

# Sistema de Enseñanza-Aprendizaje inteligente basado en el Razonamiento Basado en Casos

## Intelligent Teaching-Learning System based on Case Based Reasoning

Benjamín Maraza-Quispe<sup>1</sup>, Nicolás Cayturo-Silva<sup>2</sup>, Erick Arizaca-Machaca<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa

<sup>2</sup>Universidad Católica de Santa María de Arequipa

### Resumen

Los entornos virtuales de aprendizaje condicionan al estudiante a una estructura establecida, brindando contenidos de aprendizaje de forma generalizada, sin distinguir el tipo de estudiante que hace uso de este sistema de acuerdo con su estilo de aprendizaje.

Los Sistemas de Enseñanza Aprendizaje Inteligentes son programas que brindan conocimientos de cierto contenido mediante un proceso interactivo individualizado con el estudiante. Dentro del ámbito educativo la Inteligencia Artificial, trata de solucionar los problemas del aprendizaje lineal o patronizado, de forma que se pueda personalizar los contenidos de aprendizaje de acuerdo con su estilo de aprendizaje, sea este activo, reflexivo, teórico y pragmático.

En este contexto la presente investigación utiliza la técnica de la Inteligencia Artificial denominado el Razonamiento Basado en Casos (RBC) para personalizar los contenidos de aprendizaje de acuerdo al estilo de aprendizaje de cada estudiante, para ello se trabajó con un grupo experimental de los 25 estudiantes y un grupo de control de 25 estudiantes utilizando una plataforma virtual inteligente diseñada para tal efecto, disponible en línea en: <http://benjaminmaraza.my-place.us>

Se responde a la pregunta ¿En qué medida el Razonamiento Basado en Casos influye en la personalización de contenidos de aprendizaje en entornos virtuales de aprendizaje?

Se llegó a la conclusión de que el RBC influye en gran medida en la personalización del contenido de aprendizaje en los EVA, esto se puede evidenciar en el incremento del rendimiento académico de cada estudiante.

**Palabras clave:** Razonamiento, Basado, Casos, Inteligencia, Artificial, Sistemas, enseñanza, aprendizaje.

### Abstract

The virtual environments of learning condition the student to an established structure, providing learning content in a generalized way, without distinguishing the type of student that makes use of this system according to their learning style.

Intelligent Learning Teaching Systems are programs that provide knowledge of certain content through an interactive process that is individualized for the student. Within the educational field Artificial Intelligence, tries to solve the problems of linear or patronized learning, so that you can customize the learning contents according to your learning style, be it active, reflective, theoretical, and pragmatic.

In this context, the present research uses the technique of Artificial Intelligence called Case Based Reasoning (CBR) to personalize the learning contents according to the learning style of each student, for this we worked with an experimental group of 25 students and a control group of 25 students using an intelligent virtual platform designed for that purpose, available online at:

<http://benjaminmaraza.my-place.us>

The question is answered how Case Based Reasoning influences the personalization of learning contents in virtual learning environments. Is concluded that the CBR greatly influences the personalization of the learning content in the virtual learning environment; this can be evidenced in the increase of the academic performance of each student.

---

<sup>1</sup> **Correspondencia:** Benjamín Maraza Quispe, [bmaraza@unsa.edu.pe](mailto:bmaraza@unsa.edu.pe)

## Introducción

En la presente investigación se planteó identificar cómo influye el Razonamiento Basado en Caso en la personalización de contenido de aprendizaje en entornos virtuales de aprendizaje. Siendo el punto de la investigación estudiantes que cursaron el tercer año de secundaria en la asignatura de Física. Este alcance es importante, puesto que tiene relación con la educación, fomentando la mejora del rendimiento académico e incrementando las perspectivas del cómo aprender.

El problema “Aprendizaje patronizado”, no es más que un aprendizaje general que no va acorde con las capacidades de aprender de los estudiantes limitándolos a seguir patrones establecidos en el modelo educativo. A partir de ello, se formuló; ¿En qué medida influye el Razonamiento Basado en Casos en la personalización del contenido de aprendizaje en entornos virtuales de aprendizaje?

El enfoque de la investigación parte de lo general a lo específico, esta estructura permite entender temas generales que tiene relación con el tema específico, abriendo un enfoque teórico mucho más global. El análisis general empezó con la Inteligencia Artificial, sus objetivos y componentes. Como análisis específico se abordó la técnica de IA “Razonamiento Basado en Casos”, en este tópico se abordó sus componentes, fases y etapas.

Cabe mencionar, que la investigación experimental desarrolla un análisis estadístico descriptivo, por lo que los estudiantes fueron divididos en dos grupos, siendo uno de control y el otro experimental. Posteriormente, se aplica el RBC a un grupo para poder comprobar nuestra hipótesis. Para poder comparar los datos fue necesario utilizar una práctica calificada.

Posteriormente, los resultados obtenidos de la parte experimental inducen a realizar la siguiente afirmación: “El RBC si influye en la personalización de contenidos educativo en los EVA (Entorno virtual de aprendizaje), a tal punto de mejorar el rendimiento académico de los estudiantes”.

## Marco teórico

### Inteligencia Artificial (IA)

La Inteligencia Artificial busca la solución de problemas mediante el razonamiento humano que nos puede proporcionar el software y hardware de nuestro ordenador (León & García, 2008). Otra definición según Elaine Rich: “La IA es el estudio de cómo lograr que las computadoras hagan cosas que por el momento las personas hacen mejor”.

