

## Estudio comparativo del nivel de habilidad de abstracción en estudiantes de pregrado y postgrado, para el desarrollo de estrategias de pensamiento de alto nivel cognitivo

Margarita ARAVENA-GAETE

David RUETE ZUÑIGA

Diana FLORES-NOYA

José MONCADA-SÁNCHEZ

### Datos de contacto:

Margarita Aravena-Gaete  
Universidad Andres Bello  
[marg.aravena@uandresbello.edu](mailto:marg.aravena@uandresbello.edu)

David Ruete Zúñiga  
Universidad Andres Bello  
[druete@unab.cl](mailto:druete@unab.cl)

Diana Flores Noya  
Universidad de Atacama  
[diana.flores@uda.cl](mailto:diana.flores@uda.cl)

José Moncada Sánchez  
Universidad Nacional  
Experimental del Táchira  
[jmoncadas@unet.edu.ve](mailto:jmoncadas@unet.edu.ve)

Recibido: 19/06/2022  
Aceptado: 14/11/2022

### RESUMEN

Las habilidades del pensamiento superior son una de las premisas que las organizaciones de educación superior están desarrollando por medio de variadas estrategias cognitivas tanto en el área de pregrado como posgrado (Máster). El objetivo es comparar el nivel de habilidad de abstracción de los estudiantes de los dos niveles, para el establecimiento de estrategias de pensamiento de alto nivel cognitivo. La metodología empleada es cuantitativa con un tipo de investigación, descriptiva, estadístico y un análisis de clasificación de 5 experimentos programados en lenguaje R, a una muestra de dos cursos de formación de profesorado, de la Universidad de Granada, España donde se implementó un test de estrategias (N=81), los resultados destacan los buenos niveles de abstracción de los estudiantes con un 30,9% de nivel óptimo, 23,5% nivel bueno, 37,0% nivel satisfactorio y un 8,6% nivel insatisfactorio, el género femenino tiene mejor rendimiento con 13,3 puntos sobre el género masculino, en el caso del programa Pedagogía (Pregrado) obtienen un mejor nivel de abstracción del Programa de Master (Postgrado). Se concluye que las estrategias utilizadas para desarrollar niveles cognitivos altos deben ser diversas y con una intencionalidad formativa, y con una enseñanza explícita de habilidades y el porqué de su uso en estos programas de formación de profesorado. Finalmente, los académicos deben tener conciencia que habilidades cognitivas inferiores requieren para lograr las superiores, porque la abstracción requiere de habilidades anteriores como lo es analizar y sintetizar para poder lograrla.

**PALABRAS CLAVE:** abstracción; habilidades cognitivas; grado; pensamiento.

## **Comparative study of the abstraction skill level in undergraduate and graduate students**

### **ABSTRACT**

Higher thinking skills are one of the premises that higher education organizations are developing through various cognitive strategies, in both undergraduate and postgraduate areas. The main objective of this research is to compare the level of abstraction skill in both level students, to establish thinking strategies of a high cognitive level. A quantitative methodology was used, complemented by descriptive one, statistical design and a classification analysis of 5 experiments programmed in R language, applied to a sample of two teacher training courses in Grandad University, Spain, where a strategy test was implemented (N = 81). The results highlight the good levels of abstraction of the students with an optimal level of 30.9%, a good level of 23.5%, a satisfactory level of 37.0% and an unsatisfactory level of 8.6%. The female gender had better performance with 13.3 points over the male gender. In the case of the Pedagogy Program (undergraduate students), they obtained a better level of abstraction than those of the Master (Postgraduate Program). It is concluded that the strategies used to develop high cognitive levels must be diverse and with a formative intention, and with an explicit teaching of skills and the reason for their use in these teacher training programs. Finally, teachers must be aware that lower cognitive skills are required to achieve higher ones, because abstraction requires previous skills such as analyzing and synthesizing to be able to achieve it.

**KEYWORDS:** abstraction, cognitive skills; degree; thinking.

### **Introducción**

Las habilidades de pensamiento como materia de reflexión y estudio tienen una relación directa con la cognición. Precisamente porque incluye facultades y acciones como el conocer, el recoger, el organizar y utilizar el conocimiento. Esto implica el uso de la razón o de la inteligencia para la comprensión del entorno del sujeto. Por consiguiente, la cognición como función integral del sujeto está relacionada con procesos que incluyen a la percepción, la memoria y el aprendizaje. Para realizar estos procesos es necesario tener habilidades en el pensamiento.

