

Modelo ATRIA para evaluar el logro de resultados de aprendizaje en educación superior: aplicación en Técnicas de Simulación

ATRIA model for evaluating learning outcome attainment in higher education: an application in Simulation Techniques

Modelo ATRIA para avaliar o alcance dos resultados de aprendizagem no ensino superior: aplicação em Técnicas de Simulação

AUTORES:

Ivan Menes Camejo

Facultad de Informática y Electrónica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

ivan.menes@espoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3051-4462>

Gladys Lorena Aguirre Sailema

Facultad de Informática y Electrónica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

gaguirre@espoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-5096-1844>

Jorge Ariel Menendez Verdecia

Facultad de Informática y Electrónica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

jorge.menendez@espoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-5829-3817>



***Modelo ATRIA para evaluar el logro de resultados de aprendizaje en educación superior:
aplicación en Técnicas de Simulación***

Ivan Menes Camejo, Gladys Lorena Aguirre Sailema, Jorge Ariel Menendez Verdecia, Katherine Maribel Gallegos Carrillo

Katherine Maribel Gallegos Carrillo

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

katherine.gallegos@espoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6882-8478>

Fecha de recepción: 2025-09-13

Fecha de aceptación: 2025-11-09

Fecha de publicación: 2026-01-05

DOI <https://doi.org/10.33936/cognosis.v11i1.8598>

RESUMEN

El objetivo fue diseñar y aplicar un procedimiento metodológico replicable para evaluar el logro de resultados de aprendizaje mediante alineación curricular, trazabilidad de evidencias, normalización de puntuaciones e interpretación orientada a la mejora. Se desarrolló un estudio metodológico, no experimental, retrospectivo y documental con enfoque cuantitativo-descriptivo. La aplicación se realizó en la asignatura Técnicas de Simulación del octavo nivel de una carrera de Software, con un censo de 33 estudiantes durante el periodo septiembre de 2025-febrero de 2026. Se analizaron el sílabo, el auxiliar de calificaciones por actividades, la matriz de correspondencia entre resultados de aprendizaje de asignatura y carrera, y las actas oficiales de evaluación y recuperación. El modelo ATRIA integra cinco fases: alineación, trazabilidad, reescalamiento, interpretación y acción de mejora. Para cada resultado se calculó una puntuación individual en escala 0-10, el promedio grupal, la desviación estándar y la proporción de estudiantes que alcanzó el umbral de 7/10. El promedio global de los diez resultados fue 7,08/10. Los resultados RAA1, RAA2 y RAA3 alcanzaron promedios de 8,92; 8,92 y 8,82, con tasas de logro entre 93,9 % y 97,0 %. En contraste, RAA9 y RAA10 registraron 5,38 y 5,52, y solo 24,2 % de logro. La aprobación directa fue 63,6 %; diez estudiantes rindieron recuperación y ninguno aprobó. El patrón evidencia una brecha entre la comprensión conceptual y la construcción de modelos computacionales. Se concluye que ATRIA permite convertir registros académicos dispersos en evidencia trazable para decisiones curriculares, aunque exige diversificar instrumentos, auditar evidencias repetidas y alinear la recuperación con los resultados no alcanzados.

Gnosis

Revista de Educación

PALABRAS CLAVE: resultados de aprendizaje; alineación constructiva; evaluación directa; educación en ingeniería; simulación computacional

ABSTRACT

This study aimed to design and apply a replicable methodological procedure for evaluating learning outcome attainment through curricular alignment, evidence traceability, score normalization, and improvement-oriented interpretation. A methodological, non-experimental, retrospective, documentary study with a quantitative-descriptive approach was conducted. The model was applied to a Simulation Techniques course in the eighth semester of a Software program, using a census of 33 students during September 2025-February 2026. The syllabus, activity-level gradebook, course-to-program outcome mapping matrix, and official assessment and recovery records were analyzed. The ATRIA model comprises five phases: alignment, traceability, rescaling, interpretation, and improvement action. For each outcome, an individual score on a 0-10 scale, group mean, standard deviation, and the proportion of students reaching the 7/10 threshold were calculated. The overall mean across the ten outcomes was 7.08/10. Outcomes RAA1, RAA2, and RAA3 reached means of 8.92, 8.92, and 8.82, with attainment rates from 93.9% to 97.0%. In contrast, RAA9 and RAA10 obtained 5.38 and 5.52, and only 24.2% attainment. Direct course approval was 63.6%; ten students took the recovery assessment, and none passed. The pattern reveals a gap between conceptual understanding and the construction of computational models. ATRIA transform dispersed academic records into traceable evidence for curricular decision-making; however, it requires diversified assessment instruments, auditing of repeated evidence, and recovery processes aligned with the outcomes that were not attained.