### La IA en educación

La IA en la educación tiene como objetivo desarrollar software educativo para la solución de problemas. Según Espinosa y García, establecen una relación entre el software educativo y IA permitiendo que los sistemas:

- Se adapten mejor a las características de los estudiantes teniendo en cuenta el historial de acción del alumno para no suministrar una respuesta aislada.
- Generen problemas, soluciones y diagnósticos cómo y cuándo se necesite durante una sesión de aprendizaje.

Para el desarrollo de la IA en la educación se necesita personal multidisciplinario. Dentro de este personal los más importantes son: especialistas en la educación y programadores de nivel bajo (Shneiderman, 2006).

### Objetivos de la IA en la educación

- Elaboración de software educativo, que permita la adaptación de la técnica de enseñanza con respecto al desarrollo educativo (León & García, 2008).
- Elaborar investigaciones enfocadas al desarrollo de sistemas educativos, basándose en técnicas avanzadas y tomando en consideración características del conocimiento (Yazdani & Lawler, 1986)

Actualmente, la combinación de la información, avances tecnológicos y el conocimiento del hombre, generan nuevas y mejores técnicas informáticas preparando la evolución del hombre en el ámbito tecnológico.

### Dominios de la IA

Los dominios están integrados por componentes tecnológicos. Cuando están en conjunto se denominan: elementos que componen las TI facilitando su aplicación y estudio (Hernández, 2011)

### **Dominio formal**

Mediante los modelos de algoritmos o heurísticos, se pretende resolver diversos problemas, pudiendo ser problemas de juegos o demostraciones de teoremas

### **Dominio técnico**

Se enfoca en la solución de problemas médicos y científicos como la robótica. Encierra de manera general y superficial a los Sistemas Expertos (SSEE). Dentro de estos podemos encontrar las técnicas basadas en reglas establecidas, basadas en casos o basadas en redes bayesianas.

### **Dominio cognitivo**

En este se pretende comprender la capacidad cognitiva de nuestro cerebro abarcando sus funcionalidades como: emociones, percepciones y razonamiento independientemente. Este dominio se presenta en los Sistemas Tutoriales Inteligentes.

## **Razonamiento Basado en Casos (RBC)**

### **Definición de RBC**

El Razonamiento Basado en Casos, es una técnica de la IA que busca solucionar problemas educativos igual al razonamiento humano, proporcionando una gama de respuestas, puesto que utiliza experiencias acumuladas para dar respuestas similares a problemas similares (Moreano, Joyanes, Giraldo, Duque, & Tabares, 2015).

### **Perfil del alumno**

El perfil del estudiante es variado e interesante. El alumno presenta diferentes características cognitivas, que le ayudan a aprender. Por otra parte, los alumnos deben asociarse con diferentes materiales de estudio que completen su satisfacción. Al trabajar con el RBC, hace que el alumno aprenda de una manera personalizada con una enseñanza semipresencial (León & García, 2008).

### **Estilos de aprendizaje**

Para hablar de los estilos de aprendizaje se tiene que definir el concepto clave. Según Alonso, Gallego y Honey, afirmar que los estilos de aprendizaje son "Los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos, que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los discentes perciben, interaccionan y responde a sus ambientes de aprendizaje". Entonces se puede decir que los estilos de aprendizaje son métodos que tienen las personas para aprender e interrelacionarse en la sociedad.

En particular analizaremos los estilos de aprendizaje por Honey y Mumford. Ellos los clasifican en:

- Estilo de aprendizaje activo: presenta gran afinidad por los desafíos y experiencias nuevas, no son conformistas con una actividad. Les gusta realizar tareas cortas que originen resultados inmediatos.
- Estilo de aprendizaje reflexivo: adopta una postura de observador, al mismo tiempo analiza la situación actual aprendiendo mejor. Desarrollan su capacidad de pensamiento crítico.
- Estilo de aprendizaje teórico: analizan y sintetizan la información de teorías coherentes y bien fundamentadas. Ponen más énfasis en la lógica y la racionalidad aplicando un pensamiento secuencial.
- Estilo de aprendizaje pragmático: presentan agrado por comprobar las técnicas e ideas aprendidas en la teoría aplicada a la práctica. Son más realistas con los desafíos, les gusta tomar decisiones para resolver problemas.

## **Componentes del RBC**

Los componentes, conforman la parte total del RBC, pueden ser vistos como parte del mecanismo de razonamiento del RBC para solucionar un problema. Estos componentes son (Maraza, 2015):

### **El problema**

"Describe el estado del mundo cuando el caso ocurre" (Ochoa, Hernández, Alvarez, Burlak, & Muñoz, 2006). El problema es la parte principal del RBC. Si no existiría el problema no existiría una solución ni tampoco los mecanismos de razonamiento del RBC, en simples palabras el RBC no tendrían presencia en la IA.

### **La solución**

Es la respuesta para el problema detectado. Una solución puede ser conocida con diferentes nombres como: una acción, un plan o una información útil para el usuario (Ochoa et al, 2006).