Hablar de pensamiento, es referir a la acción de pensar. Pensar al mismo tiempo es un acto mental, por medio del cual es adquirido el conocimiento. Sin embargo, esta no es la única facultad para conocer, también está la percepción, el razonamiento y la intuición. De todas ellas, el razonamiento es la más importante para el pensamiento, por ello, en los procesos de aprendizajes existe la necesidad de formar las habilidades del pensar.

El tema sobre el desarrollo de habilidades de pensamiento alcanza un notorio interés a partir de los cambios surgidos en la sociedad, cuando transita de una era

industrial a una del conocimiento. Ante esta transformación, surge la necesidad de desarrollar competencias que den respuestas a estos cambios. Por tratarse de soluciones a los problemas de la humanidad desde la aplicación del conocimiento, las competencias están relacionadas directamente con el pensamiento. En este sentido, el desarrollo de este es un tema primordial en los procesos de enseñanza – aprendizaje en todos los niveles educativos.

En este sentido, un nivel de abstracción es aplicable en distintos escenarios. Uno de ellos es el universitario, específicamente la formalidad de un lenguaje lógico es cotidiano en este contexto, donde los criterios de concreción y de estabilidad permiten el abordaje de los problemas que puedan presentarse en los procesos formativos. Por ello, el interés de la investigación en estudiantes de pregrado (Programa de Pedagogía) y postgrado (Programa de Máster) de la Universidad de Granada (España), con el propósito de comparar, la habilidad de abstracción de estos sujetos y el uso que hacen de esta habilidad, para posteriormente proponer estrategias para el desarrollo de un pensamiento con un alto nivel cognitivo.

## **Habilidades del pensamiento**

Es importante comprender el término habilidad, en primer lugar. Refiere a lo adquirido por una persona en un proceso de practicar constantemente una misma acción. Un proceso deviene en un procedimiento, éste posteriormente es aplicado convirtiéndose en una habilidad por ser practicado con frecuencia. Por ello, se habla de habilidad del pensamiento, cuando el mismo es puesto en práctica, específicamente en los procesos de enseñanza – aprendizaje. Incorporar a los modelos educativos el desarrollo de habilidades de pensamiento permiten demostrar la capacidad de elaborar juicios, tomar decisiones, entre otras acciones, en la resolución de problemas (Gómez & Miralles, 2015; Morales, 2018; Romeu, 2016).

Entre los autores clásicos sobre la temática tenemos a Nickerson et al. (1990), quienes manifiestan dos tipos de habilidades de pensamiento: de bajo orden y de orden superior. Las primeras, se refieren a habilidades específicas como el identificar. Las segundas, son la combinación y uso pertinente de las habilidades de bajo orden, como por ejemplo, el razonamiento y la solución de problemas (González-Murillo et al., 2017).

Partiendo de lo señalado, es en los sistemas educativos donde las habilidades del pensamiento juegan un papel primordial en los procesos formativos, porque el propósito de su aplicación está en enseñar al estudiante, en cualquier nivel educativo a pensar. Entonces, para desarrollar la capacidad intelectual, es necesario el fortalecimiento de las habilidades de pensamiento en la formación, así como, dentro de espacios curriculares de pregrado y postgrado. Esta postura, toma arraigo cuando encontramos una definición como la expuesta por Campirán (2017, p. 21): “son un tipo especial de procesos mentales que permiten el manejo y la transformación de la información. Toda habilidad de pensamiento se define como un producto expresado mediante un conjunto de conductas que revelan que la gente piensa”. De esta manera,

estas conducen a la comprensión, al perfeccionamiento de la capacidad de razonar y vinculan conocimientos para realizar una tarea o dar solución a un problema.

Es importante resaltar que el pensamiento nos permite tomar decisiones, resolver problemas, comprender y adaptarnos al entorno. Al realizar estas acciones con precisión es lo que se denomina habilidad. Para Elliot (1993), "las habilidades no son elementos aislados independientes, sino que están vinculados a una estructura"; esto implica que el desarrollo de una habilidad no se da aisladamente sino existe una complementariedad de ellas, y es lo que se señaló anteriormente que formaban las habilidades de pensamiento de orden superior. Se puede decir, que existe una estructura de habilidades.