KEYWORDS: learning outcomes; constructive alignment; direct assessment; engineering education; computer simulation

RESUMO

O objetivo foi elaborar e aplicar um procedimento metodológico replicável para avaliar o alcance dos resultados de aprendizagem por meio de alinhamento curricular, rastreabilidade das evidências, normalização das pontuações e interpretação orientada à melhoria. Realizou-se um estudo metodológico, não experimental, retrospectivo e documental, com abordagem quantitativo-descritiva. A aplicação ocorreu na disciplina Técnicas de Simulação, do oitavo nível de um curso de Software, com censo de 33 estudantes no período setembro de 2025-fevereiro de 2026. Foram analisados o plano de ensino, o registro de notas por atividades, a matriz de correspondência entre resultados da disciplina e do curso e as atas oficiais de avaliação e recuperação. O modelo ATRIA integra

Ivan Menes Camejo, Gladys Lorena Aguirre Sailema, Jorge Ariel Menendez Verdecia, Katherine Maribel Gallegos Carrillo

cinco fases: alinhamento, rastreabilidade, reescalamento, interpretação e ação de melhoria. Para cada resultado foram calculados a pontuação individual em escala de 0 a 10, a média do grupo, o desvio-padrão e a proporção de estudantes que alcançou o limiar de 7/10. A média global dos dez resultados foi 7,08/10. Os resultados RAA1, RAA2 e RAA3 obtiveram médias de 8,92; 8,92 e 8,82, com taxas de alcance entre 93,9% e 97,0%. Em contraste, RAA9 e RAA10 registraram 5,38 e 5,52, com apenas 24,2% de alcance. A aprovação direta foi de 63,6%; dez estudantes realizaram recuperação e nenhum foi aprovado. O padrão evidencia uma lacuna entre a compreensão conceitual e a construção de modelos computacionais. Conclui-se que o ATRIA transforma registros acadêmicos dispersos em evidências rastreáveis para decisões curriculares, embora exija diversificação dos instrumentos, auditoria de evidências repetidas e recuperação alinhada aos resultados não alcançados.

PALAVRAS-CHAVE: resultados de aprendizagem; alinhamento construtivo; avaliação direta; educação em engenharia; simulação computacional

1. INTRODUCCIÓN: PUNTO DE PARTIDA

La evaluación de resultados de aprendizaje ocupa un lugar central en los modelos de educación basada en resultados, porque desplaza la atención desde la cobertura de contenidos hacia aquello que el estudiante puede explicar, aplicar, diseñar o producir al finalizar una experiencia formativa. En ingeniería y computación, esta orientación es especialmente relevante: los planes de estudio deben demostrar que las actividades docentes y las evaluaciones generan evidencias suficientes para sustentar el logro de capacidades profesionales y no solo la aprobación de asignaturas (Syeed et al., 2022; Mahrishi et al., 2025).

La alineación constructiva propone relacionar de manera explícita los resultados previstos, las actividades de enseñanza-aprendizaje y las tareas de evaluación. Su valor no consiste únicamente en elaborar matrices curriculares, sino en asegurar que las evidencias demanden el nivel de desempeño expresado en cada resultado y que la interpretación de las calificaciones conduzca a decisiones de mejora (Biggs & Tang, 2011; Loughlin et al., 2021). Sin esta correspondencia, una nota global puede ocultar fortalezas y debilidades específicas: dos estudiantes con el mismo promedio podrían haber alcanzado resultados diferentes, y un resultado podría aparecer como logrado a partir de una única evidencia poco representativa.

Los sistemas de aseguramiento de la calidad recomiendan mapear resultados de asignatura con resultados de programa, definir indicadores de desempeño, establecer umbrales y conservar registros que permitan monitoreo longitudinal. Las experiencias de implementación muestran que la utilidad del enfoque

depende de la trazabilidad entre los datos de evaluación y los resultados a los que contribuyen, así como de la capacidad institucional para cerrar el ciclo de mejora continua (Almuhaideb & Saeed, 2020; Amirtharaj et al., 2022; Kushari & Septiadi, 2022).

En las asignaturas de simulación, la evaluación plantea retos adicionales. La simulación combina comprensión conceptual, formulación matemática, programación, experimentación, verificación, validación, análisis de datos y comunicación de resultados. Por ello, las evidencias deben abarcar tanto conocimientos declarativos como desempeño procedimental y resolución de problemas. La literatura reconoce el potencial de los entornos simulados para desarrollar habilidades complejas, pero también advierte que su efectividad debe documentarse mediante evaluaciones formales y apoyos pedagógicos adecuados (Chernikova et al., 2020; Negahban, 2024).

La asignatura Técnicas de Simulación analizada se organiza en tres unidades: introducción a la simulación, teoría de colas y lenguajes de simulación. El sílabo declara diez resultados de aprendizaje de asignatura vinculados con cinco resultados de la carrera y contempla aula invertida, aprendizaje basado en problemas, trabajo colaborativo, talleres, estudios de caso, experimentación y prácticas de laboratorio. La evaluación se distribuye entre participación, investigación formativa, aplicación de contenidos, resolución de problemas, informes y prácticas. Esta diversidad ofrece múltiples fuentes de evidencia, pero requiere un método que evite sumar calificaciones sin considerar qué resultado representa cada actividad.