### **Memoria de casos**

La memoria de casos o base de casos contiene todas las experiencias anteriores. Estas experiencias pueden ser buenas o malas, lo cual permite que el sistema realice su análisis como un cerebro humano. Esta memoria de casos puede ser generada con previos conocimientos humanos, posteriormente empieza a construir todos sus datos a partir de las experiencias acumuladas (Martínez, García, & García, 2009)

## Fases del RBC

El RBC presenta principalmente cuatro fases o etapas que encierran tareas básicas: “Agrupamiento y clasificación de casos, selección y generación de casos, aprendizaje e indexación de casos, medición de similitud de casos, recuperación e inferencia de casos, razonamiento, reglas de adaptación y minería de datos (Maraza, 2015)”

Estas cuatro fases son: (Moreano et al., 2015)

- Recuperación: se define el problema actual. El sistema busca en la Memoria de Casos aquellos casos que tengan gran similitud, para posteriormente realizar un símil entre ambos casos.
- Reutilización: es más conocida como la fase de adaptación del sistema para la búsqueda de soluciones, mediante casos similares que están guardados en la memoria de casos.
- Revisión: observación de los resultados obtenidos. Es aplicada después de resolver el problema que se presenta, verificando si el caso fue resuelto con éxito o si fracasa. Por otro lado, cuando fracasa se toman las medidas necesarias para rectificarlo. Por ejemplo: se verifica y observa las causas que explican el fallo de la respuesta.
- Retención: es la última fase del RBC. El sistema almacena la nueva experiencia en la Memoria de Casos. Este almacenamiento se divide en: problema, solución y resultado. Sin embargo, si la solución del problema fracasa, el sistema almacena la información necesaria para la posible solución del problema en el futuro.

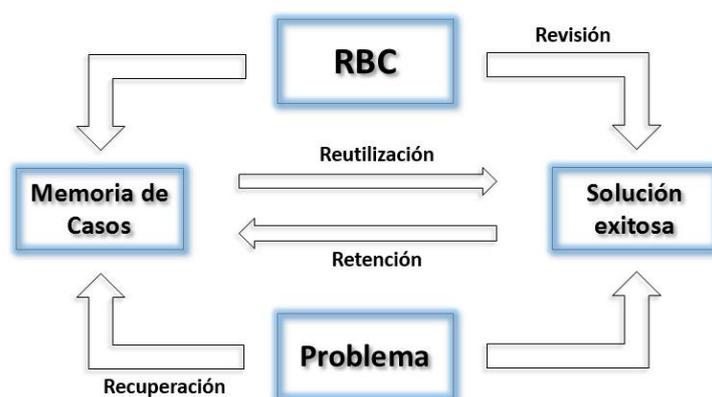


Figura 1. Interacción entre componentes y fases de RBC. Elaboración propia

## Metodología

### Problema

#### Planteamiento del problema

Entornos virtuales de aprendizaje lineales y patronizados no adecuados a los estilos de aprendizaje de los estudiantes.

#### Justificación del problema

Internet abre muchas puertas en la educación virtual. Pero, existe un problema cuando se subministra una enseñanza virtual al alumno, la educación que proporciona no se adapta a las características y necesidades del estudiante (Silveira, 2001).

### Objetivo de la investigación

#### Objetivo general

Evaluar cómo la técnica de la Inteligencia Artificial “Razonamiento Basado en Casos” a través de un caso de estudio con la finalidad de permitir personalizar contenidos de aprendizaje en entornos virtuales educativos en el área de Física.

#### Objetivos específicos

- Identificar como el RBC contribuye en la selección eficiente de contenido confiable para la personalización del aprendizaje.
- Interpretar mediante la propuesta experimental, el razonamiento del RBC en situaciones reales.
- Identificar los estilos de aprendizaje de la muestra.
- Determinar un método experimental que ayude a cuantificar el rendimiento de RBC.

### Hipótesis

El Razonamiento Basado en Casos influencia en la personalización del contenido de aprendizaje en entornos virtuales de aprendizaje, mejorando el rendimiento académico de los estudiantes.

### Variables

- Variable independiente (X): modelo RBC
- Variable dependiente (Y): rendimiento académico

### Experimentación

Para la experimentación se recurrió a una muestra de 50 estudiantes del 3° grado de secundaria que llevan la signatura de Física, de los cuales 25 fueron la muestra control y los restantes la muestra experimental, los cuales utilizaron la aplicación implementada en: <http://benjaminmaraza.my-place.us/> la cual utiliza la técnica de RBC para selecciona los contenidos de aprendizaje de acuerdo con los estilos. Principalmente la aplicación mencionada abarca tópicos del área de Física.

- Grupo control: no se le aplica el RBC
- Grupo experimental: si se aplica el RBC

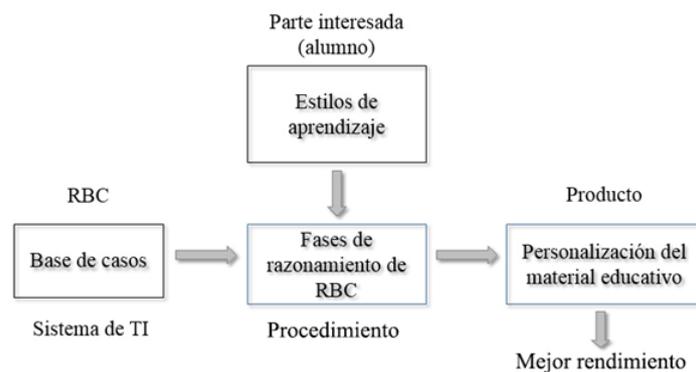


Figura 2. Propuesta para la personalización de aprendizaje mediante RBC. Elaboración propia

### Procedimiento de experimentación

Primero, se desarrolla un pre test, con el propósito de reconocer las características de cada grupo. Se realizó un procedimiento general para los dos grupos, la cual consta de:

- Realizar una prueba escrita en el área de Física que consta de 11 preguntas con un máximo de 11 puntos, aprobada por el profesor del área y calificada como eficiente con respecto a los temas que se toca.
- Separar a los 50 estudiantes en 2 grupos con 25 integrantes cada uno.
- Evaluar a la misma hora ambos grupos. Para esta evaluación se hace uso de la prueba diseñada anteriormente, la cual dura 20 minutos.
- Seguidamente, se pide al grupo experimental que haga uso de la aplicación RBC por una semana. En cambio, el grupo control no podrá usar la aplicación.