Por ello, es necesario insistir e indicar que las habilidades del pensamiento están directamente relacionadas con la cognición (Montoya, 2004; Piñas et al., 2022). Lo que implica considerar las diferentes formas de conocer algo o de aprehender algo. En este sentido, sin lugar a dudas se vincula con otros procesos cognitivos como: la percepción, la memoria, el aprendizaje y el razonamiento. Específicamente, este último, es considerado la habilidad más significativa del pensamiento.

### **Nivel de habilidad de abstracción**

Aprender conocimientos es una acción vinculada directamente con el lenguaje, este es una herramienta cultural que permite transmitir la información cognitiva. Este instrumento está compuesto por signos abstractos, que se emplea en el habla y en la representación del mundo, que ni siquiera está presente, proporcionando un contexto para el desarrollo del pensamiento abstracto (Vygotsky, 2009). Desde esta perspectiva, Chomsky (1965), indica que la comunicación verbal y escrita, facilita el espacio ideal para la representación de signos abstractos y el uso de reglas de combinación simbólica.

Es importante diferenciar lo que se encuentra en la literatura sobre el tema de las habilidades del pensamiento, en lo referente al pensamiento y al razonamiento abstracto. Estos son dos procesos cognitivos distintos que se desarrollan en etapas distintas. El primero, se limita al recuerdo de eventos pretéritos, es decir, aquellos que se vivieron en un pasado, por ello, existe dificultad de representar ciertos conceptos que no existen en la realidad, en un presente, sino forma parte de un pasado. Por su parte, el segundo, refiere a la capacidad del sujeto de no sólo representar información pasada, sino idiosincrásica, es decir, propia de sí. Por tanto, el razonamiento abstracto es el nivel máximo de pensamiento y de desarrollo cognitivo (Vygotsky, 2009). En este sentido, la abstracción ha sido postulada como esencial para la evolución de la inteligencia del hombre y está vinculada directamente con el rendimiento académico.

Tapasco (2017) describe que el concepto de abstracción por si mismo es complejo, Rojas (2016) expresa que implica una posibilidad de hacer cambios en diferentes situaciones para Jaramillo y Puga (2016), en el razonamiento abstracto confluyen las habilidades meta-cognitivas de la deducción, la síntesis, la interpretación y el análisis. Estas habilidades permiten al sujeto razonar desde cualquier contexto y resolver

problemas, bien sea inductiva o deductivamente. El razonamiento inductivo es la capacidad de desarrollar reglas, ideas o conceptos generales a partir de grupos específicos de ejemplos (Iriarte et al., 2010), lo cual habilita para formar nuevos conceptos. Entre tanto, el razonamiento deductivo es la capacidad de realizar inferencias desde axiomas generales hacia casos más concretos y particulares. Precisamente, estos dos tipos de razonamiento proporcionan la posibilidad del desarrollo óptimo (Vygotsky, 2009); lo cual, evidentemente, influye en el aprendizaje del estudiante.

Profundizando en la abstracción, Beas et al. (2014, p. 69), dicen que “es una destreza intelectual de profundización y extensión que consiste en identificar los elementos esenciales de una información, para identificar un patrón general y transferirlo a otras situaciones”. Es decir, es una habilidad para la demostración de constructos teóricos diseñados en una realidad concreta, que funcionan como arquetipos para comprobar su funcionamiento en otras realidades de las mismas características o aproximadas. Este patrón general que mencionan los autores referidos es una demostración de cómo dos cosas diferentes posiblemente están conectadas.

Reflexionando sobre esta habilidad, en el contexto universitario y espacio de este estudio, se presume que los estudiantes en su formación tienen la capacidad para manejar abstractamente la información, claro está, porque en un futuro próximo bien sea en una aplicación investigativa o en una práctica profesional, los formados deben trasladar ese aprendizaje a sus contextos cotidianos, educativos o laborales. Ahora bien, Beas et al. (2014), en sus experiencias de docencia y de investigación manifiestan que existen grupos que presentan dificultades en la aplicación de la abstracción en sus actividades académicas, demostrándose en la superficialidad de sus entregas de información, como requisito evaluativo.