El problema metodológico fue, por tanto, cómo transformar el sílabo, el auxiliar de calificaciones y las actas oficiales en un sistema transparente que permitiera responder tres preguntas: qué evidencias sustentan cada resultado; qué proporción de estudiantes alcanza el estándar esperado; y qué acciones deben priorizarse cuando el promedio de la asignatura no coincide con el perfil de logro por resultados. El objetivo del estudio fue diseñar y aplicar el modelo ATRIA para evaluar el logro de resultados de aprendizaje mediante cinco operaciones articuladas: alineación curricular, trazabilidad de evidencias, reescalamiento, interpretación multinivel y acción de mejora.

2. MÉTODOS: RUTA METODOLÓGICA

2.1. Diseño y contexto

Se realizó un estudio de carácter metodológico con demostración empírica, bajo un diseño no experimental, retrospectivo, transversal y documental. El enfoque fue cuantitativo-descriptivo, porque se utilizaron registros académicos ya

Ivan Menes Camejo, Gladys Lorena Aguirre Sailema, Jorge Ariel Menendez Verdecia, Katherine Maribel Gallegos Carrillo

generados para construir indicadores de logro y examinar su utilidad en la toma de decisiones. No se manipuló la enseñanza ni se estableció un grupo de comparación; por ello, los resultados no permiten atribuir causalidad a una estrategia didáctica específica.

La aplicación se efectuó en la asignatura Técnicas de Simulación, correspondiente al octavo nivel de la carrera de Software de la Facultad de Informática y Electrónica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, durante el periodo septiembre de 2025-febrero de 2026. La asignatura tuvo 144 horas, tres créditos y una carga semanal de seis horas. En la versión anonimizada se omite la identificación institucional para preservar el arbitraje ciego.

2.2. Población, unidad de análisis y fuentes

La población estuvo constituida por los 33 estudiantes matriculados; se trabajó con censo. La unidad primaria de análisis fue el resultado de aprendizaje de asignatura (RAA), mientras que las unidades secundarias fueron las actividades de evaluación y el desempeño individual de los estudiantes. Los nombres, números de identificación y códigos estudiantiles no se incorporaron a la base analítica ni al manuscrito.

Se utilizaron cuatro fuentes: a) el sílabo, para identificar resultados, unidades, métodos y distribución de la evaluación; b) el auxiliar de calificaciones, que contiene nueve actividades de medio ciclo y seis de fin de ciclo; c) la matriz institucional que relaciona cada RAA con los resultados de aprendizaje de carrera (RAC); y d) las actas oficiales de evaluación acumulada y recuperación, empleadas para contrastar el perfil de logro con la aprobación de la asignatura.

2.3. Modelo ATRIA

ATRIA organiza la evaluación en cinco fases consecutivas. La primera, Alineación, verifica la correspondencia RAA-RAC-unidad y el nivel de desempeño esperado. La segunda, Trazabilidad, identifica las actividades que producen evidencia para cada resultado y la puntuación máxima asociada. La tercera, Reescalamiento, transforma combinaciones de actividades con pesos diferentes a una escala común de 0 a 10. La cuarta, Interpretación, integra promedio, dispersión, tasa de logro, cobertura de evidencias y estado académico. La quinta, Acción, convierte los hallazgos en decisiones docentes, indicadores de seguimiento y nuevas evidencias.

La lógica del modelo evita dos reducciones frecuentes: asumir que el promedio final representa por igual todos los resultados y considerar que un alto promedio

grupal garantiza que la mayoría alcanzó el estándar. Por esta razón se analizaron simultáneamente la magnitud del desempeño y su distribución entre estudiantes.

Figura 1. Fases del modelo ATRIA para evaluar y mejorar el logro de resultados de aprendizaje.



Nota. La acción de mejora genera nuevas evidencias y reinicia el ciclo de evaluación.

2.4. Matriz de alineación y cobertura

Cada actividad se vinculó únicamente con los RAA declarados en el auxiliar. La cobertura se definió como el número de actividades distintas y la suma de puntos máximos que sustentan un resultado. Una cobertura amplia no garantiza validez, pero ofrece mayor oportunidad de observar el desempeño. En sentido contrario, los resultados respaldados por una sola actividad se interpretaron con cautela. También se examinó si diferentes RAA utilizaban exactamente las mismas evidencias o si existían columnas con calificaciones idénticas, porque estas situaciones reducen la capacidad discriminante del sistema.

