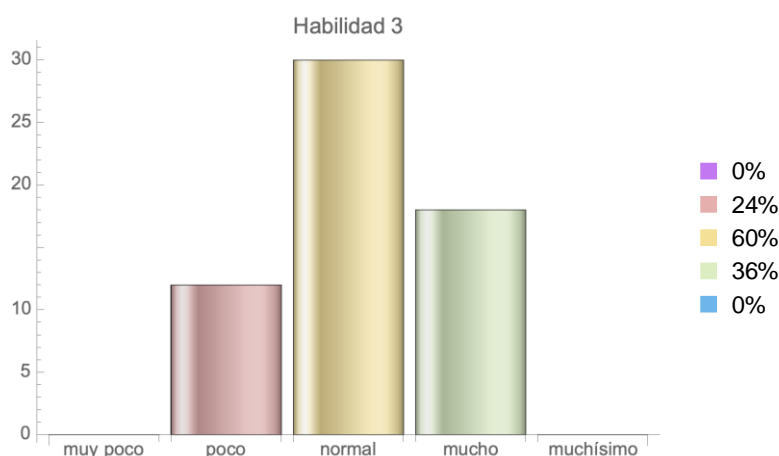


Figura 39. Histograma de respuestas - Habilidad 3 (inicio de curso).

Los resultados de la habilidad 3 (de tipo cognitiva) indican que, en promedio, sólo el 62% de los estudiantes entiende plenamente como identificar y analizar un problema para generar soluciones aplicando los métodos que aprendió antes de iniciar el curso de admisión.

Habilidad 4: Aplico los aprendizajes propuestos por el profesor y manifiesto una actitud activa para su asimilación. Su histograma se muestra en la figura 40.

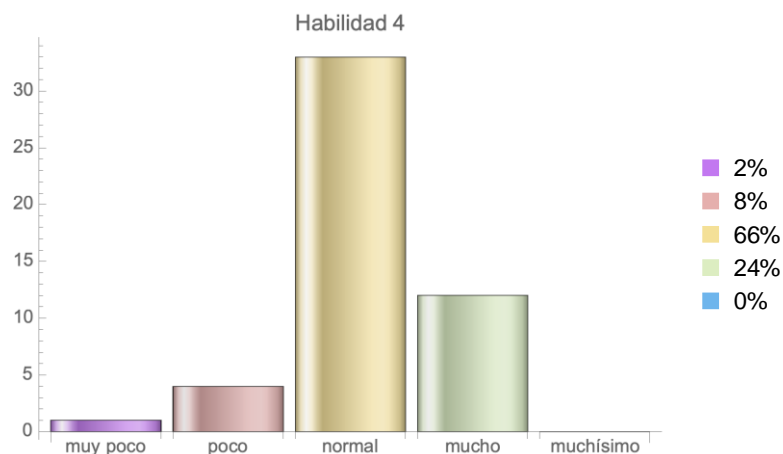


Figura 40. Histograma de respuestas - Habilidad 4 (inicio de curso)

Los resultados de la habilidad 4 (de tipo cognitiva) indican que, en promedio, sólo un 62% de los postulantes ha aprendido a “desaprender” y a “aprender” al momento de iniciar el curso de admisión, dejando de lado lo que aprendió de una manera errónea y sabiendo asimilar los nuevos conceptos.

Habilidad 5: Incorporo varias teorías o modelos realizando una integración personal y creativa de los objetivos de aprendizaje. Su histograma se muestra en la figura 41.

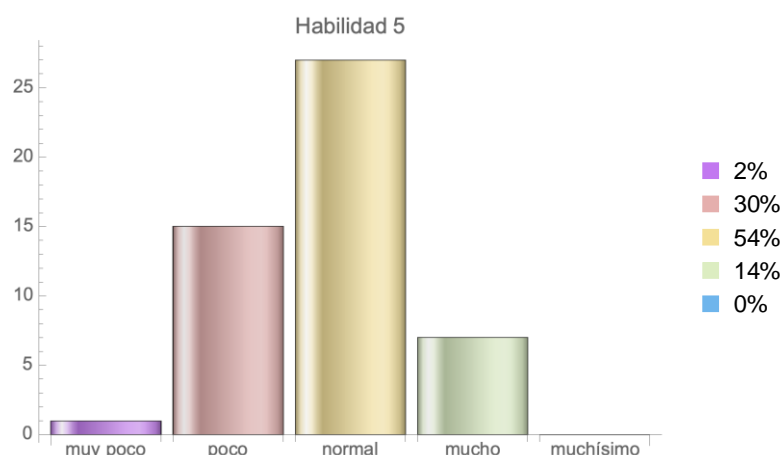


Figura 41. Histograma de respuestas - Habilidad 5 (inicio de curso).

Los resultados de la habilidad 5 (de tipo cognitiva), direccionada al “uso de la teoría en la resolución de problemas”, indican que, en promedio, sólo el 56% de los estudiantes ha logrado desarrollarla esta habilidad al llegar al curso de admisión a

través de integrar teorías o modelos que le han permitido aprender significativamente. Solo un 14% de los estudiantes perciben haberla desarrollado “mucho”.

Habilidad 6: Consulto y pregunto para aprender y me intereso por disipar las dudas. Su histograma se muestra en la figura 42.

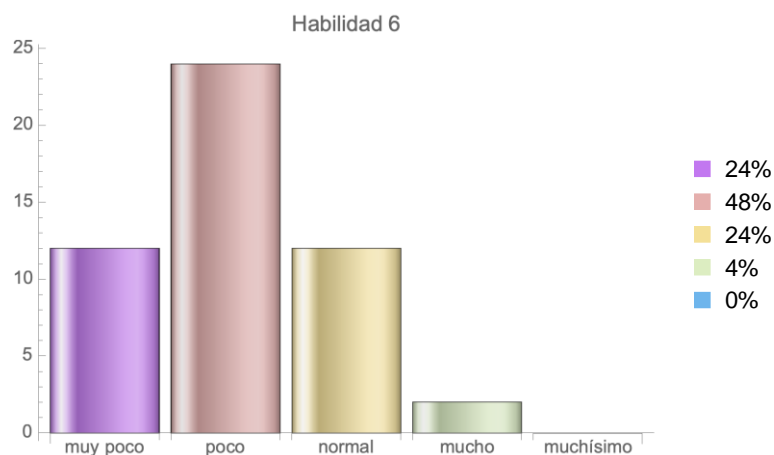


Figura 42. Histograma de respuestas - Habilidad 6 (inicio de curso).

Los resultados de la habilidad 6 (de tipo actitudinal) indican que, en promedio, solo el 42% de los postulantes perciben manejar adecuadamente esta habilidad direccionada a la comunicación; el 24%, en promedio, la consideran normal y de nuevo el 24% de ellos respondieron que la aplican muy poco; resultados que son preocupantes debido a la importancia de que el estudiante sepa manifestar, especialmente mediante comunicación verbal, el significado de lo aprendido.

Habilidad 7: Adquiero conocimiento de los recursos personales y limitaciones para aprovecharlos con eficacia. Su histograma se muestra en la figura 43.

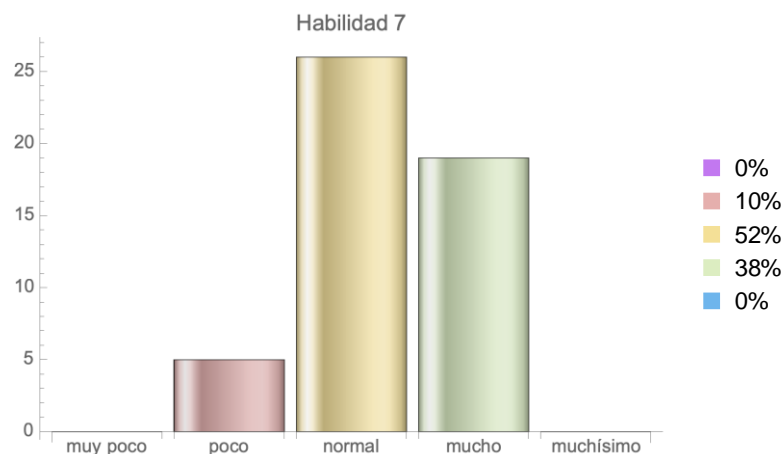


Figura 43. Histograma de respuestas - Habilidad 7 (inicio de curso).

Los resultados de la habilidad 7 (de tipo cognitiva), direccionada a la “automotivación” indican que, en promedio, el 66% de los estudiantes indicó haberla desarrollado significativamente, un 10% consideró estarla aplicando “poco”; resultados que indican la necesidad de desarrollar metodologías centradas en el estudiante con base en actividades grupales e individuales que fortalezcan esta actividad.

Habilidad 8: Ajusto mis argumentos a los diferentes grupos de trabajo y/o actividades grupales. Su histograma se muestra en la figura 44.

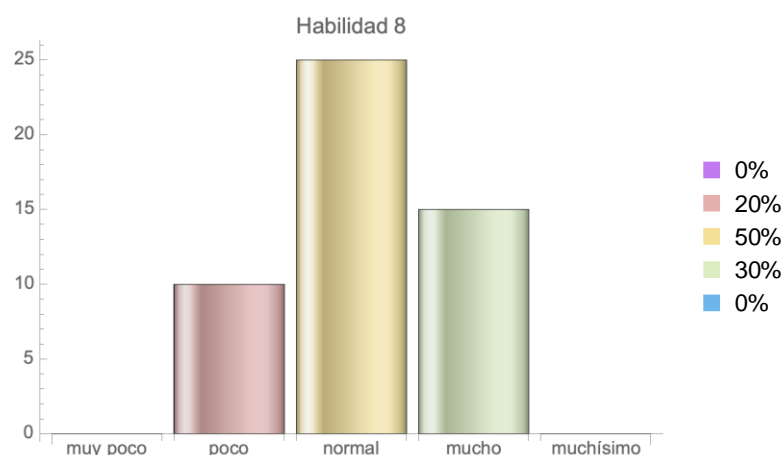


Figura 44. Histograma de respuestas - Habilidad 8 (inicio de curso)

Al inicio del curso de admisión, un 62% de los postulantes respondió que han desarrollado significativamente la habilidad 8 (de tipo actitudinal) direccionada a la

“adaptación al trabajo grupal”. Este es un que debería ser mejorado de forma relevante al final del curso con el desarrollo de la metodología ya que se considera un factor primordial para la obtención del aprendizaje significativo.

Habilidad 9: Incluyo nuevos procedimientos y acciones en las actividades para superar las limitaciones y solventar los problemas. Su histograma se muestra en la figura 45.

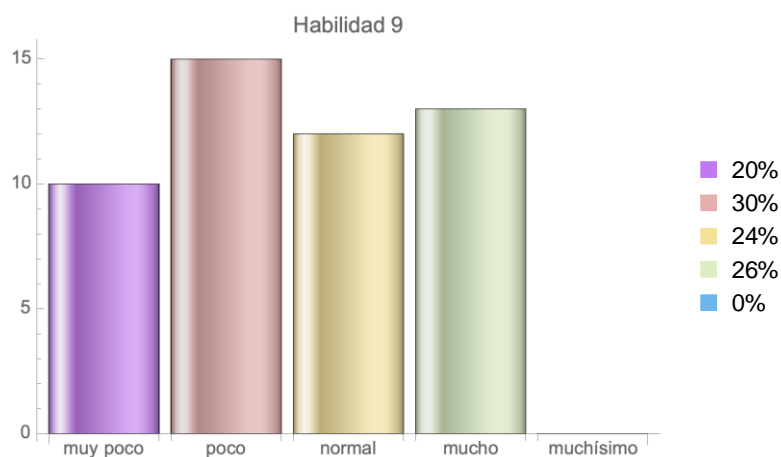


Figura 45. Histograma de respuestas - Habilidad 9 (inicio de curso)

En esta habilidad de tipo cognitiva, direccionada a los “estrategias de aprendizaje” un 53% de los estudiantes declararon haber alcanzado un desarrollo significativo de la misma al momento de iniciar el curso de admisión, mientras que un 30% indicaron que la aplican “poco” y un 20% “muy poco”; estos últimos son porcentajes por observar cuidadosamente debido a la importancia de que el postulante maneje métodos de solución como factor que impulse su disposición a seguir aprendiendo dejando de lado la memorización.

Habilidad 10: Ejecuto iniciativas que se comunican con certeza y coherencia para estimular a los demás. Su histograma se muestra en la figura 46.

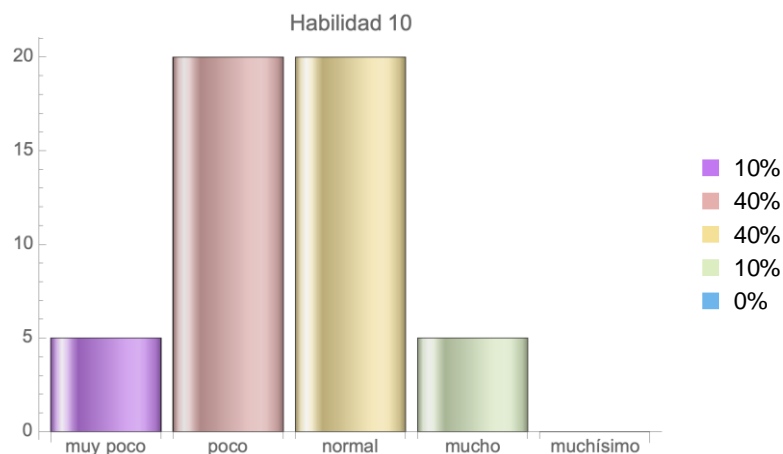


Figura 46. Histograma de respuestas - Habilidad 10 (inicio de curso)

Para esta habilidad 10 de tipo actitudinal y dirigida hacia el “liderazgo”, los resultados indican que en promedio un 50% de los postulantes encuestados perciben poder comunicarse con argumentación y claridad y ser estudiantes capaces de influir en otros, al inicio del curso de admisión. Es relevante observar que un 40% de los encuestados indicó “poco” desarrollo de esta habilidad.

La planificación y estructura de la metodología aprendizaje activo desarrolla en los estudiantes un marco de habilidades actitudinales y cognitivas, que es necesario detectar, analizar y mejorar con el fin de que se constituyan en un valor agregado en la formación de los futuros profesionales.

En las tablas 30 y 31 se puede observar el resultado porcentual de la aplicación del cuestionario de desarrollo de habilidades actitudinales y cognitivas al grupo piloto de estudiantes que tomaron el curso de admisión con la metodología aprendizaje activo para las respuestas de valoración 4 (mucho) y 5 (muchísimo) en la escala Likert respectiva.

Tabla 30. Desarrollo de habilidades actitudinales (inicio de curso)

Ítem	Habilidad	Desarrollo (%)
1	Tolerancia	67
2	Planificación	66
8	Comunicación	62
9	Capacidad para trabajar en equipo	53
10	Liderazgo	50

Tabla 31. Desarrollo de habilidades cognitivas (inicio de curso)

Ítem	Habilidad	Desarrollo (%)
3	Resolución de problemas	62
4	Aprender a aprender	62
5	Uso de la teoría en resolución de problemas	56
6	Estrategias de aprendizaje	42
7	Automotivación	66

En lo que respecta a la aplicación de la misma encuesta al grupo piloto de estudiantes al finalizar el curso de admisión, se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 32.

Tabla 32. Datos de confiabilidad de la encuesta desarrollo de habilidades (fin del curso)

raw alpha	St. Alpha	λ_6 de Guttman	average_r	95% límites de confianza		
				inferior	alpha	superior
0.74	0.75	0.81	0.23	0.63	0.74	0.85

La medida de consistencia interna del reactivo que forma una escala, permitiendo tener evidencia de la homogeneidad de esta, es decir, que los ítems están en la misma dirección es de un Alfa de Cronbach igual a 0.74 que al ser un valor mayor a 0.7 se considera aceptable.

El valor de λ_6 de Guttman que es una medida de confiabilidad obtenida a partir del coeficiente de determinación de cada ítem del reactivo con relación a los demás es de 0.81, el cuál es un valor muy bueno.

El valor promedio de correlación entre los ítems resultó ser igual a 0.23, lo cual indica que, en promedio, los ítems tienen una regular asociación entre ellos.

La tabla 33 muestra la proporción de respuesta para cada opción posible para cada uno de los 10 ítems de la encuesta aplicada al final del curso.

Tabla 33. Datos de confiabilidad de la encuesta desarrollo de habilidades (fin de curso).

ítem	2	3	4	5	perdidas
P1	0.00	0.24	0.46	0.30	0
P2	0.06	0.20	0.48	0.26	0
P3	0.00	0.16	0.56	0.28	0
P4	0.00	0.10	0.58	0.32	0
P5	0.08	0.26	0.38	0.28	0
P6	0.10	0.34	0.26	0.30	0
P7	0.02	0.12	0.46	0.40	0
P8	0.02	0.16	0.48	0.34	0
P9	0.02	0.32	0.46	0.20	0
P10	0.10	0.16	0.46	0.28	0

Es relevante anotar los siguientes hallazgos:

- No existen respuestas perdidas, es decir, ninguna pregunta quedó sin ser respondida.
- La pregunta 4 (cognitiva) “Incorporo los aprendizajes propuestos por el profesor y muestro una actitud activa para su asimilación” es la más respondida con escala 4 (mucho).
- Con escala 5 (muchísimo), la pregunta más contestada fue la 7 (actitudinal) “Tienes conciencia de los recursos personales y limitaciones (personales, entorno, etc.) para aprovecharlos en el óptimo desempeño de las tareas asignadas”.