Partiendo de lo señalado, las dificultades más frecuentes que presentan los estudiantes al momento de realizar una abstracción son: “exploración poco sistemática de los datos, dificultad para diferenciar lo relevante de lo irrelevante, incapacidad para reconocer los patrones generales de la información y poca flexibilidad de aplicar los patrones a otras situaciones” (Beas et al., 2014, p. 70). Ante tal situación es necesario disminuir estas dificultades porque la abstracción está presente en la vida de los sujetos, por ello, no puede ser desconocida en la educación. Además, esa habilidad de abstracción es necesaria para generar pensamiento crítico, es por ello, la importancia de su desarrollo tanto en el nivel de pregrado como postgrado por medio de estrategias que incentiven un alto nivel cognitivo, por ejemplo, actividades de imaginación, procesos matemáticos, agilidad y destreza mental, entre otros.

### **Estrategias para desarrollar pensamiento abstractivo**

En lo que refiere a cómo enseñar técnicas de pensamiento, de acuerdo con Parwart citado por Johnson (2003) existen tres formas generales de llevar a cabo este proceso

de enseñanza para desarrollar el pensamiento, a saber, la enseñanza separada, la inmersión y la localización o infusión del pensamiento. Estas condicionan la naturaleza de las acciones formativas que desarrolle el profesor, así pues:

1.- “La enseñanza separada consiste en enseñar técnicas de pensamiento, independientemente del contenido temático” (p. 17). Sin embargo, como bien señala el mismo autor, este enfoque no permite al estudiante identificar un contexto específico donde generalizar el patrón.

2.- La inmersión ésta “busca que el pensamiento se desarrolle naturalmente como resultado del compromiso total (inmersión) de los estudiantes con las actividades relacionadas con el contenido temático” (p. 17). Sin embargo, esta puede ser contraproducente y hacer que estudiantes con mayores competencias fijen patrones ya adquiridos y que los que tienen dificultades se frustren al no lograr lo solicitado.

3.- La localización o infusión del pensamiento se centra dentro del contexto del material que se emplea.

En el contexto de las estrategias focalizadas en el desarrollo de la abstracción, cobra especial sentido el trabajo desarrollado por Beas et al. (2014), quienes al referirse al tema señalan los principales errores que evidencian los estudiantes al realizar una abstracción, al tiempo que sugiere algunas acciones para disminuir la ocurrencia de estos. Destacan:

1. Exploración poco sistemática de datos, en este caso, una sugerencia es instar a los estudiantes a realizar la lectura siguiendo el orden del autor.
2. Dificultad para diferenciar lo relevante de lo irrelevante: algunas estrategias útiles para subsanar esta situación, es solicitar al estudiante pueda:
  - Analizar el título del texto, para facilitar que el estudiante se centre en la idea principal del mismo. Lo cual - sugieren los autores- puede acompañarse de planteamientos donde el estudiante identifique la relación entre el título y las ideas expuestas en el texto.
  - Hacer reducción de contenido, lo que supone que el estudiante, a partir de una lectura general, pueda eliminar toda aquella información que no modifique el significado de este.
  - Formular preguntas relacionadas con el texto leído.
  - Rotular información, esto implica que, a partir de la lectura de cada párrafo, el estudiante escriba -para cada uno de ellos- un título (frase u oración acotada) lo esencial del contenido tratado
3. Incapacidad para reconocer patrones generales de información. Para ayudar a superar esta dificultad puede solicitarse al alumno responder a “cómo puedes decir lo mismo de una forma más general?” (Beas et al., 2014, p. 72).

En este mismo contexto, Mora y Parra (2015) y Beas et al. (2014); ofrecen, además, un procedimiento explícito para la abstracción, el cual se sintetiza en los pasos esquematizados que se presenta a continuación, en la Tabla 1:

## **Tabla 1**

### *Estrategia para la enseñanza explícita de la abstracción*

Fases	Descripción
Precisar el concepto de abstracción	Precise el concepto con los estudiantes. Apoyándose en lluvia de ideas o definiciones dadas en la literatura.  Contraste las semejanzas y diferencias y semejanzas entre lo señalado en la literatura y lo expresado por los estudiantes y conduzca una construcción colectiva para lograr un aprendizaje comprensivo.
Discriminar la información relevante de la irrelevante	Solicite al estudiante la lectura de un material dado.  Aplica la estrategia de reducción, para ello pida a los estudiantes extraer las ideas y conceptos claves para la comprensión del texto
Establecer un patrón general a partir de la información relevante	Muestre a los estudiantes como transformar lo concreto en abstracto, para ello solicíteles: identifica la idea central. Una pregunta orientadora puede ser: ¿qué es lo más importante que se afirma en el texto?  Transforme el patrón general en algo específico.
Identificar otras situaciones donde pueda aplicar el patrón general	Inicialmente, el profesor, puede modelar situaciones específicas donde las afirmaciones declaradas en la sección anterior sean igualmente aplicables. Instando a los estudiantes a particularizar el patrón en otras circunstancias particulares.