Tabla 1. Alineación, cobertura y observaciones de trazabilidad de los resultados

RAA	Desempeño central	RAC	Ubicación	N.º evid.	Puntos	Observación
RAA1	Conceptos de simulación	RAC 1	Unidad 1	3	3,00	Mismas evidencias que RAA2
RAA2	Metodología del estudio de simulación	RAC 2	Unidad 1	3	3,00	Mismas evidencias que RAA1
RAA3	Herramientas para análisis de datos	RAC 2	Unidad 1	1	1,00	Evidencia única

Modelo ATRIA para evaluar el logro de resultados de aprendizaje en educación superior: aplicación en Técnicas de Simulación

Ivan Menes Camejo, Gladys Lorena Aguirre Sailema, Jorge Ariel Menendez Verdecia, Katherine Maribel Gallegos Carrillo

RAA4	Trabajo en equipo y comunicación	RAC 1	Transversal	5	6,00	Cobertura en dos momentos
RAA5	Fundamentos de teoría de colas	RAC 2	Unidad 2	3	3,75	Cobertura media
RAA6	Aplicación y programación de colas	RAC 3	Unidad 2	3	3,50	Cobertura media
RAA7	Herramientas para modelos de colas	RAC 4	Unidad 2	1	1,25	Evidencia única
RAA8	Comandos y sintaxis de simulación	RAC 4	Unidad 3	5	8,50	Cobertura amplia
RAA9	Construcción de modelos computacionales	RAC 5	Unidad 3	4	6,50	Cobertura amplia
RAA10	Herramientas para modelos de simulación	RAC 4	Unidad 3	3	5,00	Cobertura media

Nota. N.º evid. = número de actividades asociadas; puntos = suma máxima de las actividades. La cobertura describe amplitud, no validez del instrumento.

2.5. Reglas de cálculo e interpretación

Para el estudiante i y el resultado j , la puntuación reescalada se calculó mediante la expresión $E_{ij} = 10 \times (\Sigma x_{ijk} / \Sigma p_k)$, donde x_{ijk} es la calificación obtenida en la actividad k asociada al resultado j y p_k es la puntuación máxima de esa actividad. El promedio del resultado se obtuvo como $\bar{E}_j = (\Sigma E_{ij})/n$. La tasa de logro fue $T_j = 100 \times [\text{número de estudiantes con } E_{ij} \geq 7]/n$. El umbral de 7/10 se adoptó como criterio operativo porque corresponde a la nota mínima de aprobación utilizada en las actas académicas.

La valoración institucional del promedio se conservó en tres niveles: poco cumplimiento (<3), cumplimiento medio (3 a 8) y cumplimiento satisfactorio (>8). Para orientar la mejora se añadió una regla de prioridad: alta cuando $\bar{E}_j < 7$ o $T_j < 60\%$; media cuando el promedio se ubicó entre 7 y 8 o la tasa entre 60% y $79,9\%$; y baja cuando el promedio fue >8 y al menos 80% de estudiantes alcanzó el umbral. Esta segunda regla es una propuesta del modelo y no reemplaza las categorías institucionales.

2.6. Análisis estadístico y control de calidad

Se calcularon media, desviación estándar, mediana, mínimo, máximo y proporciones. Los resultados se agruparon en cuatro dominios: fundamentos y metodología de simulación (RAA1-RAA3), competencia transversal de trabajo colaborativo y comunicación (RAA4), teoría de colas (RAA5-RAA7) y lenguajes/modelos computacionales (RAA8-RAA10). Las calificaciones de medio y fin de ciclo se describieron por separado, porque evalúan resultados distintos y no constituyen un pretest y posttest equivalentes.

La consistencia de la información se verificó contrastando los totales del auxiliar con las actas oficiales. Se identificaron pequeñas diferencias atribuibles al redondeo y coincidencias exactas entre algunas columnas de actividades. Estas coincidencias no fueron eliminadas, porque forman parte del registro original; se documentaron como un punto de auditoría para la siguiente aplicación.

2.7. Consideraciones éticas

El análisis utilizó registros secundarios anonimizados y se reportó únicamente información agregada. No se publicaron nombres, cédulas, códigos ni calificaciones individuales. Antes del envío definitivo, los autores deben confirmar y declarar la autorización institucional o el criterio del comité competente respecto del uso investigativo de registros académicos.