- Luego de analizar cómo afectaría al Alfa de Cronbach el retiro de alguno de los 10 ítems a la escala analizada, se determinó que en ningún caso se podría obtener un indicador de confiabilidad mayor a 0.74.

A continuación, se presentan los resultados gráficos de cada una de las habilidades incluidas en la encuesta aplicada al grupo piloto al final del curso con sus correspondientes comentarios.

Habilidad 1: Examino la coherencia de las opiniones propias y ajenas, y valoro sus implicaciones personales y sociales. Su histograma se muestra en la figura 47.

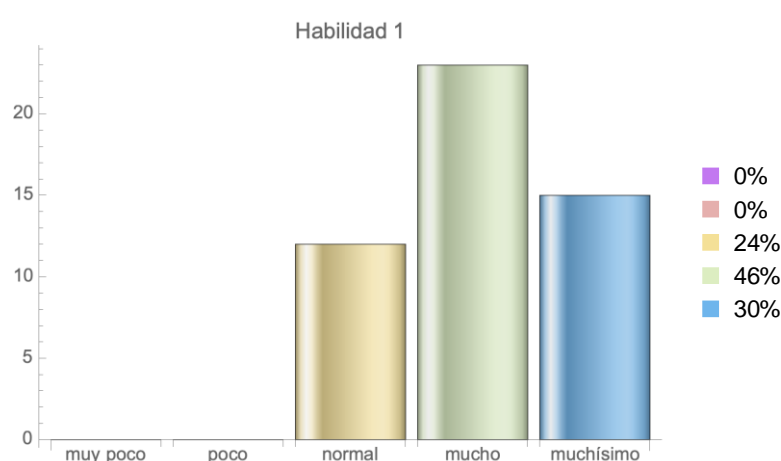


Figura 47. Histograma de respuestas - Habilidad 1 (fin de curso)

Los resultados de la habilidad 1 (de tipo actitudinal) indican que, en promedio, el 76% de los estudiantes ha logrado desarrollar un apreciable grado de responsabilidad y respeto a los juicios ajenos y la respectiva valoración de sus implicaciones personales y sociales, lo cual los ayudará en la posterior a una correcta toma de decisiones. Además, nótese que ninguno de los estudiantes encuestados contestó como “poco” o “muy poco” al desarrollo de esta habilidad direccionada a la “tolerancia”.

Habilidad 2: Especifico y categorizo los objetivos y planificación de una actividad individual a corto, mediano y largo plazo. Su histograma se muestra en la figura 48.

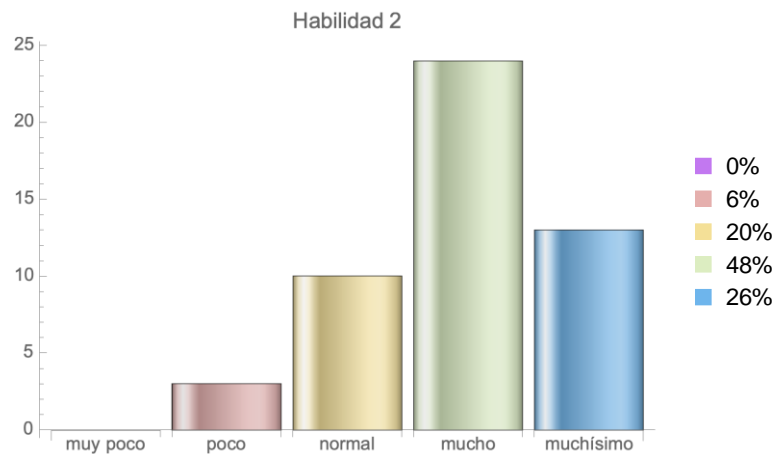


Figura 48. Histograma de respuestas - Habilidad 2 (fin de curso).

Los resultados de la habilidad 2 (de tipo actitudinal) indican que, en promedio, el 74% de los estudiantes ha logrado aprender a distribuir de mejor manera su tiempo; con esto, la planificación y el desarrollo de actividades individuales y grupales en la metodología aprendizaje activo muestran ser un acierto, ya que esta habilidad está direccionada a la “planificación”.

Habilidad 3: Reconozco y analizo un problema para crear alternativas de solución, aplicando los métodos aprendidos. Su histograma se muestra en la figura 49.

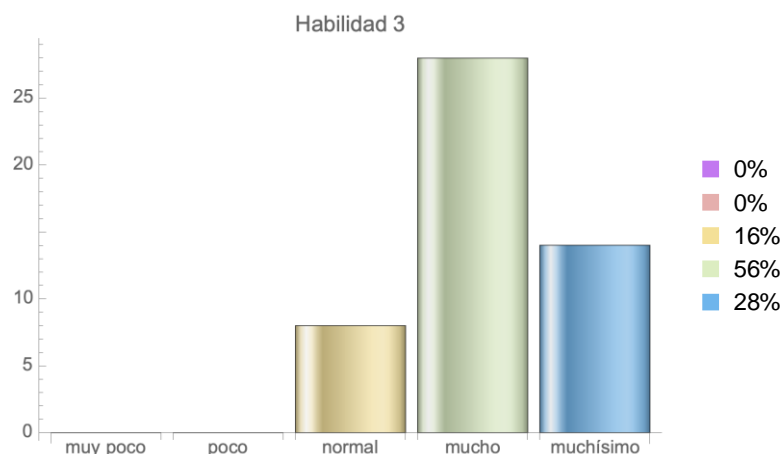


Figura 49. Histograma de respuestas - Habilidad 3 (fin de curso).

Los resultados de la habilidad 3 (de tipo cognitiva) indican que, en promedio, el 84% de los estudiantes ha interiorizado plenamente la metodología innovadora centrada

en él y que siempre está en la búsqueda de alternativas para solucionar distintos escenarios, sacando provecho de las experiencias adquiridas a través de los talleres, discusiones, exposiciones y debates, siempre basados en conceptos científicos adecuados para cada solución. Es notorio también que ninguno de los estudiantes encuestados contestó como “poco” o “muy poco” al desarrollo de esta habilidad que esta direccionada a la “resolución de problemas”.

Habilidad 4: Aplico los aprendizajes propuestos por el profesor y manifiesto una actitud activa para su asimilación. Su histograma se muestra en la figura 50.

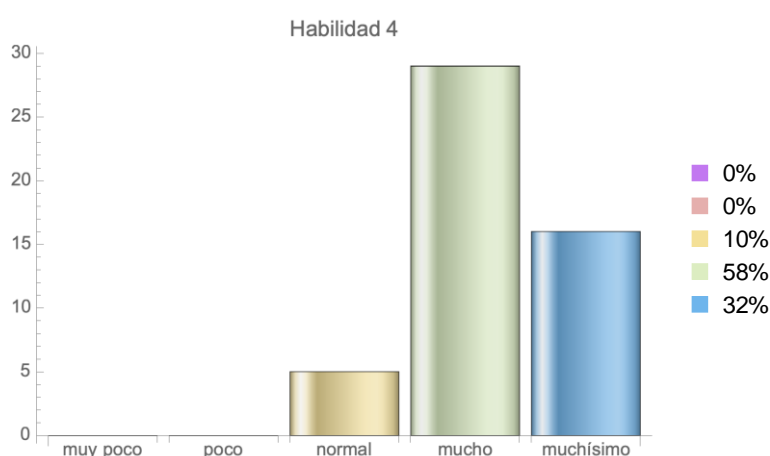


Figura 50. Histograma de respuestas - Habilidad 4 (fin de curso).

Los resultados de la habilidad 4 (de tipo cognitiva) indican que, en promedio, un muy alto porcentaje del 90% de los estudiantes ha aprendido a “desaprender” y a “aprender”, ya que al dejar de lado lo que se aprendió de una manera errónea y a aprender como asimilar los nuevos y acertados conceptos mostrando una actitud positiva para la asimilación respectiva en ambos casos, se cumple una de las principales premisas de la metodología aprendizaje activo, que es la promoción y adquisición de aprendizaje significativo. Además, es muy resaltante el hecho de que también para esta habilidad, direccionada al “aprender a aprender” ninguno de los estudiantes encuestados contestó como “poco” o “muy poco”.

Habilidad 5: Incorporo varias teorías o modelos realizando una integración personal y creativa de los objetivos de aprendizaje. Su histograma se muestra en la figura 51.

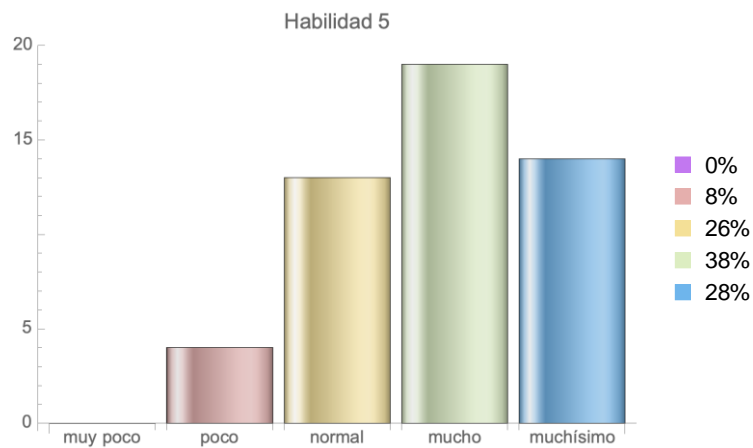


Figura 51. Histograma de respuestas - Habilidad 5 (fin de curso).

Los resultados de la habilidad 5 (de tipo cognitiva), direccionada al “uso de la teoría en la resolución de problemas”, indican que, en promedio, el 66% de los estudiantes ha logrado desarrollarla a través de integrar teorías o modelos que le han permitido aprender significativamente. Solo un 8% de los estudiantes indicaron haberlo hecho “poco” y ninguno de ellos respondió no haberlo aplicado. Por lo tanto, la transferencia realizada en esta dirección se convierte en un importante logro de la metodología innovadora, además, incorpora y muestra relevantes características de la teoría Ausubeliana.

Habilidad 6: Consulto y pregunto para aprender y me intereso por disipar las dudas. Su histograma se muestra en la figura 52.

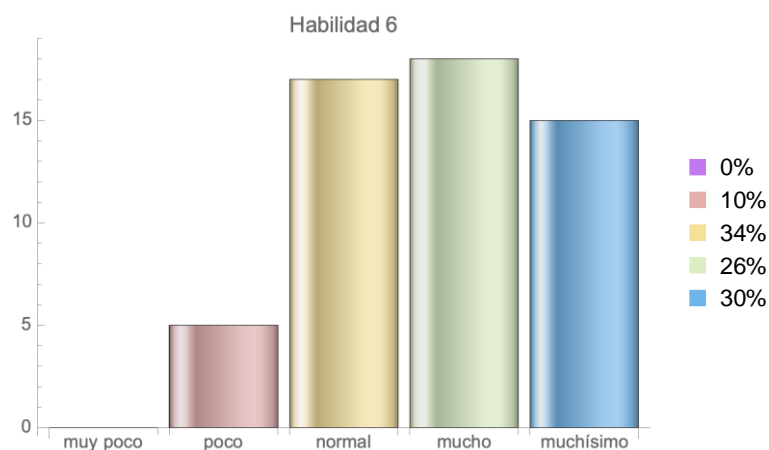


Figura 52. Histograma de respuestas - Habilidad 6 (fin de curso).

Los resultados de la habilidad 6 (de tipo actitudinal) indican que, en promedio, solo el 56% de los estudiantes ha respondido a esta habilidad direccionada a la “comunicación” como una de las fortalezas de la metodología aprendizaje activo; 34% de los estudiantes, en promedio, lo consideran algo normal y el 10% de ellos aún lo aplican muy poco; resultados que eran previsible ya que esta habilidad direcciona la parte “social” del aprendizaje y la importancia de que el estudiante aprenda a compartir, especialmente mediante comunicación verbal, el significado de lo aprendido. Es evidente y demostrable en la interacción frecuente con el estudiante que esta habilidad es una de las que más renuencia evidencia por parte del estudiante.

Habilidad 7: Adquiero conocimiento de los recursos personales y limitaciones para aprovecharlos con eficacia. Su histograma se muestra en la figura 53.

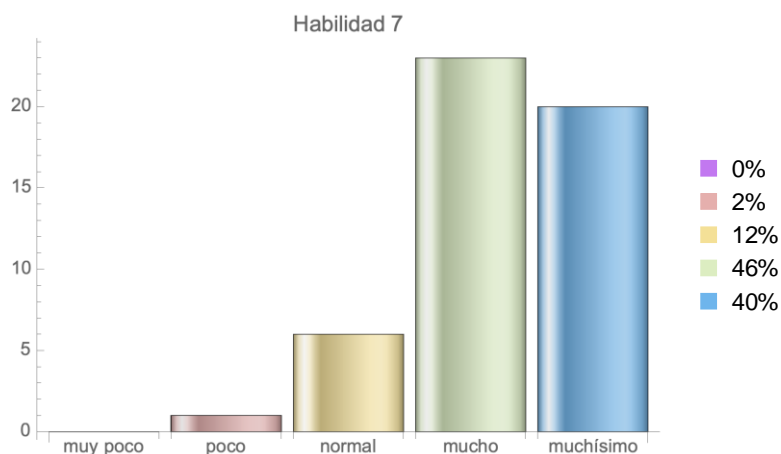


Figura 53. Histograma de respuestas - Habilidad 7 (fin de curso).

Los resultados de la habilidad 7 (de tipo cognitiva), direccionada a la “automotivación” indican que, en promedio, el 86% de los estudiantes indicó haberla desarrollado significativamente, un 12% consideró estarla aplicando normalmente, apenas un 2% aplicarla poco y no existen respuestas de “muy poco”; resultados también previsible ya que la metodología aprendizaje activo es esencialmente auto motivadora y su diseño está direccionado en que se produzca

este efecto en el estudiante, partiendo del hecho de que la motivación del estudiante es vital tanto al inicio como durante el desarrollo de la metodología.

Habilidad 8: Ajusto mis argumentos a los diferentes grupos de trabajo y/o actividades grupales. Su histograma se muestra en la figura 54.

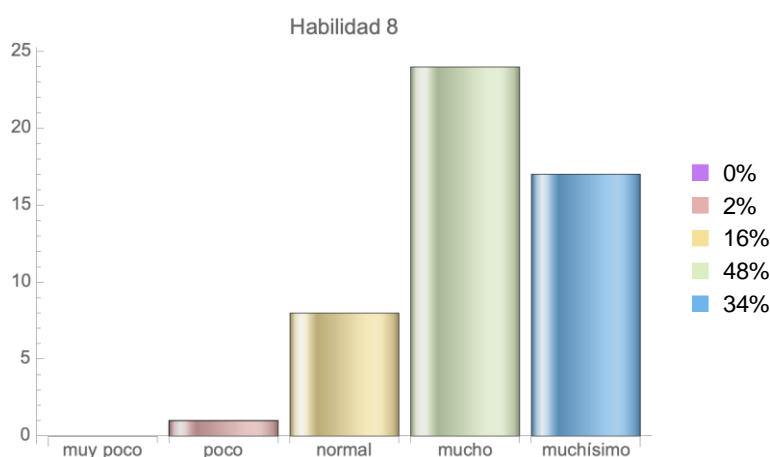


Figura 54. Histograma de respuestas - Habilidad 8 (fin de curso).

Un importante porcentaje de los encuestados (82%) respondió que han desarrollado significativamente la habilidad 8 (de tipo actitudinal) direccionada a la “adaptación al trabajo grupal”, es decir, una habilidad predominantemente de comunicación, en la que se busca a través del desarrollo de las actividades grupales de la metodología que el estudiante sea escuchado y se relacione con sus compañeros y profesores, entregando y recibiendo mensajes, argumentos y deducciones que sean respetadas y valoradas. Este resultado se considera muy prometedor ya que la adaptación a la metodología innovadora es clave para la obtención del aprendizaje significativo.

Habilidad 9: Incluyo nuevos procedimientos y acciones en las actividades para superar las limitaciones y solventar los problemas. Su histograma se muestra en la figura 55.

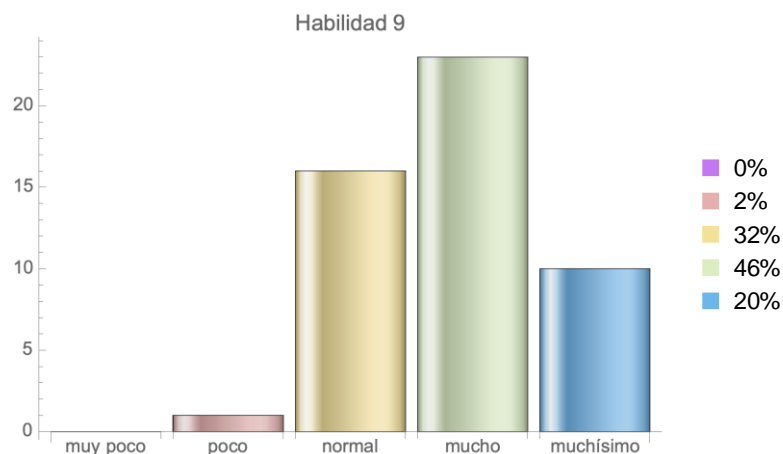


Figura 55. Histograma de respuestas - Habilidad 9 (fin de curso).