*Fuente:* Elaboración Propia (2022).

## **Método**

La metodología utilizada fue cuantitativa, precisamente se “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández et al., 2014). Además, se emplea un diseño descriptivo porque hay una “caracterización de un [...] grupo, con el fin de establecer [...] comportamiento” (Arias, 2012). Para la muestra se empleó la técnica probabilística simple, seleccionada por conveniencia (Parra, 2000) y fue aplicado un test de estrategias validado (Aravena-Gaete et al., 2020) a 47 estudiantes de la carrera de Pedagogía (pregrado) y 34 estudiantes de máster (postgrados) de la Universidad de Granada, España.

Respecto al test, primero, se realizó un taller de habilidades del pensamiento y una vez finalizada la actividad implementó el test de estrategias de manera presencial independiente por tipo de programa. Se correlacionaron las variables: edad, tipo programa y género, además se examinaron modelos de aprendizaje de máquina supervisado.

## Procedimiento de los datos

En cuanto al procesamiento de los datos, se respetaron los estándares éticos necesarios en la recolección, procesamiento y análisis. Al mismo tiempo, protegiendo a los participantes involucrados, quienes han otorgado datos con información concerniente a sus habilidades de pensamiento, específicamente abstracto. Para ello, se aplicó un test de estrategias (de 9 preguntas) se evaluaron las textualidades, por medio de criterios y categorías establecidas en una rúbrica que describe 4 niveles de ejecución (Mettler, 2011), para el análisis de abstracción, utilizando una escala ordinal (1, 2, 3, 4) para representar la cualidad que se midió por medio del test.

Para medir la abstracción se realiza un promedio simple de las 9 respuestas entregadas por los estudiantes al realizar el test. El instrumento mide la abstracción a través de la capacidad de síntesis, capacidad de elaborar una pregunta y capacidad de rotular un texto predefinido. Los niveles de abstracción, Síntesis, Elabora Pregunta y Rotula se definen en 4 clases: Óptima, Buena, Satisfactoria e Insuficiente.

Los resultados fueron volcados en una base de datos en Excel, la cual fue procesada con el programa R, bajo la plataforma de RStudio, para luego extraer los análisis descriptivos, estadísticos y de clasificación.

Las variables de entrada provenientes del resultado de evaluación del test son las siguientes:

- Evaluación Abstracción: Preguntas de la 1 a la 9
- Evaluación Síntesis: Preguntas de la 1 a la 3
- Evaluación Elabora pregunta: Preguntas de la 4 a la 6
- Evaluación Rótula: Preguntas de la 7 a la 9

Las variables demográficas que también serán utilizadas como entrada son las siguientes:

- Edad: edad de los evaluados
- Tipo de Programa: Pedagogía (pregrado)
- Género: Femenino y Masculino

La variable de salida del test y variable de decisión es el nivel de Abstracción, que viene dada por la Ecuación 1:

$$\begin{aligned} \underline{X_{AB}} &= \text{Promedio (Variables de Entrada)} \\ \underline{X_{AB}} &= \begin{cases} \text{Insuficiente,} & 1 \leq \underline{X_{AB}} < 2 \\ \text{Satisfactoria,} & 2 \leq \underline{X_{AB}} < 3 \\ \text{Buena,} & 3 \leq \underline{X_{AB}} < 3,5 \\ \text{Óptima,} & 3,5 \leq \underline{X_{AB}} \leq 4 \end{cases} \quad (\text{Ecuación 1}) \end{aligned}$$

## Base de datos

En esta investigación existen dos tipos de participantes. Por un lado, se encuentra el alumnado de Pedagogía (programa de pregrado) y, por otro, el de Máster (programa

de postgrado).

En la tabla 2 se puede observar la descripción de las variables demográficas rescatadas del test de abstracción aplicado, donde la muestra se describe con la frecuencia (fi), frecuencia acumulada (Fi), frecuencia relativa (hi) y la frecuencia relativa acumulada (Hi).

La muestra, en género, se compone de 56,8% de muestras de género masculino y 43,2% femenino.