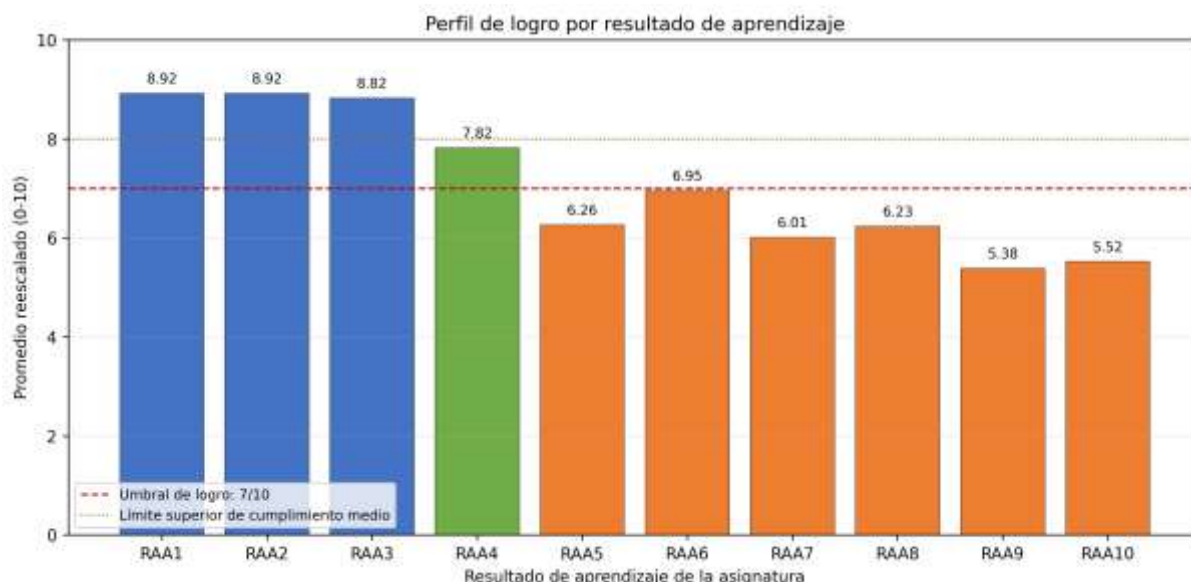
3. RESULTADOS: HALLAZGOS DE LA APLICACIÓN

La matriz de alineación confirmó que los diez RAA se vinculan con cinco resultados de carrera. La distribución de evidencias fue desigual: RAA4 y RAA8 se sustentaron en cinco actividades, mientras que RAA3 y RAA7 dependieron de una sola. Además, RAA1 y RAA2 utilizaron exactamente el mismo conjunto de actividades, por lo que obtuvieron valores idénticos. Este hallazgo no implica que los dos resultados sean equivalentes, sino que el sistema de evaluación disponible no permite distinguir con suficiente precisión la explicación conceptual de la descripción metodológica.

El promedio global de los diez resultados fue 7,08/10, clasificado como cumplimiento medio. Sin embargo, la agregación ocultó una marcada heterogeneidad. RAA1, RAA2 y RAA3 superaron 8/10 y presentaron tasas de logro superiores a 93 %. RAA4 alcanzó 7,82 y 78,8 %, lo que indica que la mayoría demostró trabajo colaborativo y comunicación, aunque el promedio no llegó al nivel institucional satisfactorio.

Ivan Menes Camejo, Gladys Lorena Aguirre Sailema, Jorge Ariel Menendez Verdecia, Katherine Maribel Gallegos Carrillo

Figura 2. Promedio reescalado de los diez resultados de aprendizaje de la asignatura.



Nota. La línea discontinua representa el umbral operativo de 7/10; la línea punteada separa el cumplimiento medio del satisfactorio según la escala institucional.

Tabla 2. Desempeño, tasa de logro y prioridad por resultado de aprendizaje

RAA	Media $\pm$ DE	Mediana	≥ 7 (%)	Valoración	Prioridad
RAA1	8,92 $\pm$ 1,06	9,10	93,9	Satisfactorio	Baja
RAA2	8,92 $\pm$ 1,06	9,10	93,9	Satisfactorio	Baja
RAA3	8,82 $\pm$ 1,64	9,00	97,0	Satisfactorio	Baja
RAA4	7,82 $\pm$ 1,56	8,08	78,8	Medio	Media
RAA5	6,26 $\pm$ 2,35	6,27	45,5	Medio	Alta
RAA6	6,95 $\pm$ 2,05	7,14	51,5	Medio	Alta
RAA7	6,01 $\pm$ 2,77	6,20	39,4	Medio	Alta
RAA8	6,23 $\pm$ 1,97	6,62	42,4	Medio	Alta
RAA9	5,38 $\pm$ 2,31	5,88	24,2	Medio	Alta
RAA10	5,52 $\pm$ 2,18	5,85	24,2	Medio	Alta

Nota. DE = desviación estándar. La prioridad alta se asignó cuando el promedio fue <7 o la tasa de logro <60 %.

Los resultados asociados con teoría de colas mostraron una disminución del desempeño. RAA5 alcanzó 6,26, RAA6 obtuvo 6,95 y RAA7 registró 6,01. La proporción de estudiantes con al menos 7/10 osciló entre 39,4 % y 51,5 %. La desviación estándar más alta se observó en RAA7 (2,77), lo que refleja amplia dispersión y confirma la necesidad de interpretar con cautela un resultado medido mediante una sola actividad.

La principal brecha se ubicó en la tercera unidad. RAA8 alcanzó 6,23, mientras que RAA9 y RAA10 obtuvieron 5,38 y 5,52. Solo 24,2 % de los estudiantes alcanzó el umbral en la construcción de modelos computacionales y el manejo de herramientas de simulación. El perfil sugiere que reconocer comandos o describir procedimientos resultó menos exigente que integrar la formulación del sistema, la programación, la experimentación y la validación del modelo.