En esta habilidad de tipo cognitiva, direccionada a los “estrategias de aprendizaje” un 66% de los estudiantes declararon haber alcanzado un desarrollo significativo de la misma, mientras que un 32% indicaron que la están aplicando de una manera “normal”; esto es fundamental para que se adquieran métodos de resolución ya que esto es un factor preponderante para la disposición del alumno a aprender.

Habilidad 10: Ejecuto iniciativas que se comunican con certeza y coherencia para estimular a los demás. Su histograma se muestra en la figura 56.

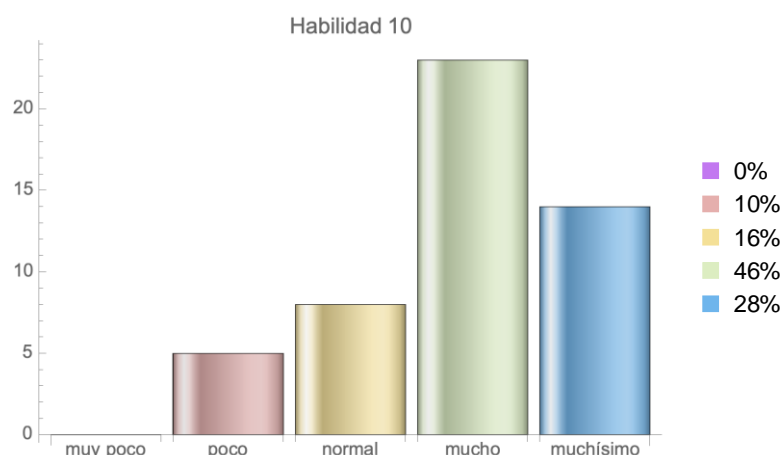


Figura 56. Histograma de respuestas - Habilidad 10 (fin de curso).

Para esta habilidad 10 de tipo actitudinal y dirigida hacia el “liderazgo”, los resultados indican que un 74% de los estudiantes han superado con eficacia la

dificultad para comunicarse con argumentación y claridad y demostrar que pueden ser personas capaces de guiar e influir a otros, manteniendo coherencia entre lo comunicado y lo actuado y pudiendo estimular las acciones y pensamiento de los demás. Es muy importante también que solo un 10% de los encuestados indicó “poco” desarrollo y ninguno respondió “muy poco”.

La planificación y estructura de la metodología aprendizaje activo desarrolla en los estudiantes un marco de habilidades actitudinales y cognitivas, que es necesario detectar, analizar y mejorar con el fin de que se constituyan en un valor agregado en la formación de los futuros profesionales.

En las tablas 34 y 35 se observa el resultado porcentual de la aplicación del cuestionario al grupo piloto de estudiantes en ambas metodologías para las respuestas de valoración 4 (mucho) y 5 (muchísimo) en la escala Likert respectiva.

Tabla 34. Desarrollo de habilidades actitudinales (fin de curso)

Ítem	Habilidad	Desarrollo (%)
1	Tolerancia	76
2	Planificación	74
8	Comunicación	82
9	Capacidad para trabajar en equipo	66
10	Liderazgo	74

Tabla 35. Desarrollo de habilidades cognitivas (fin de curso)

Ítem	Habilidad	Desarrollo (%)
3	Resolución de problemas	84
4	Aprender a aprender	90
5	Uso de la teoría en resolución de problemas	66
6	Estrategias de aprendizaje	66
7	Automotivación	86

Luego de analizar las respuestas obtenidas producto de la aplicación de la encuesta al mismo grupo piloto, al inicio del curso de admisión y al final del primer año de carrera universitaria se puede resumir la información que muestre la diferencia en la percepción del postulante que luego se convierte en estudiante con respecto a la percepción que tiene acerca del desarrollo de sus habilidades actitudinales y cognitivas en los dos horizontes de tiempo (ver tabla 36).

Tabla 36. Diferencias de percepción en el desarrollo significativo de habilidades.

Ítem	Habilidad	Tipo	Desarrollo al inicio del curso de admisión	Desarrollo al final del 1er. año de carrera	Diferencia porcentual
1	Tolerancia	Actitudinal	67%	76%	9%
2	Planificación	Actitudinal	66%	74%	8%
3	Resolución de problemas	Cognitiva	62%	84%	24%
4	Aprender a aprender	Cognitiva	62%	90%	28%
5	Uso de la teoría en resolución de problemas	Cognitiva	56%	66%	10%
6	Estrategias de aprendizaje	Cognitiva	42%	66%	24%
7	Automotivación	Cognitiva	66%	86%	20%
8	Comunicación	Actitudinal	62%	82%	20%
9	Capacidad para trabajar en equipo	Actitudinal	53%	66%	13%
10	Liderazgo	Actitudinal	50%	74%	24%

Resulta un hallazgo relevante encontrar que la opinión de los estudiantes que siguieron su curso de admisión en aprendizaje activo perciben haber desarrollado en distinta medida absolutamente todas las diez habilidades encuestadas, siendo la cognitiva de mayor desarrollo la habilidad de “aprender a aprender” con una diferencia del 28% entre los dos escenarios utilizados, y la actitudinal de mayor desarrollo “liderazgo” con un 24%; esto indica que la aplicación de la metodología aprendizaje activo impactó significativamente en el estudiante en desechar lo que se aprendió mal y a aprender como asimilar los nuevo y correctos conceptos con una actitud positiva para su respectiva aprehensión, y que ha mejorado mucho su

argumentación y capacidad para poder guiar a sus compañeros, influyendo sobre ellos de manera positiva.

Las habilidades cognitivas y actitudinales que muestran menor desarrollo son el “uso de la teoría en la solución de ejercicios” con un 9% y la “planificación” con un 8% respectivamente, lo que se traduce en la necesidad de seguir implementando acciones y estrategias académicas que conduzcan al estudiante a seguir anulando la memorización de conceptos y a mejorar la distribución de tiempo y tareas basados en buenos hábitos de estudio.

4.8. ANÁLISIS DE ESTILOS DE APRENDIZAJE DE POSTULANTES POR MODALIDAD – CURSO DE ADMISIÓN

Se utilizó la tipificación o baremo de preferencias en estilos de aprendizaje, propuesto por los autores del cuestionario CHAEA, el cual se muestra en la tabla 37.

Tabla 37. Baremo propuesto para preferencias de Estilos de Aprendizaje.

Estilo de Aprendizaje	10% preferencia muy baja	20% preferencia baja	40% preferencia moderada	20% preferencia alta	10% preferencia muy alta
Activo	0 - 6	7 - 8	9 - 12	13 - 14	15 - 20
Reflexivo	0 - 10	11 - 13	14 - 17	18 - 19	20
Teórico	0 - 6	7 - 9	10 - 13	14 - 15	16 - 20
Pragmático	0 - 8	9 - 10	11 - 13	14 - 15	16 - 20

Fuente: (Alonso et al., 1994).

Postulantes con modalidad tradicional

Al analizar el conjunto de datos de respuestas al cuestionario CHAEA para los postulantes que atendieron el curso de admisión con la modalidad tradicional se observaron los siguientes hallazgos preliminares:

- La tabla 38 muestra los estadísticos descriptivos de los estilos de aprendizaje para los postulantes que atendieron el curso de admisión con la modalidad tradicional.

Tabla 38. Estadísticos descriptivos de estilos de aprendizaje (modalidad tradicional)

	Activo	Reflexivo	Teórico	Pragmático
Media	11.06	16.64	14.56	13.92
Mediana	11.00	17.00	15.00	14.00
Moda	10.00	17.00	13.00 16.00	15.00
Dev. St.	2.934	2.097	2.404	2.561
1Q	9.00	15.00	13.00	12.00
3Q	13.00	18.00	16.00	16.00
Mínimo	4.00	9.00	7.00	6.00
Máximo	20.00	20.00	20.00	20.00
Asimetría	0.101	-0.687	-0.105	-0.176
Kurtosis	2.724	3.550	2.810	2.662

- Las distribuciones de los estilos reflexivo, teórico y pragmático están desviados a la derecha con valores de asimetría negativo, es decir, con cola a la izquierda; mientras que la distribución de datos del estilo activo presenta una baja asimetría positiva.
- Los 4 estilos de aprendizaje presentan una distribución leptocúrtica, es decir, con mayor concentración de datos en torno a la media.
- En general, basados en la medida de la media del conjunto de datos respectivo, los postulantes tienen una preferencia moderada por los estilos activo (media 11.06), reflexivo (media 16.64) y pragmático (media 13.92), y una preferencia alta por el estilo teórico (media 14.56); en la figura 57 se muestra el diagrama de cajas respectivo, incluyendo el valor de las medianas para cada estilo.



Figura 57. Diagrama de cajas para preferencias de estilos de aprendizaje – general (tradicional)

- Para el estilo activo, el mayor porcentaje de estudiantes tiene una preferencia moderada (51.02%), mientras que el menor porcentaje tiene una preferencia muy baja (5.71%). Para el estilo reflexivo, el mayor porcentaje de estudiantes tiene una preferencia moderada (55.92%), mientras que el menor porcentaje tiene una preferencia muy baja (0.82%). Para el estilo teórico, el mayor porcentaje de estudiantes tiene una preferencia muy alta (37.55%), mientras que el menor porcentaje tiene una preferencia muy baja (0.00%). Para el estilo pragmático, el mayor porcentaje de estudiantes tiene una moderada (35.51%), mientras que el menor porcentaje tiene una preferencia muy baja (1.63%) (ver figura 58).

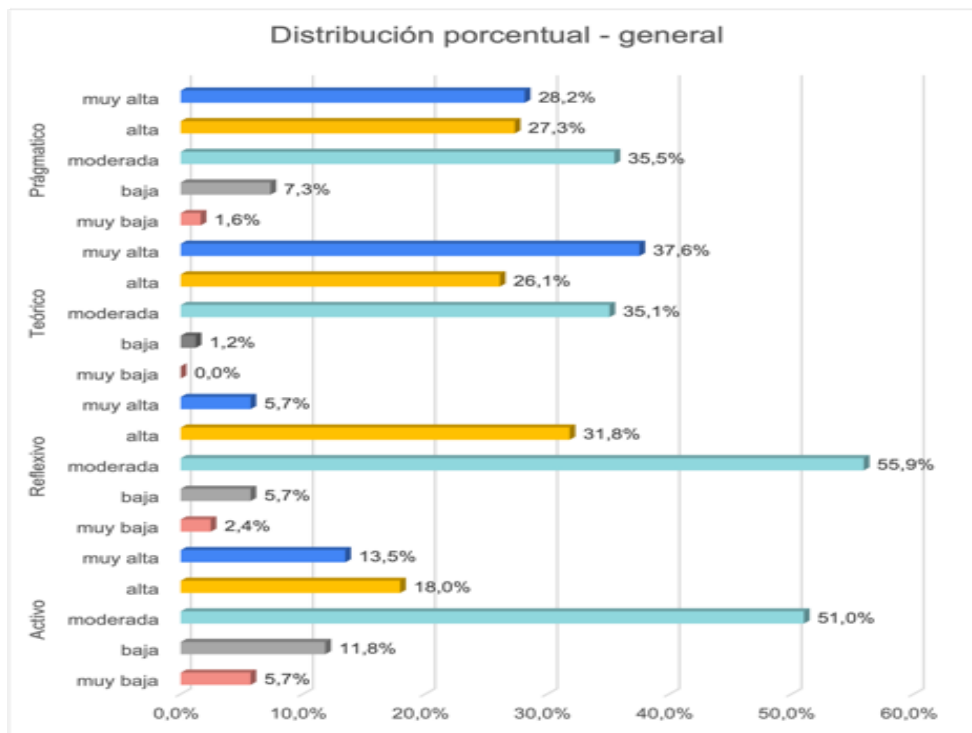


Figura 58. Distribución porcentual general – estilos de aprendizaje (tradicional).

- Basados en la medida de la media, los postulantes de sexo masculino tienen una preferencia moderada por los estilos activo (media 11.04), reflexivo (media 16.67) y una preferencia alta por los estilos teórico (media 14.67) y pragmático (media 14.19). En la figura 59 se puede observar el diagrama de cajas respectivo incluyendo además el valor de cada mediana.

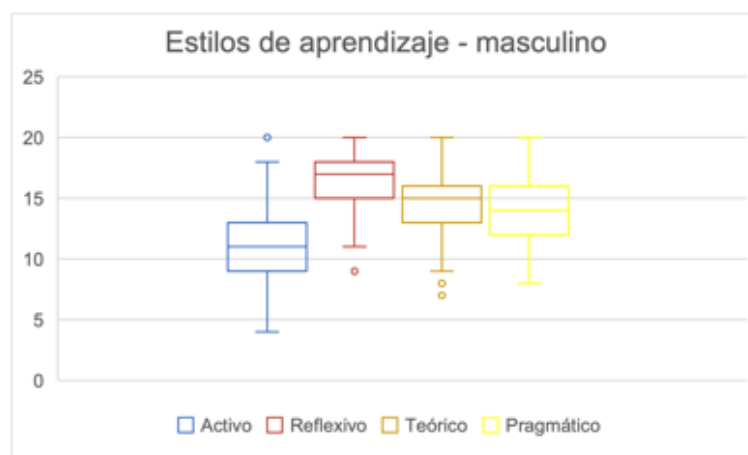


Figura 59. Diagrama de cajas para preferencias de estilos de aprendizaje – masculino (tradicional).

- La mayor cantidad de postulantes de sexo masculino que tomaron el curso de admisión en modalidad tradicional, en lo que se refiere al estilo activo, presentaron una preferencia moderada (51.5%), para el estilo reflexivo, presentaron en su mayoría una preferencia moderada (55.09%); en lo que respecta al estilo teórico la mayoría presentó una preferencia muy alta (38.92%), seguida por una preferencia moderada (32.93%) y para el estilo pragmático, repartieron mayoritariamente su preferencia de una forma moderada (32.34%) y muy alta (31.74%). La figura 60 muestra las distribuciones porcentuales de los postulantes masculinos por estilo de aprendizaje.

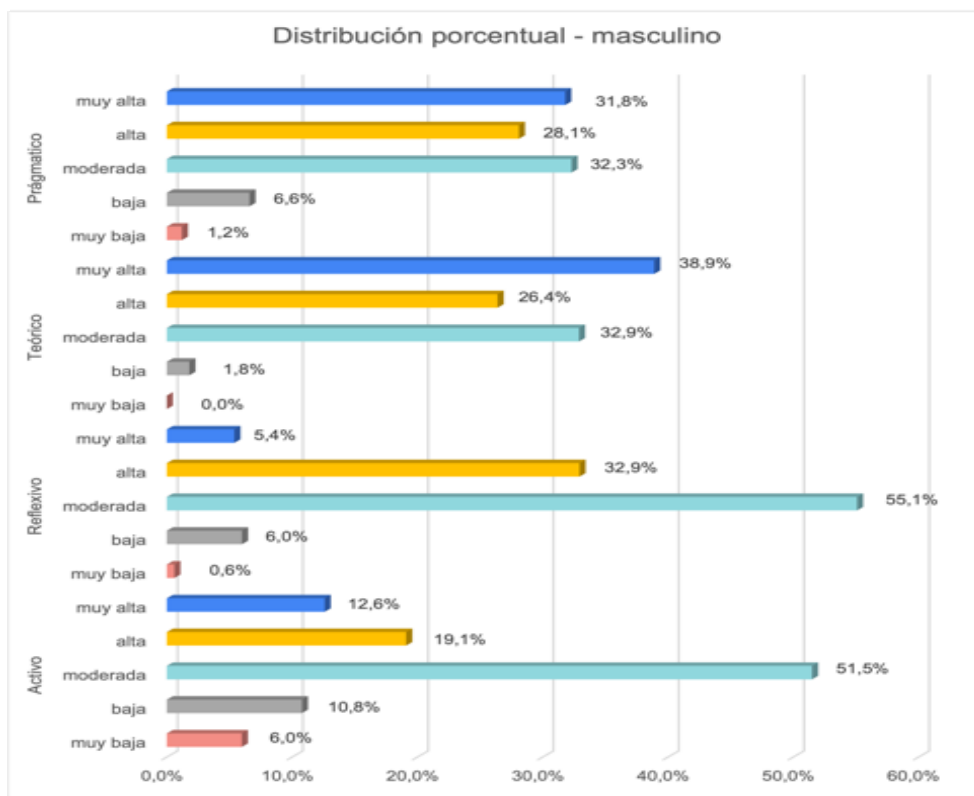


Figura 60. Distribución porcentual de estilos de aprendizaje – masculino (tradicional).