El tipo de programa un 58,0% de muestras en Pregrado y 42,0% Postgrado

Finalmente, en edad, el 53,1% de la muestra se acumula en el rango entre 19 y 22 años, y el 46,9% en el rango mayor de 22 años.

**Tabla 2**

*Frecuencias variables demográficas de la muestra*

Rango	Variables	fi	Fi	Hi	Hi
Rango Sexo	Masculino	46	46	56,8%	56,8%
	Femenino	35	81	43,2%	100,0%
Rango Tipo de Programa	Pregrado	47	47	58,0%	58,0%
	Postgrado	34	81	42,0%	100,0%
Rango Edad	19	16	16	19,8%	19,8%
	20	13	29	16,0%	35,8%
	21	6	35	7,4%	43,2%
	22	8	43	9,9%	53,1%
	23	9	52	11,1%	64,2%
	24	6	58	7,4%	71,6%
	25	8	66	9,9%	81,5%
	26	3	69	3,7%	85,2%
	27	2	71	2,5%	87,7%
	28	4	75	4,9%	92,6%
	29	1	76	1,2%	93,8%
	30	1	77	1,2%	95,1%
	31	3	80	3,7%	98,8%
35	1	81	1,2%	100,0%	

Fuente: Elaboración Propia (2022)

### **Análisis descriptivo y estadístico**

Se presenta un análisis descriptivo y estadístico de la base de datos obtenido de los principales hallazgos sobre la relación entre las variables de entrada, (variables demográficas y respuestas de la muestra), y salida, el Nivel de Abstracción. Se desarrolla una representación estadística, correlación y significancia de todas las variables de entrada de la muestra.

## Análisis de clasificación

Para el análisis de clasificación se han preparado 5 experimentos programados en lenguaje R (Chambers et al., 1993). Utilizando la base de datos explicada en el apartado anterior, se diseñan 5 experimentos para clasificar, en base a las variables demográficas y respuestas, y salida (Nivel de Abstracción) de los estudiantes que componen la muestra.

Los experimentos consisten en la aplicación de 5 algoritmos de máquinas de aprendizaje supervisados para generar modelos de clasificación: Máquina vectorial de soporte, Neïve Bayes, Árbol de decisiones, Bosque aleatorio y K Vecinos más Cercanos. Se comparan los diferentes modelos para seleccionar el de mejor desempeño.

## Resultados

### Análisis descriptivo

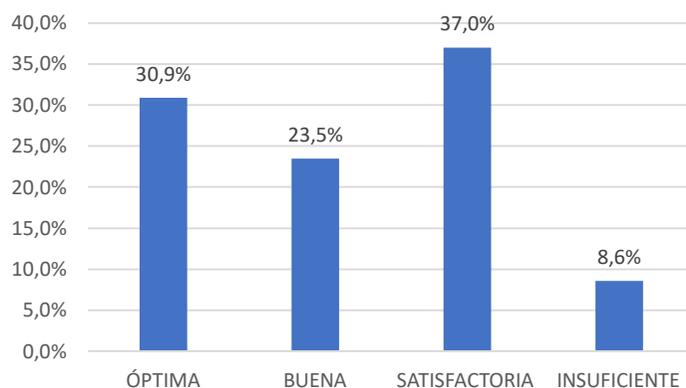
Por medio de un análisis descriptivo, se describe la comparación de las muestras, partiendo por la visualización del nivel de abstracción de la muestra completa, comparación por género, tipo de programa y rango de edad de 19 a 22 años y de mayores de 22 años.

De los datos recopilados se puede observar en la figura 1 la distribución de los niveles de abstracción de la muestra.

En general se observan buenos niveles de abstracción de los estudiantes con un 30,9% de nivel óptimo, 23,5% nivel bueno, 37,0% nivel satisfactorio y un 8,6% nivel insatisfactorio.

### Figura 1

#### Niveles de abstracción de la muestra



Fuente: Elaboración Propia (2022).