Tabla 3. Síntesis por dominio de aprendizaje

Dominio	Resultados	Media	Logro ≥7 (%)	Lectura
Fundamentos y metodología	RAA1- RAA3	8,89	94,9	Desempeño consolidado
Trabajo colaborativo y comunicación	RAA4	7,82	78,8	Logro extendido, aún perfectible
Teoría de colas	RAA5- RAA7	6,41	45,5	Brecha en aplicación y herramientas
Lenguajes y modelos computacionales	RAA8- RAA10	5,71	30,3	Principal cuello de botella

Nota. Los valores de dominio son promedios descriptivos de los RAA incluidos y no una nueva escala institucional.

La trayectoria académica fue congruente con el perfil de RAA. Veintiún estudiantes aprobaron directamente (63,6 %), diez fueron convocados a recuperación y dos reprobaron por asistencia. Ninguno de los diez estudiantes aprobó después de la recuperación; la nota promedio del examen fue 2,66/10 y cuatro registros fueron cero. La recuperación, tal como fue aplicada, no produjo evidencia de cierre de las brechas identificadas en los resultados de mayor complejidad.

**Modelo ATRIA para evaluar el logro de resultados de aprendizaje en educación superior:
aplicación en Técnicas de Simulación**

Ivan Menes Camejo, Gladys Lorena Aguirre Sailema, Jorge Ariel Menendez Verdecia, Katherine Maribel Gallegos Carrillo

Tabla 4. Resultados académicos y proceso de recuperación

Indicador	Resultado	Interpretación
Estudiantes analizados	33	Censo del paralelo
Medio ciclo	7,59 ± 1,41	Mediana 7,39; rango 4,35-9,72
Fin de ciclo	6,63 ± 1,91	Mediana 7,05; rango 0,00-9,00
Promedio acumulado	7,11 ± 1,54	Mediana 7,48; rango 2,48-9,36
Aprobación directa	21/33 (63,6 %)	Sin recuperación
Convocados a recuperación	10/33 (30,3 %)	Promedio previo 5,81/10
No habilitados por asistencia	2/33 (6,1 %)	66 % de asistencia
Nota de recuperación	2,66 ± 2,46	Cuatro registros de 0,00
Aprobación en recuperación	0/10 (0 %)	Máximo promedio posterior: 6,23
Aprobación final	21/33 (63,6 %)	Doce estudiantes no aprobaron

Nota. Las diferencias mínimas entre el auxiliar y el acta acumulada se explican por el redondeo a dos decimales en el documento oficial.

El control de calidad de los registros detectó coincidencias exactas entre tres pares de columnas de calificaciones. Estas coincidencias pueden responder a que un mismo producto fue utilizado para valorar más de un componente o a una duplicación operativa. En ambos casos, la interpretación debe documentar la dependencia entre evidencias para evitar sobreestimar la cobertura.

Tabla 5. Plan de acción derivado del modelo ATRIA

Foco	Diagnóstico	Acción propuesta	Indicador de seguimiento
RAA1- RAA2	Evidencias idénticas	Diseñar una tarea conceptual y otra metodológica con criterios diferenciados	Resultados distintos y trazables por RAA
RAA3 y RAA7	Una sola evidencia	Incorporar al menos una evidencia adicional de desempeño	Dos mediciones en momentos diferentes

Gnosis

Revista de Educación

RAA5- RAA7	Media 6,41; logro 45,5 %	Secuencias de problemas, diagnóstico de prerrequisitos y laboratorios guiados	Media ≥ 7 y logro ≥ 60 %
RAA8	Logro 42,4 %	Microprácticas de sintaxis con retroalimentación inmediata y banco de errores	Incremento del logro y reducción de ceros
RAA9- RAA10	Logro 24,2 %	Proyecto incremental: modelo, código, verificación, validación y análisis	Evidencia por hito y defensa técnica
Recuperac ión	0 % de aprobación	Plan remedial individual por RAA y nueva evidencia alineada	Reporte del RAA recuperado, no solo nota global
Calidad del dato	Columnas con valores idénticos	Auditar si son actividades distintas o un producto reutilizado	Diccionario de datos y control de duplicidad

Nota. Las metas deben revisarse en la siguiente cohorte y complementarse con criterios de calidad del producto, no solo con calificaciones.

4. DISCUSIÓN: INTERPRETACIÓN Y ALCANCES

La aplicación del modelo ATRIA mostró que la evaluación por resultados ofrece una lectura más informativa que la nota final. El promedio acumulado de la asignatura fue 7,11/10, valor que por sí solo podría interpretarse como aceptable. No obstante, la desagregación reveló que los resultados conceptuales estaban consolidados y que los resultados de programación y construcción de modelos solo fueron alcanzados por aproximadamente una cuarta parte del grupo. Este contraste confirma la necesidad de combinar promedio y tasa de logro, como recomiendan los sistemas de evaluación basados en resultados (Amirtharaj et al., 2022; Syeed et al., 2022).