- Basados en la medida de la media, los postulantes de sexo femenino tienen una preferencia moderada por los estilos activo (media 11.09), reflexivo (media 16.56) y pragmático (media 13.35) y una preferencia alta por el estilo teórico (media 14.33). En la figura 61 se muestra el diagrama de cajas respectivo incluyendo además el valor de las respectivas medianas.

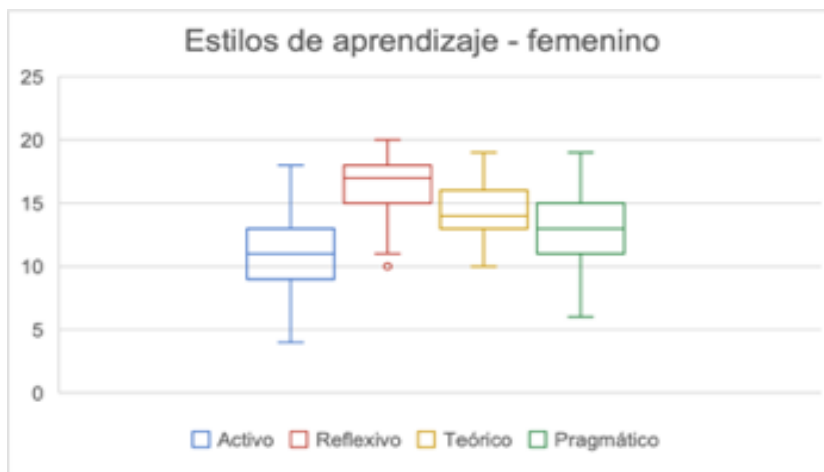


Figura 61. Diagrama de cajas para preferencias de estilos de aprendizaje – femenino (tradicional).

- La mitad de los postulantes de sexo femenino que tomaron el curso de admisión en modalidad tradicional, en lo que se refiere al estilo activo, presentaron una preferencia moderada, para el estilo reflexivo, la mayoría presentó una preferencia moderada (57.69%), en lo que se refiere al estilo teórico, la mayoría presentó una preferencia moderada (39.74%), seguida por una preferencia muy alta (34.62%) y en el estilo pragmático, la mayoría presentó una preferencia moderada (42.31%) (ver figura 62).

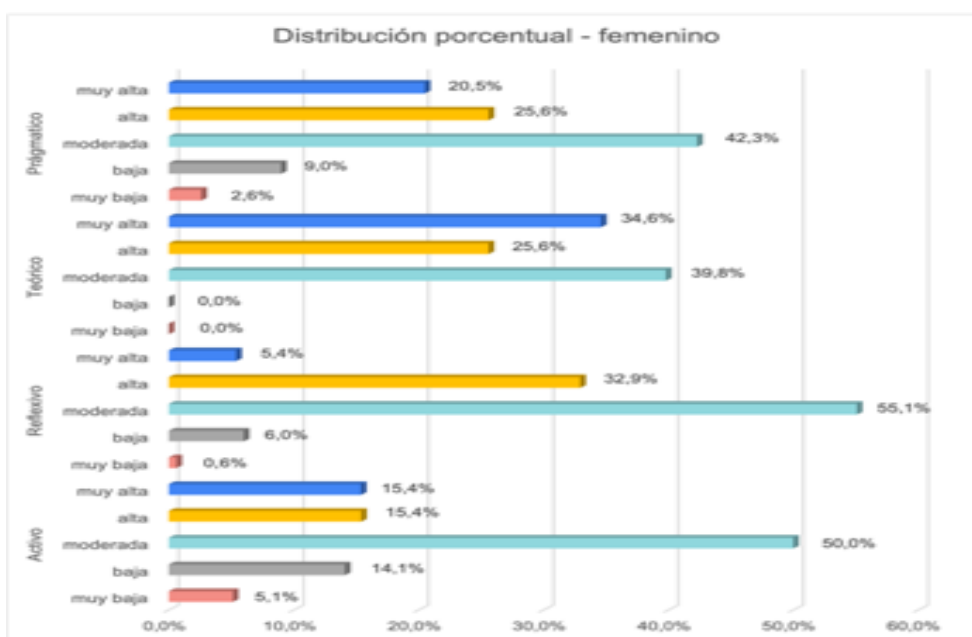


Figura 62. Distribución porcentual de estilos de aprendizaje – femenino (tradicional).

- Los postulantes con rango de edades entre 17 a 18 años tienen una preferencia moderada por los estilos activo (media 10.2), reflexivo (media 15.7), pragmático (media 12.7) y una preferencia alta por el estilo teórico (media 13.7).
- Los postulantes con rango de edades entre 18 a 19 años tienen una preferencia moderada por los estilos activo (media 10.7), reflexivo (media 16.3), pragmático (media 13.9) y una preferencia alta por el estilo teórico (media 14.5).
- Los postulantes con rango de edades entre 19 a 20 años tienen una preferencia moderada por los estilos activo (media 10.8), reflexivo (media 16.9), pragmático (media 13.6) y una preferencia alta por el estilo teórico (media 14.3).
- Los postulantes con rango de edades entre 20 a 21 años tienen una preferencia moderada por los estilos activo (media 10.9), reflexivo (media 16.6), pragmático (media 13.9) y una preferencia alta por el estilo teórico (media 14.4).
- Los postulantes con rango de edades entre 21 a 22 años tienen una preferencia moderada por los estilos activo (media 10.7), reflexivo (media 16.8) y una preferencia alta por los estilos teórico (media 15.1) y pragmático (media 14.3).

El cuestionario CHAEA en sí es un cuestionario reconocido internacionalmente, a pesar de esto, se realizó el análisis de confiabilidad del instrumento CHAEA y de cada una de sus 4 dimensiones referentes a cada estilo de aprendizaje (activo, reflexivo, teórico y pragmático) aplicado a nuestra población de estudio con base a las respuestas obtenidas entregando los siguientes resultados para el Alpha de Cronbach (ver tabla 39):

Tabla 39. Índices de confiabilidad – CHAEA (modalidad tradicional).

Alpha de Cronbach - CHAEA				
Activo	Reflexivo	Teórico	Pragmático	Total
0.79	0.75	0.72	0.73	0.89

Se procedió a realizar un análisis factorial exploratorio con método de extracción de ejes factoriales principales, inicialmente sin rotación. El valor obtenido de KMO

es de 0.76, el cual indica una adecuación moderada de los datos de la investigación al modelo de análisis factorial. Para la prueba de esfericidad de Bartlett el p-valor es igual a 0, con un valor chi cuadrado aproximado de 2473,8 y 3160 grados de libertad, por lo tanto y como se esperaba, se rechaza la hipótesis nula de variables iniciales no correlacionadas; además, el determinante de la matriz de correlaciones es igual a cero.

Si se sigue el criterio de observar los valores propios iniciales mayores que la unidad, la herramienta tecnológica recomienda la extracción de 24 factores para explicar el 67% de la varianza. La menor de las comunalidades (0.257) le corresponde a la pregunta 3 del estilo teórico “me interesa saber cuáles son los sistemas de valores de los demás y con qué criterios actúan” y la mayor (0.730) a la pregunta 11 del estilo práctico “me gusta experimentar y aplicar las cosas”.

Al aplicar una rotación tipo varimax con normalización Kaiser y extraer 4 factores (para ser consistente con los 4 factores que componen los estilos de aprendizaje), se obtuvo que los 4 factores extraídos explican sólo el 30% de la varianza, siendo el primer factor el de mayor capacidad informativa ya que absorbe el 12.9% de la información, resultado previsible en cuanto a la baja absorción de inercia debido al elevado número de ítems del cuestionario.

La tabla 40 muestra la matriz de ejes factoriales rotada, donde se pudieron detectar preguntas de los 4 estilos de aprendizaje con muy baja carga factorial y solo se consideraron para la misma aquellos valores mayores que 0.30.

Tabla 40. Matriz de ejes factoriales rotada (modalidad tradicional)

Pregunta según estilo de aprendizaje	Factor			
	1	2	3	4
A1		.476		
A2		.436		
A3		.374		
A4	.478			
A5		.373		
A6	.509			
A7	.375			
A8			.522	
A9		.563		
A10		.331	.395	
A11				.305
A12	.492		.334	
A13		.682		
A14			.447	
A15	.512		.343	
A16	.449			
A17		.515		
A18			.604	
A19		.441		
A20		.518		
R1	.523			
R2			-.529	
R3	.556			
R4	.600			
R5				
R6	.540			
R7	.548			
R8			-.445	
R9	.436		-.371	
R10		.312		.301
R11		.350		
R12	.328			.345
R13		.396		
R14				.607
R15	.444			
R16	.502		-.321	
R17			-.484	
R18		.548		
R19	.577			
R20	.360			

Tabla 40. Matriz de ejes factoriales rotada (modalidad tradicional - continuación)

Pregunta según estilo de aprendizaje	Factor			
	1	2	3	4
T1				
T2	.410			
T3	.330			
T4	.422			
T5		.311		
T6	.403			.356
T7	.586			
T8		.331		.301
T9		.391		
T10				.535
T11	.486			
T12	.386			
T13	.344			.390
T14	.583			.374
T15		.340	-.306	
T16	.464			
T17				.601
T18	.574			
T19	.469			.447
T20				.435
P1	.318			
P2				
P3	.497			
P4		.407		
P5	.425			
P6				.368
P7	.550			
P8				.402
P9	.303			.379
P10	.476	.316		
P11	.557		.365	
P12	.322			.449
P13				
P14	.539			.397
P15	.508			
P16				.438
P17		.627		
P18		.563		
P19		.317		
P20		.441		

La estructura hallada no coincide con la estructura hipotetizada por los autores del cuestionario CHAEA.

Estilo Activo: sus ítems en el cuestionario CHAEA son 3, 5, 7, 9, 13, 20, 26, 27, 35, 37, 41, 43, 46, 48, 51, 61, 67, 74, 75 y 77, que en relación con nuestra notación son: A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19 y A20, respectivamente. 6 ítems (A4, A6, A7, A12, A15 y A16) presentan la mayor carga factorial en el eje 1; 9 ítems (A1, A2, A3, A5, A9, A13, A17, A19, A20) presentan la mayor carga factorial en el eje 2; 4 ítems (A8, A10, A14, A18) presentan la mayor carga factorial en el eje 3; 1 sólo ítem (A11) presenta la mayor carga factorial en el eje 4. En general, el ítem A13 (pregunta 46) presenta la mayor carga factorial con un valor de 0.682, mientras que el ítem A11 (pregunta 41), la menor con 0.305.

Estilo Reflexivo: sus ítems en el cuestionario CHAEA son 10, 16, 18, 19, 28, 31, 32, 34, 36, 39, 42, 44, 49, 55, 58, 63, 65, 69, 70 y 79, que en relación con nuestra notación son: R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19 y R20, respectivamente. 10 ítems (R1, R3, R4, R6, R7, R9, R15, R16, R19 y R20) presentan la mayor carga factorial en el eje 1; 4 ítems (R10, R11, R13 y R18) presentan la mayor carga factorial en el eje 2; 4 ítems cargan en el eje 3 (R2, R8 y R17), 2 ítems (R12 y R14) presentan la mayor carga factorial en el eje 4. El ítem R10 (pregunta 39) presenta la menor carga factorial (0.301) mientras que el ítem R14 (pregunta 55) presenta la carga la mayor con 0.607.

Estilo Teórico: sus ítems en el cuestionario CHAEA son 2, 4, 6, 11, 15, 17, 21, 23, 25, 29, 33, 45, 50, 54, 60, 64, 66, 71, 78 y 80, que en relación con nuestra notación son: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T16, T17, T18, T19 y T20, respectivamente. 11 ítems (T2, T3, T4, T6, T7, T11, T12, T14, T16, T18, T19) presentan la mayor carga factorial en el eje 1; 4 ítems (T5, T8, T9 y T15) presentan la mayor carga factorial en el eje 2; no existen ítems que carguen en el eje 3 con cargas mayores a 0.30 y 4 ítems (T10, T13, T17 y T20) presentan la mayor carga factorial en el eje 4. El ítem T17 (pregunta 66) presenta la mayor carga factorial (0.601) mientras que el ítem T1 no presenta carga factorial mayor a 0.30 en ninguno de los 4 ejes.

Estilo Pragmático: sus ítems son 1, 8, 12, 14, 22, 24, 30, 38, 40, 47, 52, 53, 56, 57, 59, 62, 68, 72, 73 y 76, que en relación con nuestra notación son: P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19 y P20, respectivamente. En el primer eje cargan 8 ítems (P1, P3, P7, P9, P10, P11, P14 y P15); 5 ítems (P4, P17, P18, P19 y P20) presentan la mayor carga factorial en el eje 2; no existen ítems que carguen en el eje 3 con cargas mayores a 0.30 y 5 ítems (P6, P8, P9, P12 y P16) presentan la mayor carga factorial en el eje 4. El ítem P17 (pregunta 68) presenta la mayor carga factorial (0.627) mientras que los ítems P2 y P13 no presentan carga factorial mayor a 0.30 en ninguno de los 4 ejes.

Debido a la alta cantidad de cargas factoriales con valores bajos se procedió a eliminar los temas con valores de MSA (Measures of Sampling Adequacy) inferiores a 0.80, siendo en total 53 los ítems retirados, de esta forma se obtuvo una estructura que sin ser coincidente con la hipotética si es similar, con un KMO de 0.853 y donde los 4 factores explican el 43.4% de la varianza; las cargas factoriales resultantes y la estructura de cada uno de los 4 ejes rotados se muestran en la tabla 41, donde se han eliminado todos los valores menores a 0.30.

Tabla 41. Matriz reducida de ejes factoriales rotada (modalidad tradicional)

Pregunta según estilo de aprendizaje	Factor			
	1	2	3	4
R3	.670			
R18	.668			
R19	.617			
T7	.604			
T6	.527	.349		
R4	.525			
A4	.525		.343	
T16	.362			
T19		.650		
T14		.627		.338
R12		.571		
P14		.512		
T13		.511		
R16	.335	.505		
T11	.314	.463		
T4	.404	.430		
R6		.413		
A16			.679	
P10			.662	
P3			.542	
T18	.336		.533	
P15			.452	
A12			.439	.382
A15				.755
P11				.753
P5				.515
R14		.402		.485

Los factores de carga para la estructura final a través de los 4 ejes factoriales para cada uno de los ítems puede también pueden ser representadas en forma gráfica (ver figura 63).

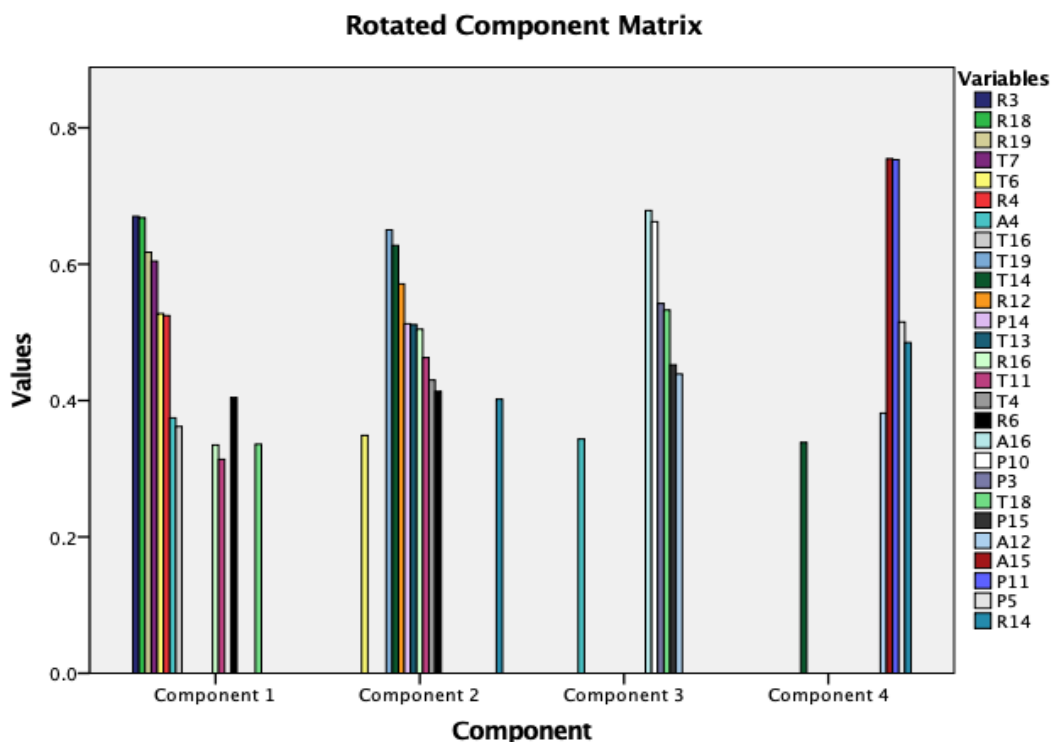


Figura 63. Cargas factoriales para los 4 ejes rotados.

En cuanto a la confiabilidad de cuestionario CHAEA para nuestro modelo obtenido por medio del análisis factorial exploratorio utilizando ejes factoriales principales y rotación varimax, se procedió a obtener el Alfa de Cronbach para el modelo total, así como para la sección de cada uno los 4 componentes (activo, reflexivo, teórico y pragmático) y compararlo con los valores de confiabilidad del instrumento CHAEA hipotético construido por Alonso et al (1999: 81-82), estos resultados se muestran en la tabla 42.