Finalmente, después de aplicar la técnica de RBC por una semana, se aplica un pos-test a ambos grupos, la cual siguió:

- Agrupar los dos grupos por separado; el experimental y control.
- Aplicar la misma prueba escrita en el mismo tiempo por un plazo de 20 minutos.
- Finalmente, analizar y comparar los resultados de ambos grupos.
- El procedimiento está diseñado para identificar como el RBC influye en la personalización del aprendizaje de cada estudiante. Para identificar esta influencia, se analizó el rendimiento académico antes y después de aplicar la técnica de RBC, porque el rendimiento académico denota que al personalizar el aprendizaje de cada estudiante en los EVA, su rendimiento académico aumentara de notoriamente.

### Resultados y discusión

#### Identificación y procesamiento de datos pre test.

En la presente experimentación se aplica un pre test y un post test para evaluar la influencia del RBC en la personalización de contenidos de aprendizaje. A continuación, se identifica las características de ambos grupos antes de la experimentación.

### Características de grupo control pre test:

En la presente investigación, partiendo del propósito con el que se elabora la misma, considera un enfoque analítico, cuantitativo y descriptivo, que recurre al control de variables generales, tecnológicas y con el uso de Apps durante la etapa universitaria. La unidad de análisis de la presente monografía corresponde a los estudiantes en Ciencia de la Computación de la Universidad San Pablo Arequipa.



Figura 3. Puntaje de estudiantes en el pre-test en el grupo de control. Elaboración propia

La figura 3 indica el estado en que se encuentra el grupo control, enfocándose en el rendimiento académico. Se puede apreciar que existen dos modas estas son las notas con valor de 2 y 5. Además hay más datos menores o iguales a 5, denotando que el grupo tiene un rendimiento medio inclinándose a un déficit. El mayor dato es 7 y el menor es 2 con una media de 3,88 y una desviación estándar de 1.508.

### Características de grupo experimental pre test



Figura 4. Puntaje de estudiantes en el pre-test en el grupo de control. Elaboración propia

La figura 4 representa las características cuantitativas del grupo experimental, enfocada en su rendimiento académico. Se puede distinguir que hay más datos mayores e iguales a 4, con una moda con valor 4. Al interpretarlo, podemos decir que el rendimiento que presentan es bajo pero con algunas expectativas de superación. El mayor dato es 7 y el menor es 2 con una media de 4.48 y una desviación estándar de 1.294.

### Identificación y procesamiento de datos post test.

Se identificó y analizo los estilos de aprendizaje significativos, usando la aplicación que se encuentra publicada en: <http://benjaminmaraza.my-place.us>

Tabla 1:

Población encuestada y media de la edad

Estilos de aprendizaje	Nº de alumnos que lo presenta
Activo	16
Reflexivo	16
Teórico	6
Pragmático	12
TOTAL	50

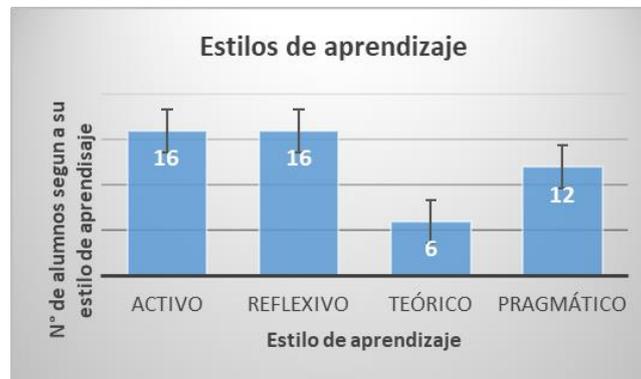


Figura 5. Cantidad de estudiantes con diferentes estilos de aprendizaje. Elaboración propia

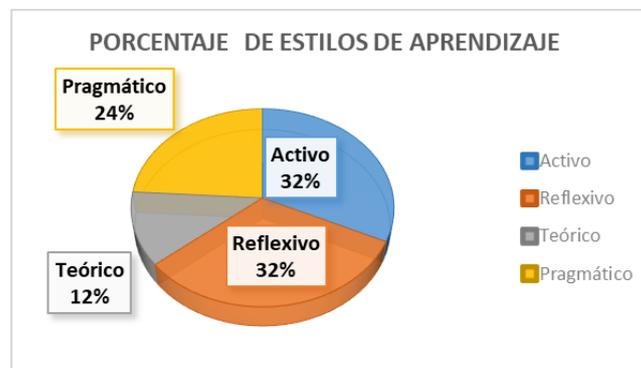


Figura 6. Porcentaje de cada estilo de aprendizaje. Elaboración propia

Las figuras 5 y 6 presentan un resumen general de los estilos de aprendizaje obtenidos después de aplicar el test de Honey a los dos grupos. Existe un empate entre el estilo reflexivo y activo con 32%, en segundo lugar el pragmático 24% y finalmente el teórico 12%. El menor valor de datos es 6 y el mayor valor es 16, presentando una media de 12,50 y una desviación estándar de 4,725. Siendo la intervención a 50 estudiantes.