La progresión desde RAA1-RAA3 hacia RAA8-RAA10 implica un aumento de la complejidad cognitiva y procedimental. Comprender conceptos y describir una metodología son condiciones necesarias, pero no suficientes para construir un modelo computacional verificable. La simulación exige coordinar representación del sistema, supuestos, lógica, código, experimentación y lectura de resultados. Los estudios sobre aprendizaje basado en simulación señalan que la práctica deliberada, el andamiaje y la retroalimentación son decisivos para el desarrollo de habilidades complejas (Chernikova et al., 2020; Negahban, 2024).

El bajo logro de RAA9 y RAA10 no debe atribuirse automáticamente a falta de esfuerzo estudiantil. También puede indicar una distancia entre las

Ivan Menes Camejo, Gladys Lorena Aguirre Sailema, Jorge Ariel Menendez Verdecia, Katherine Maribel Gallegos Carrillo

oportunidades de práctica y el desempeño exigido en la evaluación. El sílabo declara aprendizaje basado en problemas, experimentación y prácticas; sin embargo, los registros disponibles no muestran una secuencia explícita de hitos para pasar del ejercicio aislado al proyecto completo. Un proyecto incremental con entregas de conceptualización, modelo lógico, implementación, verificación, validación y análisis permitiría distribuir la carga cognitiva y generar retroalimentación antes de la evaluación sumativa.

La igualdad de puntuaciones entre RAA1 y RAA2 constituye una alerta de validez. Si dos resultados expresan actuaciones distintas, deberían contar con al menos una evidencia o criterio que los diferencie. De manera similar, RAA3 y RAA7 dependen de una sola tarea; un desempeño alto o bajo podría reflejar circunstancias específicas del instrumento. La alineación constructiva requiere no solo declarar relaciones, sino diseñar evaluaciones que representen el constructo y el nivel de desempeño esperado (Biggs & Tang, 2011; Loughlin et al., 2021).

La ausencia de aprobación en recuperación merece una revisión pedagógica. Una prueba global administrada al final puede confirmar la insuficiencia acumulada, pero no necesariamente ofrece una ruta para recuperar resultados concretos. Desde la lógica de ATRIA, la recuperación debería comenzar con un perfil individual de RAA no alcanzados, continuar con actividades remediales y finalizar con una nueva evidencia auténtica vinculada al resultado. Así, la recuperación dejaría de ser una repetición de calificación y se convertiría en una oportunidad documentada de aprendizaje.

El modelo también aporta una capa de control de calidad del dato. Las coincidencias entre columnas y las diferencias de redondeo no invalidan los registros, pero muestran que un sistema de resultados necesita diccionario de actividades, identificadores estables, reglas para evidencias compartidas y auditoría de fórmulas. Los sistemas de información para educación basada en resultados han demostrado que el mapeo y el almacenamiento estructurado facilitan el monitoreo, siempre que las relaciones entre resultados, indicadores y cursos estén definidas con claridad (Kushari & Septiadi, 2022).

Los hallazgos son coherentes con experiencias que relacionan la educación basada en resultados con la mejora continua y el aseguramiento de la calidad en programas de computación e ingeniería (Almuhaideb & Saeed, 2020; Jadhav et al., 2020). La contribución específica de ATRIA es integrar en una misma ruta la cobertura de evidencias, el reescalamiento de actividades con pesos diferentes, la tasa individual de logro y una regla explícita de prioridad. Esto permite que la reunión docente se centre en resultados y acciones verificables, en lugar de limitarse a promedios generales.

El estudio presenta limitaciones. Corresponde a un solo paralelo y periodo académico, por lo que los resultados no son generalizables. No se contó con rúbricas analíticas completas ni con validación de instrumentos. Algunas evidencias fueron compartidas por varios resultados y se identificaron columnas idénticas. Tampoco existe una medición inicial equivalente que permita estimar ganancia de aprendizaje. La tasa de logro utiliza el umbral de aprobación institucional y no una norma externa de competencia. Futuras aplicaciones deben incorporar validación por expertos, acuerdo entre evaluadores, rúbricas por desempeño y seguimiento de cohortes.

5. CONCLUSIONES: CIERRE DEL CICLO DE MEJORA

El modelo ATRIA convirtió el sílabo, el auxiliar de calificaciones y las actas académicas en una cadena trazable de evidencia para evaluar resultados de aprendizaje. Sus cinco fases —alineación, trazabilidad, reescalamiento, interpretación y acción— son replicables en otras asignaturas siempre que se definan con precisión las actividades y sus pesos.

La aplicación mostró un promedio global de 7,08/10, pero evidenció dos perfiles claramente diferenciados: alto logro en fundamentos, metodología y análisis de datos, y bajo logro en programación, construcción y manejo de modelos computacionales. La tasa de logro permitió reconocer que RAA9 y RAA10 fueron alcanzados por solo 24,2 % de los estudiantes, información que no era visible en el promedio final de la asignatura.