Tabla 42. Comparación de confiabilidad, modelo obtenido vs. modelo hipotético.

MODELO	FACTORES				CHAEA total
	Activo	Reflexivo	Teórico	Pragmático	
Hipotético	0.63	0.73	0.66	0.59	
AF con rotación varimax	0.63	0.73	0.76	0.68	0.89

Debido a que no fue posible encontrar la estructura hipotética esperada, ya que a pesar de tener alta representatividad sigue siendo una muestra con el conjunto de

datos analizado, por esta razón se procedió a realizar el análisis factorial confirmatorio.

Al aplicar el análisis factorial confirmatorio al modelo reducido entrega un indicador de chi cuadrado de 660.94 y un p-valor de 0.000.

El diseño del modelo obtenido se puede observar en la figura 64 para cada uno de los 4 factores.

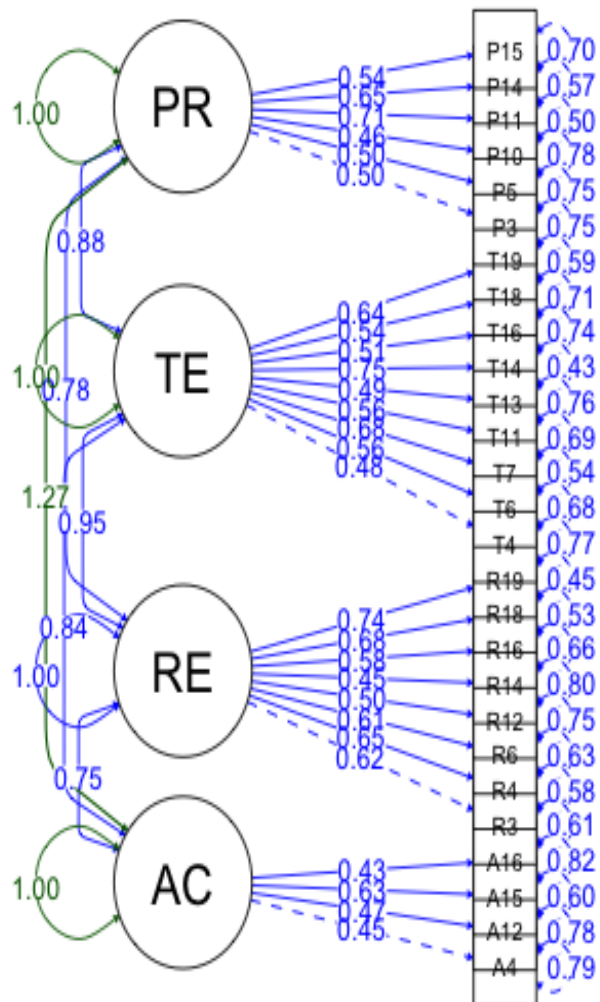


Figura 64. Modelo con ubicación de variables a las dimensiones latentes.

Además, se obtuvieron los datos de bondad de ajuste que se muestran en la tabla 43.

Tabla 43. Indicadores de bondad de ajuste del modelo (tradicional).

Indicador	Valor esperado	Valor obtenido
SRMR	< 0.80	0.078
GFI	> 0.90 y cercano a uno	0.964
AGFI	> 0.90 y cercano a uno	0.949
Bondad del ajuste		
NFI		NFI = 0.938
RFI	Tres o más deben tener	RFI = 0.931
IFI	un valor > 0.90	IFI = 0.967
TLI		TLI = 0.963
CFI		CFI = 0.967
RMSEA	< 0.50	0.067
p close	> 0.05	0.999

Se obtuvo un valor de residuo estandarizado cuadrático medio (SRMR) de 0.078; valores de índice de bondad de ajuste (GFI) y de índice de bondad de ajuste generalizado muy cercanos a la unidad; el índice de ajuste normalizado (NFI), el índice de ajuste relativo (RFI), el índice de ajuste incremental (IFI), el índice de Tucker-Lewis (TLI) y el índice de ajuste comparativo (CFI) son todos mayores que 0.9 cuando se exige que por lo menos lo sean tres de ellos y el error cuadrático medio de aproximación (RMSEA) resultó ser 0.067, muy por debajo del valor esperado; por lo tanto, no es necesario volver a revisar el modelo ya que, si se cumplieron los índices de validación; caso contrario, se debía identificar entre que par de errores era necesario ubicar covarianzas, haciéndolo entre aquellos cuyo índice de modificación era el más alto y considerando a la covarianza entre cada par de errores como un parámetro libre. Este proceso debería realizarse partiendo desde el valor más alto y verificando en cada paso como varían los índices de validación cuando se agregan las covarianzas.

Con los indicadores de bondad de ajuste obtenidos se puede considerar al modelo como válido; en la tabla 44 se muestran los estimadores de los parámetros del modelo con sus errores estándar, significaciones y parámetros estandarizados.

Tabla 44. Estimadores de los parámetros del modelo (tradicional).

Ítem	Parámetro	z-valor	P(> z)	Error Std.
A4	1.000			
A12	1.042	6.721	0.000	0.155
A15	1.396	8.081	0.000	0.173
A16	0.937	6.661	0.000	0.141
R3	1.000			
R4	1.047	10.904	0.000	0.096
R6	0.975	10.030	0.000	0.097
R12	0.800	7.397	0.000	0.108
R14	0.720	7.032	0.000	0.102
R16	0.939	9.436	0.000	0.100
R18	1.097	10.401	0.000	0.105
R19	1.190	9.935	0.000	0.120
T4	1.000			
T6	1.165	8.073	0.000	0.144
T7	1.401	8.170	0.000	0.172
T11	1.161	7.519	0.000	0.154
T13	1.004	6.864	0.000	0.146
T14	1.562	8.966	0.000	0.174
T16	1.047	6.977	0.000	0.150
T18	1.122	7.222	0.000	0.155
T19	1.330	8.154	0.000	0.163
P3	1.000			
P5	1.009	7.539	0.000	0.134
P10	0.936	7.882	0.000	0.119
P11	1.423	9.341	0.000	0.152
P14	1.317	9.363	0.000	0.141
P15	1.099	8.445	0.000	0.130

Es notorio que todos los parámetros del modelo son significativamente distintos de cero y cercanos al hipotético valor de la unidad.

El análisis factorial confirmatorio ha permitido validar el modelo obtenido a partir del cuestionario CHAEA a través del análisis factorial exploratorio utilizando el método de extracción de ejes factoriales principales y rotación tipo varimax.

Postulantes con modalidad aprendizaje activo

Al analizar el conjunto de datos de respuestas al cuestionario CHAEA para los postulantes que atendieron el curso de admisión con la modalidad aprendizaje activo se observaron los siguientes hallazgos preliminares:

- La tabla 45 muestra los estadísticos descriptivos de los estilos de aprendizaje para los postulantes que atendieron el curso de admisión con la modalidad aprendizaje activo.

Tabla 45. Estadísticos descriptivos de estilos de aprendizaje (aprendizaje activo)

	Activo	Reflexivo	Teórico	Pragmático
Media	11.35	16.52	14.32	13.51
Mediana	11.00	17.00	14.00	13.00
Moda	13.00	17.00 18.00	14.00	13.00
Dev. St.	3.162	2.097	2.404	2.561
1Q	9.00	15.00	13.00	12.00
3Q	14.00	18.00	16.00	15.75
Mínimo	4.00	8.00	5.00	5.00
Máximo	20.00	20.00	20.00	20.00
Asimetría	0.083	-1.092	-0.432	-0.277
Kurtosis	2.615	2.308	2.848	2.682

- En general, basados en la medida de la media del conjunto de datos respectivo, los postulantes tienen una preferencia moderada por los estilos activo (media 11.35), reflexivo (media 16.52) y pragmático (media 13.51), y una preferencia alta por el estilo teórico (media 14.32); en la figura 65 se muestra el diagrama de cajas respectivo, incluyendo el valor de las medianas para cada estilo.



Figura 65. Diagrama de cajas para preferencias de estilos de aprendizaje – general (aprendizaje activo).

- En general, para el estilo activo, el mayor porcentaje de estudiantes que atendieron el curso de admisión en modalidad aprendizaje activo una preferencia moderada (41.4%), mientras que el menor porcentaje tiene una preferencia muy alta (5.9%). Para el estilo reflexivo, el mayor porcentaje de estudiantes tiene una preferencia moderada (50.5%), seguido de una preferencia alta (34.2%) mientras que el menor porcentaje tiene una preferencia muy baja (1.8%). Para el estilo teórico, el mayor porcentaje de estudiantes tiene una preferencia muy alta (39.6%) seguido por una preferencia moderada (29.7%) y una preferencia alta (25.2%); mientras que el menor porcentaje tiene una preferencia muy baja (0.5%). Para el estilo pragmático, el mayor porcentaje de estudiantes tiene una moderada (39.6%) seguido por una preferencia alta (23.9%) y muy alta (25.2%); mientras que el menor porcentaje tiene una preferencia muy baja (4.1%) (ver figura 66).

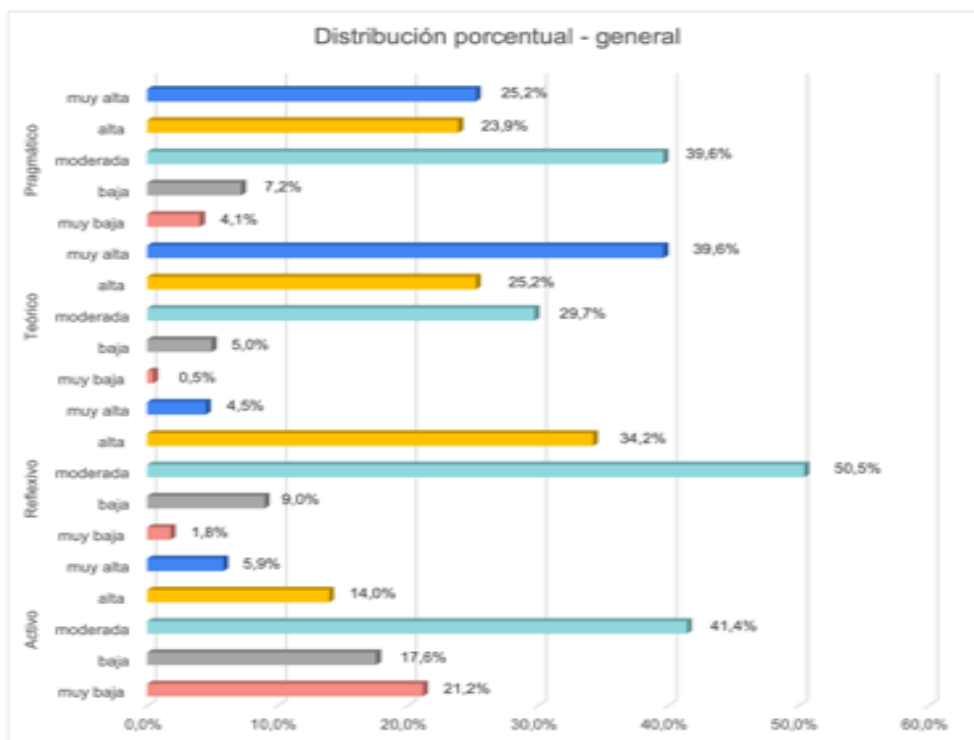


Figura 66. Distribución porcentual de estilos de aprendizaje – general (aprendizaje activo).

- Con base en la media, los postulantes de sexo masculino tienen una preferencia moderada por los estilos activo (media 11.33), reflexivo (media 16.32) y pragmático (media 13.66), y una preferencia alta por el estilo teórico (media 14.32); en la figura 59 se puede observar el diagrama de cajas respectivo incluyendo además el valor de cada mediana (ver figura 67).

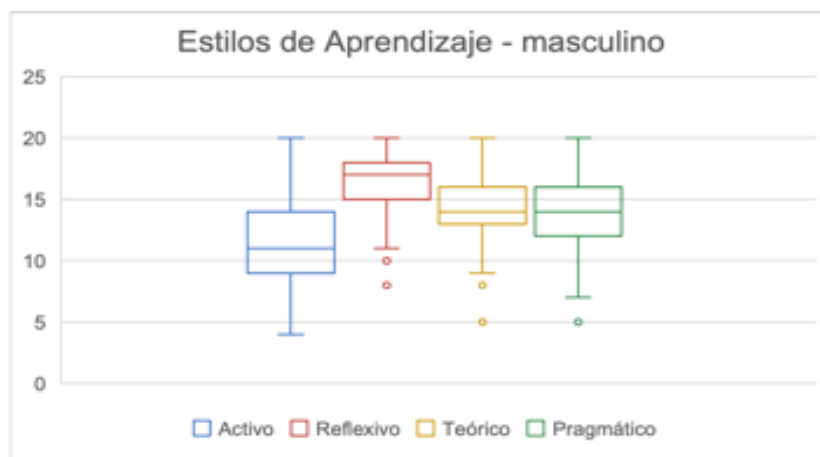


Figura 67. Diagrama de cajas para preferencias de estilos de aprendizaje (masculino – aprendizaje activo).

- La mayoría de los postulantes de sexo masculino que tomaron el curso de admisión en modalidad aprendizaje activo, en lo que se refiere a al estilo activo repartieron sus preferencias entre moderado (40.1%), muy baja (28%) y baja (20.4%); para el estilo reflexivo la mayoría tiene preferencia moderada (52.9%) y alta (30.6%); para el estilo teórico la mayor parte de los postulantes divide sus preferencias entre muy alta (39.5%), moderada (29.3%) y alta (24.8%); mientras que para el estilo pragmático la mayoría de preferencia se reparte entre moderada (38.2%), muy alta (27.4%) y alta (23.6%). La figura 68 muestra las distribuciones porcentuales de los postulantes masculinos por estilo de aprendizaje.

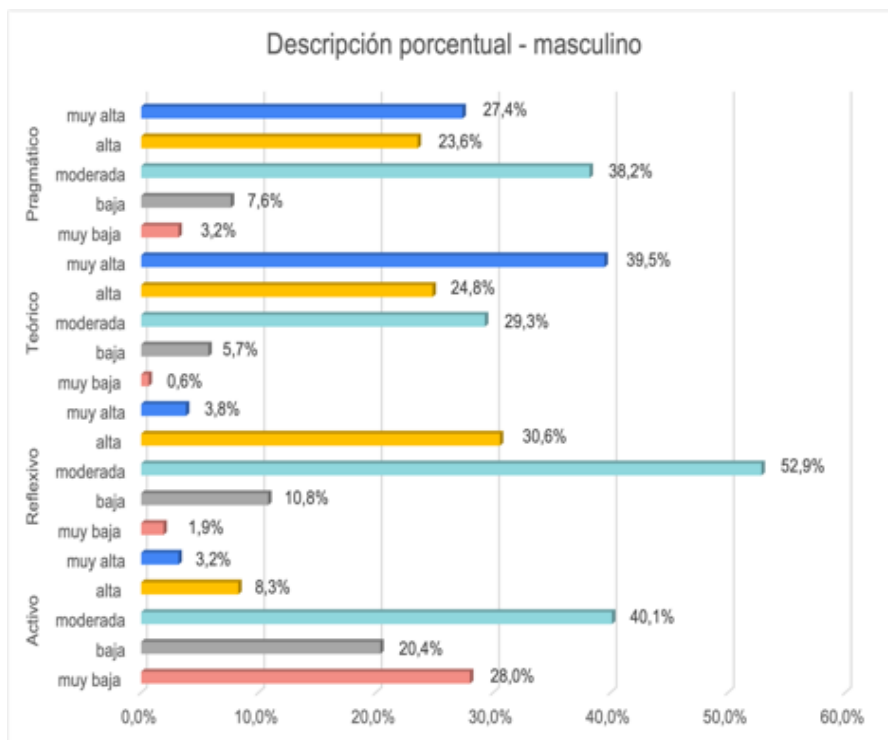


Figura 68. Distribución porcentual de estilos de aprendizaje (masculino – aprendizaje activo).

- Con base en la media, los postulantes de sexo femenino que atendieron el curso de admisión con modalidad aprendizaje activo tienen una preferencia moderada por los estilos activo (media 11.38) y reflexivo (media 17.00) y pragmático (media 13.17). y una preferencia alta por el estilo teórico (media 14.31); En la figura 69 se muestra el diagrama de cajas respectivo incluyendo además el valor de las respectivas medianas.