### Características del grupo control post test



Figura 7. Puntaje de estudiantes en el post-test grupo de control. Elaboración propia

La figura 7 representa cuantitativamente el rendimiento académico después de aplicar la experimentación. Se puede notar que hay dos modas con valores de 2 y 6, con mayoría de datos menores o iguales a 4. El menor dato es 2 y el mayor es 7, con una media de 4.08 y una desviación estándar de 1.579.

Al interpretar se deduce que; el grupo control después de aplicar la experimentación no sufrió un cambio radical en el rendimiento académico, puesto que, se le sigue clasificando como un rendimiento básico con déficit. Esto se debe porque no se usó el RBC.

### Características del grupo experimental post test

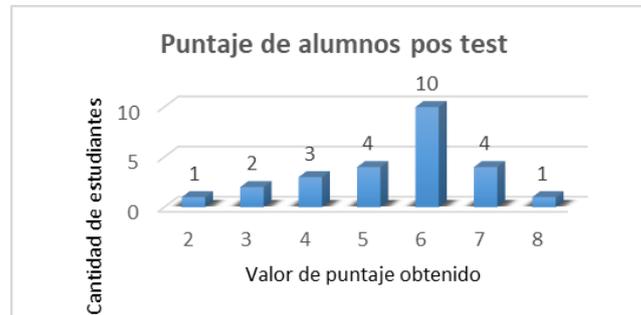


Figura 8. Puntaje de estudiantes en el post-test grupo experimental. Elaboración propia

La figura 8 hace referencia a las características cuantitativas después de aplicar la experimentación. Se nota que la moda es 10 con una media de 5.40 y una desviación estándar de 1.471. Estos datos nos reflejan un rendimiento académico medio con tendencia a mejorar.

Al interpretar los resultados podemos decir que; el grupo experimental después de utilizar el RBC incremento su rendimiento académico, mejorando considerablemente más no en su totalidad.

### Comparación de datos de pre-test y pos-test

#### Grupo control

Tabla 2:

Comparación con diferencia de puntos pre y post test de grupo control

ALUMNOS DE TERCERO DE SECUNDARIA GRUPO CONTROL				
Nº	ESTUDIANTES	PRE TEST	POS TEST	DIFERENCIA
1	Estudiante 1	5	5	0
2	Estudiante 2	5	5	0
3	Estudiante 3	2	2	0
4	Estudiante 4	2	2	0
5	Estudiante 5	2	2	0
6	Estudiante 6	4	4	0
7	Estudiante 7	5	4	-1
8	Estudiante 8	4	4	0
9	Estudiante 9	6	6	0
10	Estudiante 10	5	6	1
11	Estudiante 11	2	2	0
12	Estudiante 12	3	3	0
13	Estudiante 13	2	2	0
14	Estudiante 14	4	5	1
15	Estudiante 15	5	4	-1
16	Estudiante 16	3	3	0

17	Estudiante 17	2	2	0
18	Estudiante 18	7	7	0
19	Estudiante 19	5	6	1
20	Estudiante 20	2	3	1
21	Estudiante 21	4	4	0
22	Estudiante 22	4	5	1
23	Estudiante 23	6	6	0
24	Estudiante 24	5	6	1
25	Estudiante 25	3	4	1

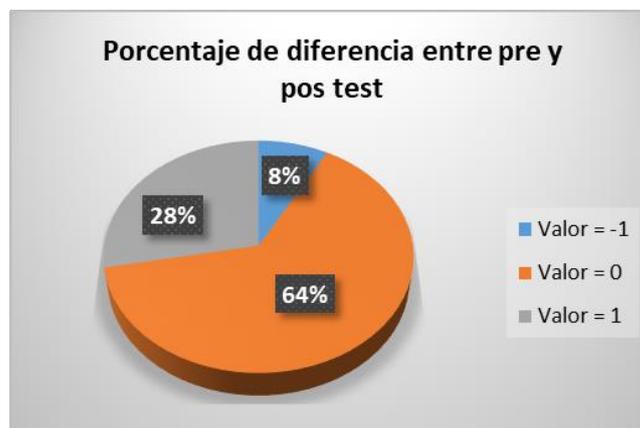


Figura 9. Porcentaje de diferencia del antes y después del test. Elaboración propia

La figura 9 muestra la diferencia porcentual que hay entre los resultados del pre y post test. El menor valor es -1 y el mayor es 1. Con una moda con valor 0. A partir de ello, podemos afirmar que los resultados se mantienen igual en las dos etapas con 64% porque la diferencia es 0. Con un 24% y diferencia de +1, se alude al incremento del rendimiento académico, pero este no alcanza el grado significativo que cambie los resultados generales, finalmente con una cifra pequeña de 8% y diferencia de -1 denota un ligero declive.

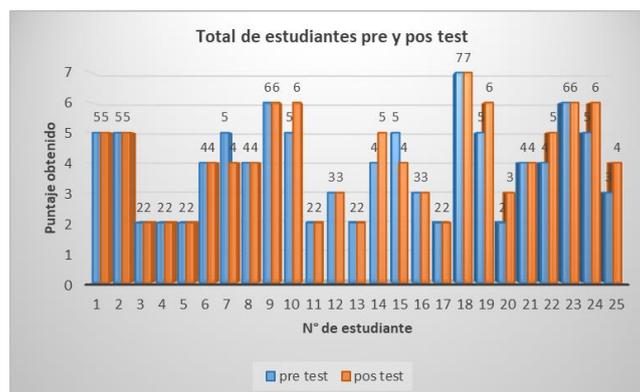


Figura 10. Puntaje obtenido de cada estudiante del grupo control. Elaboración propia

La figura 10, se muestra específicamente la comparación de los resultados del pre y pos-test. Se aprecia que el 64% (16 estudiantes), no sufrieron ningún cambio, el 28% (7 estudiantes), tuvieron una mejora y el 8% (2 estudiantes), bajaron sus resultados. Denotando que el rendimiento académico se mantiene igual antes y después con un pequeño aspecto de superación.