La evaluación requiere fortalecer la validez de la evidencia. RAA1 y RAA2 deben diferenciarse mediante tareas o criterios específicos; RAA3 y RAA7 necesitan más de una evidencia; y las columnas de calificaciones idénticas deben auditarse para establecer si representan productos distintos o reutilización de un mismo desempeño.

La prioridad pedagógica es implementar una secuencia de aprendizaje para teoría de colas y lenguajes de simulación basada en problemas progresivos, laboratorios guiados, revisión de código, verificación y validación por hitos. La recuperación debe alinearse con los RAA no alcanzados y generar una nueva evidencia de desempeño, no limitarse a una prueba global.

ATRIA no sustituye el juicio académico ni valida por sí solo los resultados declarados. Su función es hacer explícitas las reglas de cálculo, revelar vacíos de cobertura y organizar el cierre del ciclo de mejora. La siguiente aplicación deberá comparar cohortes, validar rúbricas y documentar el efecto de las acciones implementadas.

Ivan Menes Camejo, Gladys Lorena Aguirre Sailema, Jorge Ariel Menendez Verdecia, Katherine Maribel Gallegos Carrillo

6. DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses en relación con este artículo. No han recibido financiamiento ni apoyo de ninguna organización o entidad que pudiera influir en el contenido del trabajo

7. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Autor 1	Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Adquisición de fondos, Investigación, Metodología, Administración del proyecto, Recursos, Software, Visualización, Redacción – borrador original.
Autor 2	Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Adquisición de fondos, Investigación, Metodología, Administración del proyecto, Recursos, Software, Visualización, Redacción – borrador original.
Autor 3	Curación de datos, Administración del proyecto, Supervisión, Validación, Visualización, Redacción – revisión y edición –
Autor 4	Curación de datos, Administración del proyecto, Supervisión, Validación, Visualización, Redacción – revisión y edición –

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almuhaideb, A. M., & Saeed, S. (2020). Fostering sustainable quality assurance practices in outcome-based education: Lessons learned from ABET accreditation process of computing programs. *Sustainability*, 12(20), 8380. <https://doi.org/10.3390/su12208380>
- Amirtharaj, S., Chandrasekaran, G., Thirumoorthy, K., & Muneeswaran, K. (2022). A systematic approach for assessment of attainment in outcome-based education. *Higher Education for the Future*, 9(1), 8-29. <https://doi.org/10.1177/23476311211017744>
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Barman, L., Bolander-Laksov, K., & Silén, C. (2014). Policy enacted: Teachers' approaches to an outcome-based framework for course design. *Teaching in Higher Education*, 19(7), 735-746. <https://doi.org/10.1080/13562517.2014.934346>
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university* (4th ed.). Open University Press.
- Chernikova, O., Heitzmann, N., Stadler, M., Holzberger, D., Seidel, T., & Fischer, F. (2020). Simulation-based learning in higher education: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 90(4), 499-541. <https://doi.org/10.3102/0034654320933544>
- Cobos Morocho, P. G., & Loyola Illescas, E. E. (2025). La evaluación formativa con herramientas digitales. *Revista Cognosis*, 10(4). <https://doi.org/10.33936/cognosis.v10i4.7872>
- de Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305-308. <https://doi.org/10.1126/science.1230579>

- Havnes, A., & Prøitz, T. S. (2016). Why use learning outcomes in higher education? Exploring the grounds for academic resistance and reclaiming the value of unexpected learning. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 28(3), 205-223. <https://doi.org/10.1007/s11092-016-9243-z>
- Jadhav, M. R., Kakade, A. B., Jagtap, S. R., & Patil, M. S. (2020). Impact assessment of outcome based approach in engineering education in India. *Procedia Computer Science*, 172, 791-796. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.113>
- Kushari, B., & Septiadi, L. (2022). A learning outcome assessment information system to facilitate outcome-based education implementation. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 28(2), 238-250. <https://doi.org/10.21831/jptk.v28i2.42339>
- Loughlin, C., Lygo-Baker, S., & Lindberg-Sand, Å. (2021). Reclaiming constructive alignment. *European Journal of Higher Education*, 11(2), 119-136. <https://doi.org/10.1080/21568235.2020.1816197>
- Mahrishi, M., Ramakrishna, S., Hosseini, S., & Abbas, A. (2025). A systematic literature review of the global trends of outcome-based education in higher education with an SDG perspective related to engineering education. *Discover Sustainability*, 6, 620. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01496-z>
- Negahban, A. (2024). Simulation in engineering education: The transition from physical experimentation to digital immersive simulated environments. *Simulation*, 100(7), 695-708. <https://doi.org/10.1177/00375497241229757>
- Rao, N. J. (2020). Outcome-based education: An outline. *Higher Education for the Future*, 7(1), 5-21. <https://doi.org/10.1177/2347631119886418>
- Syed, M. M. M., Shihavuddin, A. S. M., Uddin, M. F., Hasan, M., & Khan, R. H. (2022). Outcome based education: Defining the process and practice for engineering education. *IEEE Access*, 10, 119170-119192. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3219477>