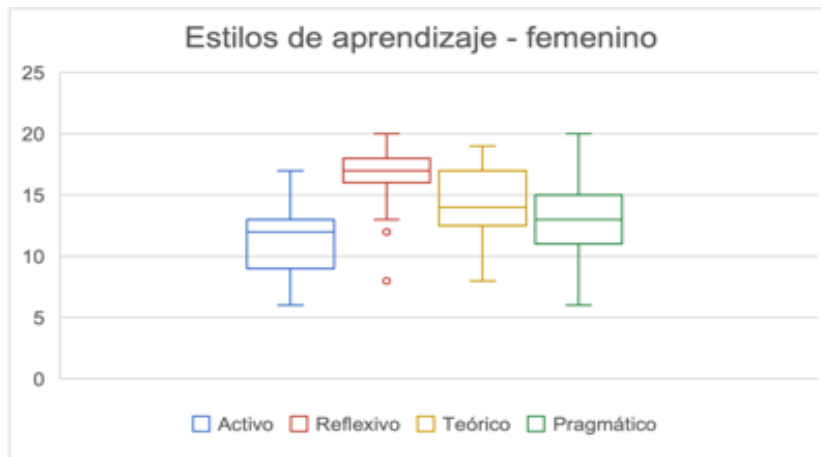


Figura 69. Diagrama de cajas para preferencias de estilos de aprendizaje (femenino – aprendizaje activo)

- La mayoría de los postulantes de sexo femenino que tomaron el curso de admisión en modalidad aprendizaje activo, en lo que se refiere a al estilo activo repartieron sus preferencias entre moderado (44.6%) y alta (27.7%); para el estilo reflexivo la mayoría tiene preferencia moderada (44,65) y alta (43,1%); para el estilo teórico la mayor parte de los postulante resultó con preferencia moderada (43.1%) y para el estilo pragmático la mayoría presentó preferencia alta (24.6%) y muy alta (20.0%) (ver figura 70).

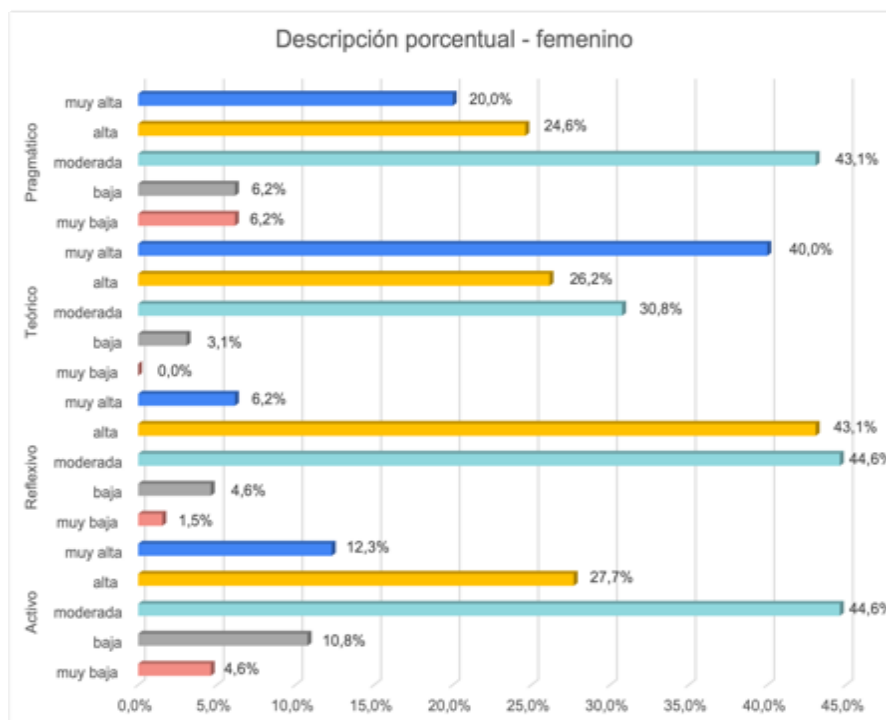


Figura 70. Distribución porcentual de estilos de aprendizaje - femenino (aprendizaje activo).

- Los postulantes con rango de edades entre 16 a 17 años tienen una preferencia moderada por el estilo activo (media 9.6) y reflexivo (media 15.3) y una preferencia alta por el estilo teórico (media 15.3) y pragmático (media 14.3).
- Los postulantes con rango de edades entre 17 a 18 años tienen una preferencia moderada por los estilos activo (media 12.1), reflexivo (media 16.4), teórico (media 13.7) y pragmático (media 12.7).
- Los postulantes con rango de edades entre 18 a 19 años tienen una preferencia moderada por los estilos activo (media 10.9), reflexivo (media 16.7), pragmático (media 13.1) y una preferencia alta por el estilo teórico (media 14.0).
- Los postulantes con rango de edades entre 19 a 20 años tienen una preferencia moderada por los estilos activo (media 11.0), reflexivo (media 16.0) y una preferencia alta por el estilo teórico (media 14.2) y pragmático (media 13.6).
- Los postulantes con rango de edades entre 20 a 21 años tienen una preferencia moderada por los estilos activo (media 9.8), reflexivo (media 16.3), pragmático (media 13.4) y una preferencia alta por el estilo teórico (media 14.1).
- Los postulantes con rango de edades entre 21 a 22 años tienen una preferencia baja por el estilo activo (media 8.1), moderada por los estilos reflexivo (media 16.1), pragmático (media 13.0) y una preferencia alta por el estilo teórico (media 15.0)

El análisis de confiabilidad del instrumento CHAEA y de cada una de sus 4 dimensiones referentes a cada estilo de aprendizaje (activo, reflexivo, teórico y pragmático) aplicado a nuestra población de estudio con base a las respuestas obtenidas entregó los siguientes resultados (ver tabla 46) para el Alpha de Cronbach:

Tabla 46. Índices de confiabilidad – CHAEA (aprendizaje activo).

Alpha de Cronbach - CHAEA				
Activo	Reflexivo	Teórico	Pragmático	Total
0.79	0.77	0.78	0.84	0.92

El valor obtenido de KMO es de 0.33, el cual indica una mala adecuación de los datos de la investigación al modelo de análisis factorial y en este caso la teoría desaconseja la realización de dicho análisis ya que sus resultados no serían útiles porque es muy baja la proporción de la varianza en las variables del modelo que podrían ser explicadas por factores subyacentes y, por lo tanto, no se puede afirmar que las variables del estudio pertenecen a un mismo conjunto homogéneo de variables.

Al realizar las comparaciones entre los resultados obtenidos para los postulantes que realizaron el curso de admisión con la modalidad tradicional y aquellos que lo hicieron con aprendizaje activo, es relevante considerar los siguientes hallazgos:

- La tabla 47 nos proporciona la información de las preferencias de los estilos de aprendizaje de los postulantes por modalidad y los valores de las medias respectivas, discriminadas por el sexo del postulante y modalidad de aprendizaje en relación con el baremo establecido para la investigación.

Tabla 47. Preferencias de estilos de aprendizaje de los postulantes.

Estilo de aprendizaje	Tradicional general	Tradicional masculino	Tradicional femenino	Aprendizaje activo general	Aprendizaje activo masculino	Aprendizaje activo femenino
Activo	moderada (11.06)	moderada (11.04)	moderada (11.09)	moderada (11.35)	moderada (11.33)	moderada (11.38)
Reflexivo	moderada (16.64)	moderada (16.67)	moderada (16.56)	moderada (16.52)	moderada (16.32)	moderada (17.00)
Teórico	alta (14.56)	alta (14.67)	alta (14.33)	alta (14.32)	alta (14.32)	alta (14.31)
Pragmático	moderada (13.92)	alta (14.19)	moderada (13.55)	moderada (13.51)	moderada (13.66)	moderada (13.17)

- Sin importar la modalidad de enseñanza-aprendizaje ni el sexo de los postulantes y en general, considerando las escalas del baremo utilizado como instrumento comparativo en la investigación, en promedio, los postulantes presentaron una preferencia moderada por los estilos activo y reflexivo, y una preferencia alta por el estilo teórico.
- En general (incluyendo ambos sexos), el comportamiento de los postulantes,

salvando las relativas diferencias porcentuales, en ambas modalidades es similar en los estilos reflexivo, teórico y pragmático, es decir, en los tres estilos, el mayor porcentaje de postulantes tiene preferencia moderada, luego muy alta, alta, baja y finalmente muy baja.

- En general (incluyendo ambos sexos), el comportamiento de los postulantes, salvando las relativas diferencias porcentuales, varía en el estilo activo, ya que los postulantes con modalidad tradicional tienen preferencia moderada, alta y muy alta, mayor a los que tomaron el curso con modalidad aprendizaje activo.
- Los postulantes que siguieron la modalidad aprendizaje activo, sin importar el sexo, cumplen moderadamente con ser de mente abierta, entusiastas, colaboradores en equipo y crecientes ante los desafíos, es decir, son medianamente animadores, improvisadores, descubridores, arriesgados y espontáneos (estilo activo). Cumplen moderadamente con ser prudentes, observar y escuchar a los demás, saber reunir datos, analizarlos y poder obtener conclusiones de ellos, es decir, son medianamente ponderados, concienzudos, receptivos y analíticos (estilo reflexivo). Cumplen con alta preferencia el analizar los problemas de forma vertical y escalonada, a analizar y sintetizar información, tienden a ser perfeccionistas, es decir, son en alta medida metódicos, lógicos, estructurados y críticos (estilo teórico). Tienen una preferencia moderada por actuar con rapidez ante lo que llama su atención y ser impacientes con quienes teorizan demasiado, es decir, una preferencia media a ser prácticos, directos y realistas (estilo pragmático).
- Si se considera la inherencia del sexo en los postulantes que siguieron aprendizaje activo se encontró que las mujeres fueron más activas y reflexivas que los hombres, los hombres más pragmáticos que las mujeres y fueron prácticamente iguales en lo que a la preferencia del estilo teórico se refiere.
- En lo que a los postulantes que siguieron la modalidad tradicional se refiere, sin importar el sexo, ambos grupos presentaron preferencia moderada por los estilos activo y reflexivo, y preferencia alta por el estilo teórico, sin embargo, para el estilo pragmático, los hombres presentaron una preferencia alta mientras

y las mujeres una preferencia moderada.

- Si se considera la inherencia del sexo en los postulantes que siguieron modalidad tradicional se encontró que los hombres fueron más activos, reflexivos y pragmáticos que las mujeres, mientras que las mujeres fueron más teóricas que los hombres.

Es importante considerar que, 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 se denominan 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 aprendizaje activo.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

1. Aprobaron el curso de admisión el 69% de postulantes que siguieron aprendizaje activo y sólo el 43.7% de los que lo hicieron en modalidad tradicional; se encontró una dispersión significativa de las notas de los exámenes de admisión y bajas notas de las materias fundamentales con respecto a sus medias, se ratifica el bajo dominio del contenido académico que tiene los estudiantes al terminar el nivel secundario y que es requerido para ingresar a una institución de educación superior. Los postulantes que logran un rendimiento medio en uno de los exámenes también lo hacen en los otros dos; a mayor edad del postulante disminuyen en las notas obtenidas en los exámenes de ingreso de Matemáticas, Física y en la prueba de aptitud académica. A pesar de que tradicionalmente el número de postulantes del sexo masculino excede notoriamente al número de postulantes de sexo femenino en el sistema de admisión del área de Ciencias y que no es posible afirmar de manera radical que se pueda evidenciar una relación directa entre sexo y rendimiento académico, es interesante encontrar que en el curso con modalidad tradicional aprobaron apenas 3.8% más hombres que mujeres y en modalidad aprendizaje activo aprobaron 10.8% más mujeres que hombres, aun cuando en modalidad tradicional el 68.6 % de los postulantes eran hombres y en modalidad aprendizaje activo el 75.9%. Al realizar la comparación de las medias poblacionales para las variables *mat*, *fis* y *paa* por modalidad de estudio en todos los casos resulta predominante la metodología aprendizaje activo.

Sólo el 42% de los postulantes repetidores de curso lograron aprobarlo, con el agravante de que la mayoría de ellos pertenecía a la modalidad tradicional.

2. Existe una dispersión significativa de las calificaciones promedio de las asignaturas Cálculo de una variable y Física con respecto a sus respectivas medias. A mayor edad del estudiante, mayor es el número de asignaturas reprobadas; a mayor promedio universitario del estudiante, menor edad y menor número de asignaturas reprobadas. Relevante predominio de la modalidad aprendizaje activo en categoría “alta” de rendimiento académico (más estudiantes) y categoría “baja” de rendimiento académico (menos estudiantes) sobre la modalidad tradicional. No se encontró evidencia suficiente para considerar que existe diferencia significativa entre las varianzas de las variables que representan el número promedio de créditos aprobados, la nota promedio de la carrera universitaria y la nota promedio de la materia cálculo de una variable, respectivamente, por grupos de modalidad de aprendizaje; sin embargo, para las variables *edad*, *fis*, *promad* y *nmrep*, si se puede establecer la existencia de una diferencia significativa en las varianzas de la variable que representan la edad promedio de los estudiantes, la nota promedio de la materia Física, la nota promedio con la que el estudiante aprobó el curso de admisión y el número promedio de materias reprobadas, por modalidad de estudio.

3. Cuando se comparan los datos estadísticos obtenidos por modalidad, para el **curso de admisión** es importante resaltar las ventajas de la modalidad aprendizaje activo en el porcentaje general de aprobación, postulantes con menor edad promedio, mejores promedios de aprobación del curso tanto general como para hombres y mujeres; además todas las diferencias entre los valores promedios de las variables cuantitativas se dan a favor del aprendizaje activo y en lo que respecta a la diferencia entre varianza de las variables se determinó que no existen diferencias significativas entre las varianzas de las variables *mat* y *paa*, pero si se encontraron para la variable *fis*. Por otra parte, cuando se comparan los datos estadísticos obtenidos por modalidad para el final del primer año de carrera universitaria es importante resaltar las ventajas de la modalidad aprendizaje activo en el número de materias reprobadas tanto de manera general como en hombres y mujeres, número de créditos aprobados tanto de manera general como en hombres y mujeres, edad promedio tanto de manera general como en hombres y mujeres, nota promedio de carrera universitaria tanto de manera general como en hombres y mujeres, y nota

promedio de la materia física. Además, para las variables *credap*, *edad*, *promad* y *nmrep* si se pudo evidenciar diferencias entre los valores promedio, siempre a favor del aprendizaje activo, mientras que para las variables *promu*, *cuv* y *fis* no se pudo evidenciar estadísticamente diferencias entre los valores promedio por modalidad y en lo que corresponde a la diferencia entre varianzas de las variables se determinó que no existen diferencias significativas entre las varianzas de las variables *credap*, *promu* y *cuv*, pero si se encontraron para las variables *edad*, *fis*, *promu*, *nmrep*.

4. En referencia a los porcentajes de ingreso a ESPOL para el PAO1 2020 en el área de Ciencias es predominante la tasa neta de ingreso de los estudiantes que desarrollaron el curso de admisión en modalidad aprendizaje activo (69%) sobre los que lo hicieron con modalidad tradicional (43.7%), esto, desde el enfoque de la problemática que originó esta investigación es relevante; tanto así, que el Gobierno Nacional proyectó en el Plan Nacional de Desarrollo (2018) que para el año 2020 existiría una demanda insatisfecha en cupos para la educación superior del 23.83% como déficit respecto a la población referencial, lo cual, si lo relacionamos con el número de estudiantes postulantes que la Senescyt proyectó al año 2020 que es de 106.145 postulantes, representaba una proyección de 25.294 estudiantes que no pudieron acceder a un cupo, con el agravante de que lo mencionado se cumple solo en la provincia del Guayas, que es la provincia sede de la ESPOL. Además, es importante resaltar el hecho de que habitualmente en la sociedad Ecuatoriana y muy especialmente en la institución de educación superior ESPOL se ha considerado que las carreras de Ciencias direccionadas a Ingenierías de diseño han sido demandadas por postulantes de sexo masculino, y de hecho así ha venido aconteciendo desde su creación en el año 1958, pero, con el pasar de los años y la llegada de las nuevas generaciones acompañadas de la revolución tecnológica y la globalización mundial, este concepto preconcebido definitivamente ha cambiado, siendo así, esta investigación demuestra que en la modalidad tradicional en promedio aprobaron más mujeres que hombres con una diferencia porcentual del 8,2%; mientras que en la modalidad aprendizaje activo la ventaja de las mujeres sobre los hombres en cuanto al ingreso promedio es del 3.8%.

Otro hallazgo interesante es que apenas el 39.4% de los postulantes en modalidad tradicional aprobaron el ingreso a pesar de ser repetidores de curso.

5. En el proceso de obtención del modelo de pronóstico del rendimiento académico con regresión logística binaria de los postulantes a ingresar a la ESPOL en el área de Ciencias y que desarrollaron el curso de admisión en las modalidades tradicional o aprendizaje activo, se puede concluir que la variable *edad* del postulante, sin importar su sexo, no incide en el rendimiento académico. En el modelo ajustado la modalidad que sigue el postulante durante el curso de admisión es relevante, es decir, la variable *mod* es predominante, en tal grado que el modelo indica que la probabilidad de que un postulante que desarrolló el curso de admisión con modalidad aprendizaje activo apruebe es 2.14 veces superior a la del postulante que lo hace desarrollando la metodología tradicional. El modelo entrega una tasa de clasificaciones correctas del 67.2%. Todo el análisis multivariante realizado para este modelo y el valor agregado de una tasa de clasificaciones correctas calculada mediante el proceso de validación cruzada, ausencia de valores influyentes y mínima cantidad de residuos significativos, permite concluir que el modelo ajustado de regresión logística binaria no se ve afectado por falta de ajuste ni problemas de sobreajuste.