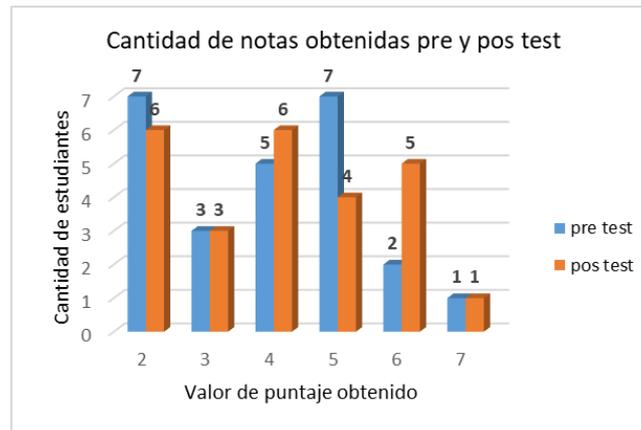


Figura 11. Resumen general de puntaje obtenido del grupo control. Elaboración propia

La figura 11 expresa la diferencia de la cantidad de alumnos con los puntajes obtenidos pre y post test, siendo el menor valor 7 y el mayor 2. Se denota que hubo un significativo incremento en el puntaje 6, pero la mayor cantidad de estudiantes sigue con puntajes bajos a 5, quedándose en un rendimiento bajo.

Tabla 3:

Resumen estadístico de datos del grupo control

PRE TEST		POS TEST	
<b>Media</b>	3.88	<b>Media</b>	4.08
<b>Error típico</b>	0.301772541	<b>Error típico</b>	0.315805848
<b>Mediana</b>	4	<b>Mediana</b>	4
<b>Moda</b>	5	<b>Moda</b>	2
<b>Desviación estándar</b>	1.508862706	<b>Desviación estándar</b>	1.579029238
<b>Varianza de la muestra</b>	2.276666667	<b>Varianza de la muestra</b>	2.493333333
<b>Curtosis</b>	-0.983994327	<b>Curtosis</b>	-1.177335838
<b>Coficiente de asimetría</b>	0.141249587	<b>Coficiente de asimetría</b>	0.064714152
<b>Rango</b>	5	<b>Rango</b>	5
<b>Mínimo</b>	2	<b>Mínimo</b>	2
<b>Máximo</b>	7	<b>Máximo</b>	7
<b>Suma</b>	97	<b>Suma</b>	102
<b>Cuenta</b>	25	<b>Cuenta</b>	25

La tabla 3 denota que hay un ligero aumento del rendimiento académico, con una diferencia en la media de 0.20. Ambos datos presentan una desviación estándar similar, con un 1.508 y 1.579 respectivamente, expresando que hay una ligera dispersión de los datos. Los dos resultados presentan una distribución platicurtica, menos apuntada con cola más ancha porque los valores de Curtosis son menores a 0. Finalmente presenta una asimetría positiva, con datos prácticamente acercándose a cero, habiendo menos valores separados a la derecha.

## Grupo experimental

Tabla 4:

Comparación con diferencia de puntos pre y post test de grupo experimental

ALUMNOS DE TERCERO DE SECUNDARIA GRUPO EXPERIMENTAL				
Nº	ESTUDIANTES	PRE TEST	POS TEST	DIFERENCIA
1	Estudiante 1	6	6	0
2	Estudiante 2	3	4	1
3	Estudiante 3	5	6	1
4	Estudiante 4	6	8	2
5	Estudiante 5	5	6	1
6	Estudiante 6	4	5	1
7	Estudiante 7	5	6	1
8	Estudiante 8	7	7	0
9	Estudiante 9	4	5	1
10	Estudiante 10	4	6	2
11	Estudiante 11	6	7	1
12	Estudiante 12	4	6	2
13	Estudiante 13	4	6	2
14	Estudiante 14	3	6	3
15	Estudiante 15	6	7	1
16	Estudiante 16	5	5	0
17	Estudiante 17	5	6	1
18	Estudiante 18	6	6	0
19	Estudiante 19	4	5	1
20	Estudiante 20	4	4	0
21	Estudiante 21	5	7	2
22	Estudiante 22	2	2	0
23	Estudiante 23	4	4	0
24	Estudiante 24	2	3	1
25	Estudiante 25	3	3	0

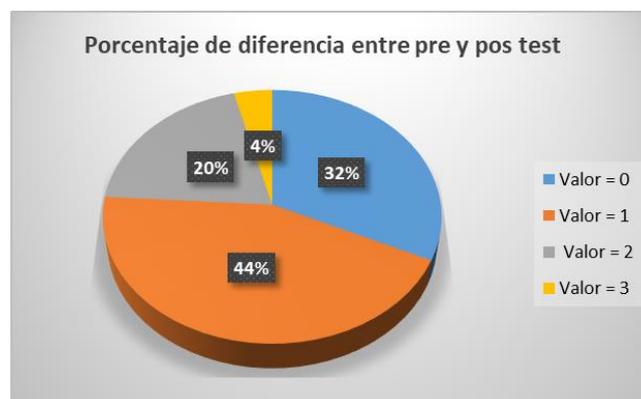


Figura 12. Resumen general de puntaje obtenido del grupo control. Elaboración propia

La figura 12 muestra datos porcentuales de la diferencia entre el pre y post test, de la cual el menor valor es 0 y el mayor valor es 3. Se presenta una moda con valor 1, la cual indica que la muestra aumento su rendimiento académico +1 siendo el 44%. Además, existe un 4% que aumentó significativamente +3. Al presentarse valores

mayores o iguales a 0, muestra que la muestra se mantiene y aumento su rendimiento académico mas no tuvo ningún declive.

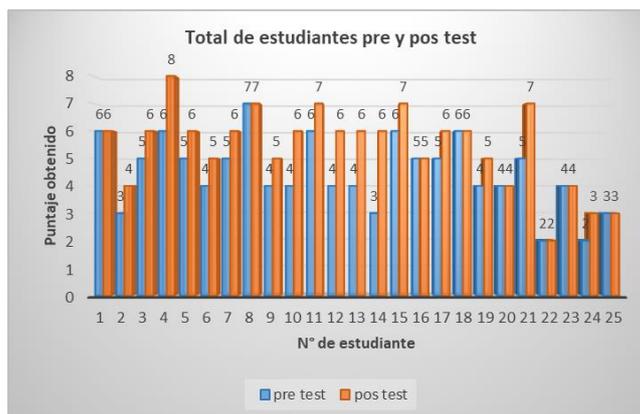


Figura 13. Puntaje obtenido de cada estudiante del grupo experimental. Elaboración propia

La figura 13, se muestra la comparación de los resultados del pre y post test de cada estudiante. Se aprecia que el 32% (8 estudiantes), no sufrieron ningún cambio, el 44% (11 estudiantes), tuvo una mejora +1, el 20% (5 estudiantes), tuvo una mejora +2 y el 4% (1 estudiante), tuvo una mejora +3. Interpretando que, más del 50% del grupo presenta una un aumento en el rendimiento académico.

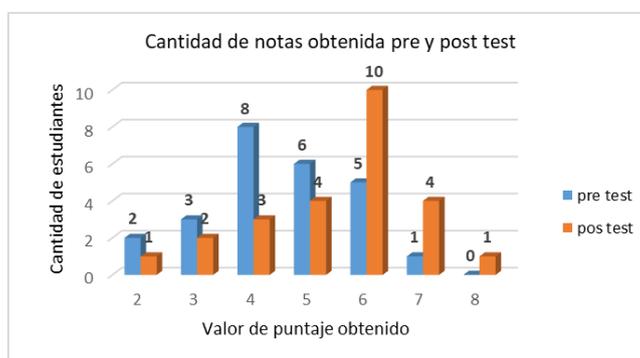


Figura 14. Resumen general de puntaje obtenido del grupo experimental. Elaboración propia

El gráfico 12 muestra la diferencia en la cantidad de alumnos con puntajes obtenidos en pre y post test, siendo el menor valor 8 y el mayor 2. Se denota que hubo un significativo incremento en el puntaje 6, puesto que la cantidad de alumnos con puntaje 2, 3, 4, 5 se redujeron gracias al aplicar el RBC, demostrando que el rendimiento académico puede aumentar en el futuro si se sigue aplicando el RBC.

Tabla 4:

Resumen estadístico de datos del grupo experimental

PRE TEST		POS TEST	
Media	4.48	Media	5.44
Error típico	0.258972328	Error típico	0.289136646
Mediana	4	Mediana	6
Moda	4	Moda	6
Desviación estándar	1.29486164	Desviación estándar	1.445683229
Varianza de la muestra	1.676666667	Varianza de la muestra	2.09
Curtosis	-0.408110902	Curtosis	0.158053904
Coefficiente de asimetría	-0.139984272	Coefficiente de asimetría	-0.679627088
Rango	5	Rango	6
Mínimo	2	Mínimo	2
Máximo	7	Máximo	8
Suma	112	Suma	136
Cuenta	25	Cuenta	25

En la tabla 4 utilizando la estadística descriptiva se procede a interpretar desde un enfoque cuantitativo los resultados de la parte experimental con respecto al grupo experimental. Se puede notar que: hay un significativo aumento del rendimiento académico, con una diferencia de la media entre el pre y post-test de 0.960. Ambos datos presentan una desviación estándar diferente, con un 1.294 en pre test y 1.445 en post test, denotando que en el antes hay una ligera dispersión de los datos y en el después esta dispersión aumento 0.151. El antes presentan una distribución platycúrtica, menos apuntada con cola más ancha porque los valores de Curtosis son menores a 0, en cambio el después, presenta una distribución leptocúrtica, más apuntada y achatada, ya que el valor de Curtosis es mayor a 0. Finalmente ambos resultados presentan una asimetría negativa con valor menores a 0, presentando una curva sesgada hacia la izquierda. Al aplicar el RBC, este influye en la personificación de los contenidos de aprendizaje aumentando el rendimiento académico.

### Discusión y conclusiones

El RBC influye en gran medida en la personalización del contenido de aprendizaje en los EVA, esto se puede evidenciar en el incremento del rendimiento académico de cada estudiante. Puesto que su mecanismo de funcionamiento consiste básicamente en evaluar y analizar a la muestra que desea personalizar su aprendizaje, subministrándole los materiales de ayuda necesarios, que se adapten específicamente al estilo de aprendizaje que presenta el estudiante. Finalmente emplea los casos que obtuvieron éxito rotundo para solucionar posibles casos que tengan la misma temática o el mismo problema.