6. La implementación y análisis del modelo de pronóstico de regresión logística multinomial aplicado a los estudiantes en el momento en que terminan su primer año de carrera universitaria permite concluir que la categoría “alto” de rendimiento académico tiene más estudiantes que desarrollaron el curso de admisión con aprendizaje activo y que la categoría “bajo” de rendimiento académico tiene una predominancia de estudiantes que desarrollaron el curso de admisión con modalidad tradicional, lo cual ratifica la efectividad de la metodología aprendizaje activo sobre la tradicional. En el modelo ajustado resultaron ser predominantes la modalidad de aprendizaje *mod* y el número de materias reprobadas *nmrep*, de tal forma que la probabilidad de pertenecer a la categoría “media” de rendimiento académico es 4.21 veces mayor con relación a la categoría “alta” si el estudiante realizó su curso de admisión con modalidad tradicional frente a si lo hizo con modalidad aprendizaje activo, y que la

probabilidad de pertenecer a la categoría “baja” de rendimiento académico es 5.21 veces mayor con relación a la categoría “alta” si el estudiante realizó su curso de admisión con modalidad tradicional frente a si lo hizo con modalidad aprendizaje activo. Por otro lado, la probabilidad de reprobación de asignaturas en la categoría “media” es 9.48 veces mayor con relación a la categoría “alta” si el estudiante desarrolló su curso de admisión con modalidad tradicional a si lo hizo con aprendizaje activo, y la probabilidad de reprobación de materias en la categoría “baja” de rendimiento académico es 76.92 veces mayor que en la categoría “alta” de rendimiento académico. El modelo posee una apreciable tasa de clasificaciones correctas del 85.8%; esto y los resultados confirmatorios obtenidos permiten concluir que el modelo ajustado no carece de ajuste o problemas de sobreajuste y ratifica la predominancia de la modalidad aprendizaje activo sobre la tradicional.

7. Cuando se analizan los resultados de opinión de los postulantes a ingresar a ESPOL al iniciar el curso de admisión acerca del desarrollo de sus habilidades actitudinales y cognitivas es relevante el bajo nivel de desarrollo de las mismas, adquirido hasta el nivel secundario especialmente en lo relacionado con “el uso de la teoría para la resolución de ejercicios” (56%), “estrategias de aprendizaje” (42%), “capacidad para trabajar en equipo” (53%) y “liderazgo” (50%) y que la opinión del mismo grupo al finalizar el primer año de carrera muestra resultados de desarrollo significativo en absolutamente todos los diez indicadores encuestados, siendo los de mayor avance las habilidades “el uso de la teoría para la resolución de ejercicios” (66%) y el “liderazgo” (74%), cognitiva y actitudinal respectivamente. La habilidad que en menor porcentaje se ha desarrollado al final del primer año de carrera, según la opinión de los encuestados es la “planificación” en la cual se alcanza un 8% de desarrollo significativo, es decir, hay que considerar que al final del primer año de carrera, el estudiante a pesar de haber desarrollado la experiencia de la modalidad aprendizaje activo tanto en el curso de admisión, en la asignatura Cálculo de una variable en el primero período ordinario y en la asignatura Cálculo Vectorial en el segundo período académico ordinario, aún percibe que su habilidad de planificación es objeto de mejora. Son realmente significativos los porcentajes

de mejora en el desarrollo de las habilidades comparando los dos escenarios encuestados, lo cual confirma la eficacia de la aplicación de la metodología aprendizaje activo tanto en admisión como en los dos cursos de Cálculo en los dos primeros períodos académicos de la carrera universitaria.

8. Los postulantes presentaron una preferencia moderada por los estilos activo y reflexivo, y una preferencia alta por el estilo teórico. En general (incluyendo ambos sexos), el comportamiento de los postulantes, salvando las relativas diferencias porcentuales, en ambas modalidades, es similar en los estilos reflexivo, teórico y pragmático, es decir, en los tres estilos, el mayor porcentaje de postulantes tiene preferencia moderada, luego muy alta, alta, baja y finalmente muy baja. En general (incluyendo ambos sexos), el comportamiento de los postulantes varía en el estilo activo, ya que los postulantes con modalidad tradicional tienen preferencia moderada, alta y muy alta, con una medida de media mayor a los que tomaron el curso con modalidad aprendizaje activo. Los postulantes que siguieron la modalidad aprendizaje activo y la modalidad tradicional, sin importar el sexo, cumplen moderadamente con ser de mente abierta, entusiastas, colaboradores en equipo y crecientes ante los desafíos, es decir, son medianamente animadores, improvisadores, descubridores, arriesgados y espontáneos (estilo activo), cumplen moderadamente con ser prudentes, observar y escuchar a los demás, saber reunir datos, analizarlos y poder obtener conclusiones de ellos, es decir, son medianamente ponderados, concienzudos, receptivos y analíticos (estilo reflexivo). cumplen con alta preferencia el analizar los problemas de forma vertical y escalonada, a analizar y sintetizar información, tienden a ser perfeccionistas, es decir, son en alta medida metódicos, lógicos, estructurados y críticos (estilo teórico). Tienen una preferencia moderada por actuar con rapidez ante lo que llama su atención y ser impacientes con quienes teorizan demasiado, es decir, una preferencia media a ser prácticos, directos y realistas (estilo pragmático). Si se considera la inherencia del sexo en los postulantes que siguieron aprendizaje activo se encontró que las mujeres fueron más activas y reflexivas que los hombres, los hombres más pragmáticos que las mujeres y fueron prácticamente iguales en lo que a la preferencia del estilo teórico se refiere. En lo que a los postulantes que

siguieron la modalidad tradicional se refiere, sin importar el sexo, ambos grupos presentaron preferencia moderada por los estilos activo y reflexivo, y preferencia alta por el estilo teórico, sin embargo, para el estilo pragmático, los hombres presentaron una preferencia alta mientras y las mujeres una preferencia moderada. Si se considera la inherencia del sexo en los postulantes que siguieron modalidad tradicional se encontró que los hombres fueron más activos, reflexivos y pragmáticos que las mujeres, mientras que las mujeres fueron más teóricas que los hombres. Es notorio que las diferencias encontradas en las preferencias por estilos de aprendizaje y por modalidad dejan establecido que se debe mejorar el procedimiento de selección de los postulantes en relación a la metodología de enseñanza-aprendizaje que debe seguir al tomar el curso de admisión, de tal forma que se incluya en el proceso como variable la preferencia de estilo de aprendizaje del postulante, así se incrementará la probabilidad de que se desarrolle el curso en la metodología de su preferencia y sienta mayor grado de satisfacción en el cumplimiento de sus actividades individuales y grupales. En lo que respecta a la modalidad tradicional, se pudo reducir el cuestionario de 80 a 27 preguntas, manteniendo las cuatro dimensiones latentes correspondientes a cada uno de los estilos de aprendizaje y habiéndose confirmado la validez del modelo. Lamentablemente el coeficiente KMO obtenido para el conjunto de datos de los postulantes que aplicaron a la modalidad aprendizaje activo no permitió realizar un análisis factorial, sin embargo, la estadística descriptiva aplicada a este conjunto de datos entregó la posibilidad de describir tanto de manera general y por sexo las características de quienes formaron este grupo de estudio y su comparación con los que lo hicieron en la modalidad tradicional.

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES

1. Con base en los hallazgos de esta investigación, se recomienda el análisis integral por parte de las autoridades respectivas de la ESPOL a fin de que se puedan incrementar paulatinamente la cantidad de cursos y asignaturas transversales que se imparten con modalidad aprendizaje activo tanto en los cursos de admisión como en la universidad, de tal manera que se sumen a las materias Matemática y Física en Admisiones, Cálculo de una variable y Cálculo vectorial en la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, siendo estas las que dan continuidad al estudiante en la aplicación de la metodología más allá del curso de admisión; implementación que adicional a la inversión económica requerida para la creación de los ambientes de aprendizaje adecuados debe considerar la formación de los docentes dispuestos a colaborar en esta modalidad de enseñanza – aprendizaje a tal nivel que el profesional se involucre no solo en la metodología en sí, sino en la utilización de las herramientas digitales disponibles para la gestión de actividades individuales y grupales que estructuren de la mejor manera la aplicación efectiva de la modalidad aprendizaje activo; requerimiento que resultaría muy factible de cumplir gracias a la existencia del Centro de Investigación de Servicios Educativos (CISE) que pertenece a esta institución de educación superior y dispone de profesionales con alto grado de conocimiento y experiencia en el área educativa.

2. A partir del cuestionario original Honey-Alonso de estilos de aprendizaje constituido por 80 preguntas, al cual luego de aplicársele los procesos de análisis factorial exploratorio y análisis factorial confirmatorio dio como resultado el cuestionario reducido de 27 ítems, se recomienda la aplicación de este cuestionario reducido a los postulantes antes del inicio de los cursos de admisión con el fin de que sea analizado su estilo de aprendizaje y que esta variable se añada como entrada a las que actualmente se utilizan en el software que soporta a la Dirección de Admisiones en la selección de los postulantes que deben seguir el curso de admisión con modalidad tradicional o con modalidad aprendizaje activo, así como en la selección de los grupos de trabajo para cada curso en el caso de esta última modalidad.

3. A partir de los resultados de esta investigación se pueden inferir 2 implicaciones relevantes y que podrían ser de alto interés para las instituciones de educación superior pública en el Ecuador, la primera radica en la posibilidad de incrementar la tasa neta de ingreso a las universidades que es uno de los factores en el cual está basada la problemática de esta investigación y el rol preponderante de la aplicación de la metodología aprendizaje activo extensamente analizada en este estudio; por tales motivos se recomienda que esta investigación sirva de base para el análisis e implementación de cambios en las políticas de admisión y nivelación de las demás instituciones públicas de educación superior en Ecuador.

4. Por último y como acción prospectiva de investigación se recomienda el estudio del efecto de la implementación y aplicación de la metodología aprendizaje activo en el rendimiento académico del estudiante durante su carrera universitaria, más allá del final del primer año de desarrollo de la misma, para que en función de los recursos económicos y humanos que demanda, se proceda a su aplicación en materias fundamentales de todas las mallas curriculares de la universidad y no solo de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas de la ESPOL, de tal manera que el proceso que ha logrado integrarse en la Dirección de Admisiones y en la citada facultad se expanda a toda la institución.

CAPÍTULO VII

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, M. (2007). *Estudio de las variables relacionadas con la escritura de la lengua inglesa en alumnos de primero y segundo año de la Universidad de Ciego de Ávila*. [Tesis de Doctorado, Universidad de Granada].
- 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>
- Anderson, C., Verkuilen, J. & Peyton, B. (2010). Modeling polytomous item responses using simultaneously estimated multinomial logistic regression models. *Educational and Behavioral Statistics* 35(4), 422–52.
- Anderson, L., Krathworhl, D., Cruikshank, K., Mayer, R., Pintrich, P., Raths, J. & Wittrock, M. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman. New York.
- Anuario estadístico anual (2015). *Indicadores Académicos - Especificaciones Técnicas*. Departamento de Estadísticas Educativas. Luján.
- Argyris, C. & Schon, D. (1978). *Organizational learning: a theory of action perspective*. Adisson-Wesley. Reading, MA.
- Astin, A. (1982). Why not try some new ways of measuring quaiity. *Educational Record*, 63(2), 10–15.
- Ausubel, D. (1968). *Educational Psychology: a cognitive view*. Rinehart & Winston Holt. New York.

- Barnes, B. & Clawson, E. (1975). Do advance organizers facilitate learning? recommendation for further research based on an analysis of 32 studies. *Review of Educational Research*, 45: 637–59.
- Barrio, J. & Gutiérrez, J. (2000). Diferencias en el estilo de aprendizaje. *Psichotema*, 12(2): 180–86.
- Barry, M., and Beckman, S. (2007). Innovation as a learning process: Embedding Design Thinking. *California Management Review*, 50(1)
<http://epic.hpi.uni-potsdam.de/pub/>
- Bartlett, M. (1950). Test of significance in factor analysis. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 3: 77–85.
- Bitrán, M., Zuñiga, D., Lafuente, M., Viviani, P. & Mena, B. (2003). Tipos psicológicos y estilos de aprendizaje de los estudiantes que ingresan a medicina en la Pontificia Universidad Católica de Chile. *Revista Médica Chile*, 131: 1067–78.
- Cabrera, J. & Fariñas, G. (2005). El estudio de los estilos de aprendizaje desde una perspectiva Vigostkiana: Una aproximación conceptual. *Revista Iberoamericana de Educación*, 37(1).
- Cañadas, J. (2013). *Regresión Logística. Tratamiento computacional con R*. [Tesis de Maestría, Universidad de Granada].
- Cano, F. (2000). Diferencias de género en estrategias y estilos de aprendizaje. *Psichotema*, 12(3): 360–67.
- Cano, F., and Justicia, F. (1993). Factores académicos, estrategias y estilos de aprendizaje. *Revista de Psicología general y aplicada*, 46(1): 88–89.
- 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), 140–50.
<https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/317>
- Case, R. (1980). *The underlying mechanism of intellectual development*. R. Kirby & J.B. Biggs. Cogniton, Development. Academic Press. New York.
- Cawthron, E. & Rowell, J. (1978). Epistemology and Science Education. *Studies in Science Education*, 5: 31–59.
- Chadwick, C. (1987). *Tecnología educacional para el docente*. 20th ed., Paidós

- Educador. Barcelona.
- Coll, C. (1986). Los niveles de concreción de del diseño del curriculum. *Cuadernos de Pedagogía*, 139: 24–30.
- Conchado, A. (2011). Modelización multivariante de los procesos de enseñanza - aprendizaje basados en competencias en educación superior. [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia].
- Cook, D. & Weisberg, S. (1982). *Residuals and Influence in Regression*. Chapman and Hall. New York. <https://hdl.handle.net/11299/37076>
- Cuadras, C. (2019). *Nuevos métodos de análisis multivariante*. CMC Editions. Barcelona.
- Diaz, F. (1995). La predicción del rendimiento académico en la universidad: un ejemplo de aplicación de la regresión múltiple. *Enseñanza*, 13: 43–61.
- Dixon, W. (1985). *BDMP Statistical software manual*. University of California Press. Los Angeles.
- Dunn, R. & Dunn, K. (1979). Learning styles/Teaching styles: Should they ... Can they ... Be matched?. *Educational leadership*, 36: 238–44.
- Entwistle, N. (1998). *Styles of learning and teaching: An integrated outline of educational psychology for students teachers and lecturers*. David Fulton Publishers. Londres.
- Escudero, T. (1999). *Indicadores del rendimiento académico: Una experiencia en Zaragoza*. Indicadores En La Universidad, Información y Definiciones, León: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Centro de Publicaciones, 251–22. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/editor?codigo=1141>
- Felder, R. & Silverman, L. (1988). Learning and teaching styles in Engineering Education. *Engineering education*, 78(7): 674–81.
- Felder, R. & Soloman, B. (1996). *ILS: Index of Learning Styles*. <http://www.ncsu.edu/felder-public/ILSpage.html>
- Fernández-Castillo, E., & Nieves-Achón, Z. (2015). Enfoques de aprendizaje en estudiantes universitarios y su relación con el rendimiento académico. *Revista Electronica Educare*, 19(2): 37–51.
- Fernández, A. (2015). Aplicación del análisis factorial confirmatorio a un modelo de medición del rendimiento académico en lectura. *Ciencias Económicas*, 33(2):

39–66.

- Fox, J. & Monnette, G. (1992). Generalized Collinearity Diagnostics. *Journal of the American Statistical Association*, 87(417): 178–83.
- Franco N. & J. Vivo, J. (2007). *Análisis de curvas ROC: Principios básicos y aplicaciones*. Editorial La Muralla, Madrid.
- Fullana, J. (1996). La Investigación sobre las variables relevantes para la prevención del fracaso escolar. *Revista Investigación Educativa*, 14(1): 63–90.
- Gadzella, B., D. Ginther, W. & Williamson, J. (1986). Differences in learning processes and academic achievements. *Perceptual and motors skills*, 62: 151–56.
- Gagné, R. (1965). *The conditions of learning*. Holt, Rinehard and Winston. New York.
- Gagné, R. & White, R. (1978). Memory structures and learning outcome. *Review of Educational Research*, 48(2): 187–222.
- 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].
- Gardner, H. (1997). *Arte, mente y cerebro*. Paidós. Barcelona.
- Garnica, E., González, P., Díaz, A. & Torres, E. (1991). Análisis discriminante: estudio del rendimiento estudiantil. *Economía*, 16(6): 51–77.
- González, A. (1988). Indicadores del rendimiento escolar: relación entre pruebas objetivas y calificaciones. *Revista de Educación*, 287: 31–54.
- González, F. (1996). Comprensión lectora y rendimiento académico. *Revista Gallega de Psicopedagogía*, 13(9): 209–21.
- Grasha, A. & Riechmann, S. (1975). *Student learning styles questionnaire*. University of Cincinnati Faculty Resource Center. Cincinnati.
- Gregorc, A. (1979). Learning/Teaching styles: Potent forces behind them. *Educational leadership*, 5: 234–37.
- Guerra, M., Rodríguez, J. & Artilles, J. (2019). Aprendizaje Colaborativo: Experiencia innovadora en el alumnado universitario. *Revista destudios y experiencias en educación*, 18(36).