La estructura de esta técnica es muy compleja, ya que su razonamiento y análisis lo hace enfocado a situaciones de la vida real presentando complejos algoritmos, que delimitan y favorecen a un mayor rango de probabilidades de respuestas con respecto a un caso en específico. Esto trae como consecuencia una significativa viabilidad si se presenta la oportunidad de emplearlo en diferentes ámbitos como: salud, robótica y principalmente la educación.

El RBC es una técnica de la IA que personaliza el aprendizaje a tal punto de aumentar el rendimiento académico de los estudiantes, esto se nota cuando se hace la comparación del antes y después de aplicar la técnica en cada grupo y entre los grupos. Cuantitativamente el que tubo mejores resultados fue el grupo experimental puesto que su promedio de rendimiento es más alto que del grupo control. Hay que destacar que: El que influyo en este cambio fue el RBC al personalizar el contenido de aprendizaje en los EVA adaptando los contenidos educativos a sus estilos de aprendizaje.

Existe un punto débil que afecta al RBC concretamente en la fiabilidad de sus resultados, puesto que: El RBC usa cálculos algorítmicos para dar respuestas contundentes que ayuden a la parte interesada, ellos ponen su confianza plena en esta técnica. Pero si fallan estos cálculos en el razonamiento y análisis de casos, puede alterar los resultados posteriores, generando respuestas falsas. Si nos enfocamos en la educación, este podría cambiar la técnica de aprendizaje que tiene el estudiante.

El RBC aplicado a la educación permite personalizar el aprendizaje de los estudiantes en los EVA, gracias a que

utiliza un razonamiento complejo que toma las características de los estudiantes según al estilo de aprendizaje, dando como resultado contenidos selectos que se adaptan a la demanda de los involucrados y brindan la ayuda necesaria para los temas que se quiere abordar, aumentando su rendimiento académico y sobresaliendo del resto.

### Referencias

- León, M & García, Z. (2008). *La Inteligencia Artificial en la Informática Educativa*. Santa Clara: Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Linares, A. R. (2007). *Desarrollo cognitivo: Las teorías de Piaget y de Vygotsky*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Shneiderman, B. (2006) *Diseño de interfaces de usuario. Estrategias para una interacción persona-computadora efectiva*. México: Addison Wesley.
- Hernández, A. L. (2011). *Arquitectura de la Tecnología de Información*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Maraza, B. (2015). *Modelo Inteligente de Gestión de Aprendizaje*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- Coffield, F, y Moseley, D. (2004). *Learning styles and pedagogy in post-16 learning, a systematic and critical review - institute of education university of london*. University of London, University of Newcastle. Elaine Hall.
- Moreano, R., Joyanes, L., Giraldo, L., Duque, N., & Tabares, V. (2015). *Modelo para personalización de actividades educativas aprovechando la técnica de Razonamiento Basado en Casos (RBC)*. Campus virtual, Vol. IV. Num 1.
- Martínez, N. García L., M. M., & García V, Z. Z. (2009). *Modelo para diseñar sistemas de enseñanza-aprendizaje inteligentes utilizando el razonamiento basado en casos*. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, Vol.6 No.3 .
- Ochoa, A. Hernández, J. A., Alvarez, F., Burlak, G., & Muñoz, J. (2006). *Más allá del Razonamiento Basado en Casos y una Aproximación al Modelo de Sociedades Utilizando Minería de Datos*. Editorial ADC.
- Silveira, R. (2001). *Modelagem orientada a agentes aplicada a ambientes inteligentes distribuídos de ensino: Jade java agent framework for distance learning environments*. Universidad Federal do Rio Grande do Sul.
- Alonso, C, Gallego D.J y Honey, P. (2005). *Los estilos de aprendizaje. Procedimiento de diagnóstico y mejora*. Bilbao: Mensajero. 6a Edición.
- Casali, A. (2015). *¿Qué es la Inteligencia Artificial?: ResearchGate*. ResearchGate Web site: [https://www.researchgate.net/publication/268275299\\_Que\\_es\\_la\\_Inteligencia\\_Artificial](https://www.researchgate.net/publication/268275299_Que_es_la_Inteligencia_Artificial)
- Sin autor. (2017). *Sistemas Expertos. Informática Integral Inteligente experiencia, eficiencia, excelencia* Web site: <http://www.informaticaintegral.net/sisexp.html>
- Brinkmann, H. (s.f.). *Desarrollo cognitivo (síntesis de la teoría de J. Piaget)*. Universidad de Concepción. Obtenido de: [http://www2.udec.cl/~hbrinkma/des\\_cognit\\_sensom.pdf](http://www2.udec.cl/~hbrinkma/des_cognit_sensom.pdf)
- Sin autor. (2012). *Introducción a la Inteligencia Artificial*. Obtenido el 14 de octubre del 2016 de: <http://www.cs.upc.edu/~bejar/ia/transpas/teoria/1-IA-introduccion.pdf>
- Suárez, A. (s.f.). *La inteligencia artificial a través de sus científicos*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid. Obtenido de: [http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%BA47/alberto\\_suarez.pdf](http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%BA47/alberto_suarez.pdf)
- Sin autor. (s.f.). *Inteligencia Artificial*. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*. Obtenido el 7 de octubre de 2016 de: <http://journal.iberamia.org/index.php/intartif/index>
- Herrera, J. (2013). *Modelo Estocástico a partir de Razonamiento Basado en Casos para la Generación de Series Temporales*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- Yazdani, M., & Lawler, R. (1986). *Artificial intelligence and education: An overview*. *Instructional Science*, 14(3), 197-206. Obtenido de: <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00051820?LI=true>