- Honey, P., Alonso, C. & Gallego, D. (1999). *Los Estilos de Aprendizaje*. Mensajero. Bilbao.
- Honey, P. & Mumford A. (1986). *Learning styles questionnaire*. Peter Honey Publications Ltd.
- Inhelder, B. & Piaget, J. (1985). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Paidós (original publicado en 1955), Barcelona.
- Juch, B. (1983). *Personal development, theory and practice in management training*. Wiley. Chichester, New York.
- Keefe, J. and Monk, J. (1986). *Learning style profile examiner's manual*. Nass. Reston.
- Kolb, D. (1971). *Individual learning styles and the learning process*. Sloan School of Management.
- Lago, B., Calvin, L. & Cacheiro, M. (2008). Estilos de aprendizaje y actividades polifásicas: Modelo EAAP. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 2(2): 2–22.
- Laorden, C., García E. & Sánchez, S. (2005). Integrando descripciones de habilidades cognitivas en los metadatos de los objetos de aprendizaje estandarizados. *Educación a Distancia*, 4(14).
- Lindsay, P. & Norman D. (1977). *Procesamiento de la información humana: Aprendizaje, conocimiento y decisión*). Tecnos. Madrid.
- Lladó, E., Rodríguez, S.& Torrado, M. (2004). El rendimiento académico en la transición secundaria-universidad. *Revista de Educación*, 334: 391–414.
- López, M. (2011). Estrategias de aprendizaje en estudiantes universitarios, diferencias por género, curso y tipo de titulación. *Sociedad de la Información*, 12(2): 203–33.
- López, P. (2013). *Análisis multivariante de la relación entre estilos/estrategias de aprendizaje e inteligencia emocional, en alumnos de educación superior*. [Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca].
- López, I. (2021). Casos basados en campo: una experiencia de aprendizaje activo. *Revista electrónica sobre Tecnología, Educación y Sociedad*, 8(15).
- Mariño, S. & Alfonso P. (2020). Aprendizaje activo en educación superior: un caso en la asignatura modelos y simulación. *Revista de nuevas tecnologías y sociedad*, 51.

- Marreno, H. & Espino, O. (1988). Evaluación comparativa del poder predictor de las aptitudes sobre notas escolares y pruebas objetivas. *Revista de Educación*, 287: 97–112.
- McArdle, J., Paskus, T. & Boker, S. (2013). A multilevel multivariate analysis of academic performances in College based on NCAA Student-Athletes. *Multivariate Behavioral Research*, 57–95.
- McCarthy, B. (1987). The 4MAT System: Teaching to learning styles with right-left techniques. *The reading teacher*, 35(6).
- McKee, D. (1992). An organizational learning approach to product innovation. *Journal of product innovation management*, 9(3): 232–45.
- De Miguel, M. (2006). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias y orientaciones para promover el cambio metodológico en el espacio europeo de educación superior*. Universidad de Oviedo. Oviedo.
- De Vega, M. (1985). *Introducción a la psicología cognitiva*. Alianza. Madrid.
- Miller, G. & Gildea, P. (1987). How childrens learn works?. *Scientific American*, 257(3): 94–99.
- Navarro, M. (2008). *Cómo diagnosticar y mejorar los estilos de aprendizaje?* Asociación Procompal, Almería.
- Osborne, R. & Wittrock, M. (1983). Learning science: A generative process. *Science Education*, 67: 490–508.
- Owen, C.L. 1998. “Design Research: Building the Knowledge Base.” *Design Studies* 5(2).
- Page, A. 1990. *Hacia un modelo causal del rendimiento académico*. CIDE-MEC. Madrid.
- Pantoja, M., Duque L. & Correa J. (2013). Modelos de estilo de aprendizaje: una actualización para su revisión y análisis. *Revista Colombiana de Educación*,(64):79–105.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413634076004%0Ahttp://www.scielo.org.co/pdf/rcde/n64/n64a04.pdf>
- Pascal, O., Campoli, O. and Comoglio, M. (2009). Blending Learning: Identificación de modelos para la toma de decisiones en la enseñanza universitaria. *Revista del Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 4.

- Pérez, E. & Medrano, L. (2009). Análisis Factorial Exploratorio: Bases conceptuales y metodológicas. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 2(1): 58–66.
- Piaget, J. (1970). *Genetic Epistemology*. W.W. Norton & Company, New York.
- Pozo, J. & Carretero, M. (1987). Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas: que cambia en la enseñanza de la ciencia?. *Infancia y Aprendizaje*.
- Ramanaiah, N., Ribich, F. & Schmeck, R. (1977). Development as a self-report inventory for assessing individual differences in learning processes. *Applied Psychological Measurement*, 1(3).
- Ribes, E. (2006). Competencias conductuales: su pertinencia en la formación y práctica profesional del psicólogo. *Revista mexicana de Psicología*, 23(1): 19–26.
- 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. [Tesis de Maestría, Universidad Casa Grande].
- Rodríguez, N. & Feliú, P. (1996). *Curso Básico de Psicometría*.
http://www.ilo.org/public/spanish/region/ampro/cinterfor/temas/complab/doc/otros_sel_efe/bib.htm
- Rosales, B. (2020). Boletín Anual - Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, 6. [https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/2020/09/Boletin Anual Educacion Superior Ciencia Tecnología Innovacion Agosto2020.pdf](https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/2020/09/Boletin%20Anual%20Educacion%20Superior%20Ciencia%20Tecnologia%20Innovacion%20Agosto2020.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.
- Schmeck, R. & Grove, E. (1979). Academic achievement and individual differences in learning processes. *Applied Psychological Measurement*, 3: 43–49.
- Schram, C. (1996). Approaches to studying: age, differences in applied statistics achievement. *Journal of educational and behavioral statistics*, 55–70.
- Severiens, S. & Ten Dam, G. (1994). Gender differences in learning styles: a narrative review and quantitative meta-analysis. *Higher Education*, 27: 487–501.

- Silva, R. (2011). *La enseñanza de la física mediante un aprendizaje significativo y cooperativo en blended learning*. [Tesis Doctoral, Universidad de Burgos].
- Steward, F. (1985). *A basic needs approach to development*. Palgrave Macmillan. London.
- Steward, J. & Atkin, J. (1982). Information processing psychology: a promising paradigm for research in science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 19(4): 321–32.
- Toulmin, S. (1972). *Human understanding: The collective use and development of concepts*. Vol.1. Princenton University Press. New Jersey.
- Verlee, W. (1986). *Aprender con todo el cerebro*. Martínez Roca. Barcelona.
- Visbal, D. (2019). Análisis del rendimiento académico de los estudiantes de la Universidad Del Magdalena según variables socioeconómicas y familiares. [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia].
- Watkins, K. & Marsick, M. (1992). Towards a theory of informal and incidental learning in organizations. *International journal of lifelong education*, 11(4): 287–300.
- Yip, M. (2007). Differences in learning and study strategies between high and low achieving university students: a Hong Kong study. *Educational Psychology*, 27(5): 597–606.
- Zax, J. & Rees, D. (2002). IQ, academic performance, environment and earnings. *The review of economics and statistics*, 84(4): 600–616.

CAPÍTULO VIII

8. ANEXOS

Anexo 1: Diseño de encuesta de desarrollo de habilidades actitudinales y cognitivas para la modalidad aprendizaje activo.

	Indicador de habilidad	Tipo de habilidad
1	Examino la coherencia de las opiniones propias y ajenas, y valoro sus implicaciones personales y sociales.	Actitudinal
2	Especifico y categorizo los objetivos de la planificación de una actividad individual a corto, mediano y largo plazo.	Actitudinal
3	Reconozco y analizo un problema para crear alternativas de solución, aplicando los métodos aprendidos.	Cognitiva
4	Aplico los aprendizajes planteados por el profesor y manifiesto una actitud activa para su asimilación.	Cognitiva
5	Incorporo varias teorías o modelos realizando una integración personal y creativa de los objetivos de aprendizaje.	Cognitiva
6	Consulto y pregunto para aprender y me intereso por disipar las dudas.	Actitudinal
7	Adquiero conocimiento de los recursos personales y limitaciones para aprovecharlos con eficacia.	Cognitiva
8	Ajusto mis argumentos a los diferentes grupos de trabajo y/o actividades grupales.	Actitudinal
9	Incluyo nuevos procedimientos y acciones en las actividades para superar las limitaciones y solventar los problemas.	Cognitiva
10	Ejecuto iniciativas que se comunican con certeza y coherencia para estimular a los demás.	Actitudinal

Fuente: Adaptado de Silva (2011)

Anexo 2: Cuestionario Honey-Alonso de estilos de aprendizaje (CHAEA)

No. ítem	CARACTERÍSTICAS
1	Tengo fama de decir lo que pienso claramente y sin rodeos.
2	Estoy seguro de lo que es bueno y es malo, lo que está bien y lo que está mal.
3	Muchas veces actúo sin mirar las consecuencias.
4	Normalmente trato de resolver los problemas metódicamente y paso a paso.
5	Creo que los formalismos coartan y limitan la actuación libre de las personas.
6	Me interesa saber cuáles son los sistemas de valores de los demás y con qué criterios actúan.
7	Pienso que el actuar intuitivamente puede ser siempre tan válido como actuar reflexivamente.
8	Creo que lo más importante es que las cosas funcionen.
9	Procuro estar al tanto de lo que ocurre aquí y ahora.
10	Disfruto cuando tengo tiempo para preparar mi trabajo y realizarlo a conciencia.
11	Estoy a gusto siguiendo un orden, en las comidas, en el estudio, haciendo ejercicio regularmente.
12	Cuando escucho una nueva idea enseguida comienzo a pensar cómo ponerla en práctica.
13	Prefiero las ideas originales y novedosas aunque no sean prácticas.
14	Admito y me ajusto a las normas sólo si me sirven para lograr mis objetivos.
15	Normalmente encajo bien con personas reflexivas, y me cuesta sintonizar con personas demasiado espontáneas, imprevisibles.
16	Escucho con más frecuencia que hablar.
17	Prefiero las cosas estructuradas a las desordenadas.
18	Cuando poseo cualquier información, trato de interpretarla bien antes de manifestar alguna conclusión.
19	Antes de hacer algo estudio con cuidado sus ventajas e inconvenientes.
20	Me crezco con el reto de hacer algo nuevo y diferente.
21	Casi siempre procuro ser coherente con mis criterios y sistema de valores. Tengo principios y los sigo.
22	Cuando hay una discusión no me gusta ir con rodeos.
23	Me disgusta implicarme efectivamente en mi ambiente de trabajo. Prefiero mantener relaciones distantes.
24	Me gustan más las personas realistas y concretas que las teóricas.
25	Me cuesta ser creativo (a), romper estructuras

No. ítem	CARACTERÍSTICAS
26	Me siento a gusto con personas espontáneas y divertidas.
27	La mayoría de las veces expreso abiertamente cómo me siento.
28	Me gusta analizar y dar vueltas a las cosas.
29	Me molesta que la gente no se tome en serio las cosas.
30	Me atrae experimentar y practicar las últimas técnicas y novedades.
31	Soy cauteloso (a) a la hora de sacar conclusiones.
32	Prefiero contar con el mayor número de fuentes de información. Cuántos más datos reúna para reflexionar, mejor.
33	Tiendo a ser perfeccionista.
34	Prefiero oír las opiniones de los demás antes de exponer la mía.
35	Me gusta afrontar la vida espontáneamente y no tener que planificar todo previamente.
36	En las discusiones me gusta observar cómo actúan los demás participantes.
37	Me siento incómodo (a) con las personas calladas y demasiado analíticas.
38	Juzgo con frecuencia las ideas de los demás por su valor práctico.
39	Me agobio si me obligan a acelerar mucho el trabajo para cumplir un plazo.
40	En las reuniones apoyo las ideas prácticas y realistas.
41	Es mejor gozar del momento presente que deleitarse pensando en el pasado o en el futuro
42	Me molestan las personas que siempre desean apresurar las cosas.
43	Aporto ideas nuevas y espontáneas en los grupos de discusión.
44	Pienso que son más consistentes las decisiones fundamentadas en un minucioso análisis que las basadas en la intuición.
45	Detecto frecuentemente la inconsistencia y puntos débiles en las argumentaciones de los demás.
46	Creo que es preciso saltarse las normas muchas más veces que cumplirlas.
47	A menudo caigo en la cuenta de otras formas mejores y más prácticas de hacer las cosas.
48	En con junto hablo más que lo que escucho.
49	Prefiero distanciarme de los hechos y observarlos desde otras perspectivas.
50	Estoy convencido (a) que debe imponerse la lógica y el razonamiento.

No. item	CARACTERÍSTICAS
51	Me gusta buscar nuevas experiencias.
52	Me gusta experimentar y aplicar las cosas.
53	Pienso que debemos llegar pronto al grano, al meollo de los temas.
54	Siempre trato de conseguir conclusiones e ideas claras.
55	Prefiero discutir cuestiones concretas y no perder el tiempo con charlas vacías.
56	Me impaciento cuando me dan explicaciones irrelevantes e incoherentes.
57	Compruebo antes si las cosas funcionan realmente.
58	Hago varios borradores antes de la redacción definitiva de un trabajo.
59	Soy consciente de que en las discusiones ayudo a mantener a los demás centrados en el tema, evitando divagaciones.
60	Observo que, con frecuencia, soy uno de los más objetivos y desapasionados en las discusiones.
61	Cuando algo va mal, le quito importancia y trato de hacerlo mejor.
62	Rechazo ideas originales y espontáneas si no las veo prácticas.
63	Me gusta sopesar diversas alternativas antes de tomar una decisión.
64	Con frecuencia miro hacia delante para prever el futuro.
65	En los debates y discusiones prefiero desempeñar un papel secundario antes que ser el o la líder o el o la que más participa.
66	Me molestan las personas que no actúan con lógica.
67	Me resulta incómodo tener que planificar y prever las cosas.
68	Creo que el fin justifica los medios en muchos casos.
69	Suelo reflexionar sobre los asuntos y problemas.
70	El trabajar a conciencia me llena de satisfacción y orgullo.
71	Ante los acontecimientos trato de descubrir los principios y teorías en que se basan.
72	Con tal de conseguir el objetivo que pretendo soy capaz de herir sentimientos ajenos.
73	No me importa hacer todo lo necesario para que sea efectivo mi trabajo.
74	Con frecuencia soy una de las personas que más anima las fiestas.
75	Me aburro enseguida con el trabajo metódico y minucioso.

No. item	CARACTERÍSTICAS
76	La gente con frecuencia cree que soy poco sensible a sus sentimientos.
77	Suelo dejarme llevar por mis intuiciones.
78	Si trabajo en grupo procuro que se siga un método y un orden.
79	Con frecuencia me interesa averiguar lo que piensa la gente.
80	Esquivo los temas subjetivos, ambiguos y pocos claros.

Fuente: Honey & Mumford (1986)

Anexo 3: Cuestionario Honey-Alonso de estilos de aprendizaje (Reducido)

No. ítem	CARACTERÍSTICAS
1	Procuro estar al tanto de lo que ocurre aquí y ahora.
2	Estoy a gusto siguiendo un orden, en las comidas, en el estudio, haciendo ejercicio regularmente.
3	Cuando escucho una nueva idea en seguida comienzo a pensar cómo ponerla en práctica.
4	Prefiero las cosas estructuradas a las desordenadas.
5	Cuando poseo cualquier información, trato de interpretarla bien antes de manifestar alguna conclusión.
6	Antes de tomar una decisión estudio con cuidado sus ventajas e inconvenientes.
7	Casi siempre procuro ser coherente con mis criterios y sistemas de valores. Tengo principios y los sigo.
8	Cuando hay una discusión no me gusta ir con rodeos.
9	Soy cauteloso/a a la hora de sacar conclusiones.
10	Tiendo a ser perfeccionista.
11	Aporto ideas nuevas y espontáneas en los grupos de discusión.
12	Pienso que son más consistentes las decisiones fundamentadas en un minucioso análisis que las basadas en la intuición.
13	A menudo caigo en la cuenta de otras formas mejores y más prácticas de hacer las cosas.
14	Estoy convencido/a que debe imponerse la lógica y el razonamiento.
15	Me gusta buscar nuevas experiencias.
16	Me gusta experimentar y aplicar las cosas.
17	Prefiero discutir cuestiones concretas y no perder el tiempo con charlas vacías.
18	Compruebo antes si las cosas funcionan realmente.
19	Soy consciente de que en las discusiones ayudo a los demás a mantenerse centrados en el tema, evitando divagaciones.
20	Cuando algo va mal, le quito importancia y trato de hacerlo mejor.
21	Me gusta sopesar diversas alternativas antes de tomar una decisión.
22	Con frecuencia miro hacia adelante para prever el futuro.
23	En los debates prefiero desempeñar un papel secundario antes que ser el líder o el que más participa.
24	Suelo reflexionar sobre los asuntos y problemas.
25	El trabajar a conciencia me llena de satisfacción y orgullo.
26	Ante los acontecimientos trato de descubrir los principios y teorías en que se basan.
27	Si trabajo en grupo procuro que se siga un orden.