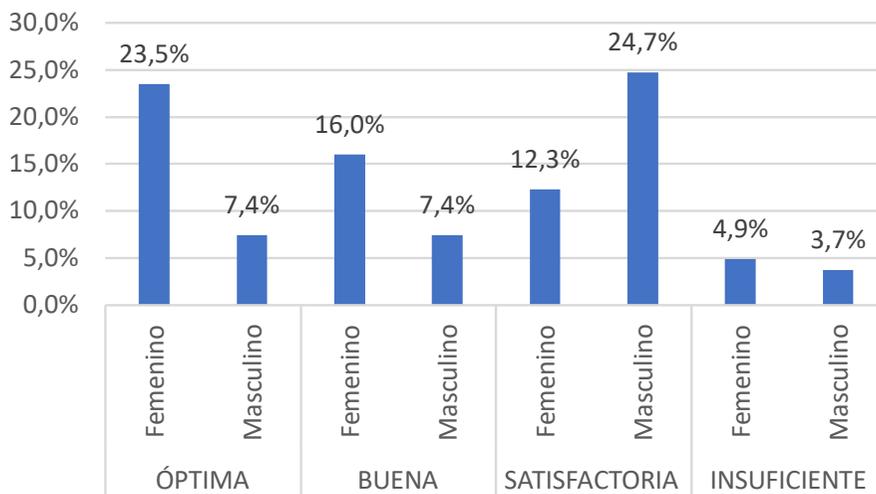
La figura 2 muestra la distribución de niveles de abstracción para el género. Se aprecia cómo el género femenino en los primeros dos niveles de abstracción, óptimo y bueno, tiene mejores resultados de abstracción que el género masculino. En el caso del nivel de abstracción óptimo el género femenino alcanza un 23,5% a diferencia del género masculino que alcanza un 7,4%. Para el caso del nivel de abstracción bueno el género femenino alcanza 16,0% y el género masculino un 7,4%; del total de la muestra.

En los niveles más bajos de abstracción esta proporción cambia. En el nivel de abstracción suficiente el género femenino alcanza un 12,3% mientras que el género masculino alcanza un 24,7%. Y finalmente en el caso del nivel de abstracción insuficiente, los resultados son parejos, donde el género femenino alcanza un 4,9% mientras el género masculino un 3,7% del total de la muestra.

En términos generales el género femenino tiene mejor rendimiento con 13,3 puntos sobre el género masculino.

**Figura 2**

*Niveles de abstracción para el Género*



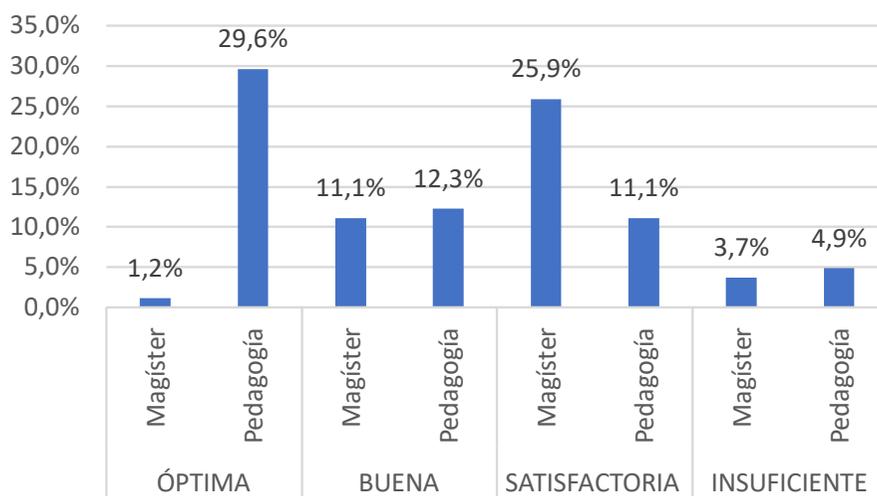
Fuente: Elaboración Propia (2022)

La figura 3 muestra la distribución de niveles de abstracción para el tipo de programa. Se observa como el tipo de Programa de Pedagogía (Pregrado), en los primeros dos niveles de abstracción, óptimo y bueno, tiene mejores resultados de abstracción que el tipo de Programa de Master (Postgrado). En los niveles más bajos de abstracción esta proporción cambia en favor del programa de Magister. En términos generales el programa de Pedagogía tiene mejor rendimiento con 14,8 puntos sobre el programa de Postgrado.

A pesar de que la intuición podría inferir un resultado contrario, por percibir que estudiantes de postgrado y con mayor edad deberían tener mejor abstracción, el resultado se explica por la variable género. Los estudiantes de género femenino son más cuantiosos en el programa de Pedagogía, donde un 83% de los estudiantes es de género femenino. En el programa de Magistero, los estudiantes de género femenino solo son un 20,6%.

**Figura 3**

*Niveles de abstracción para el Tipo de Programa*

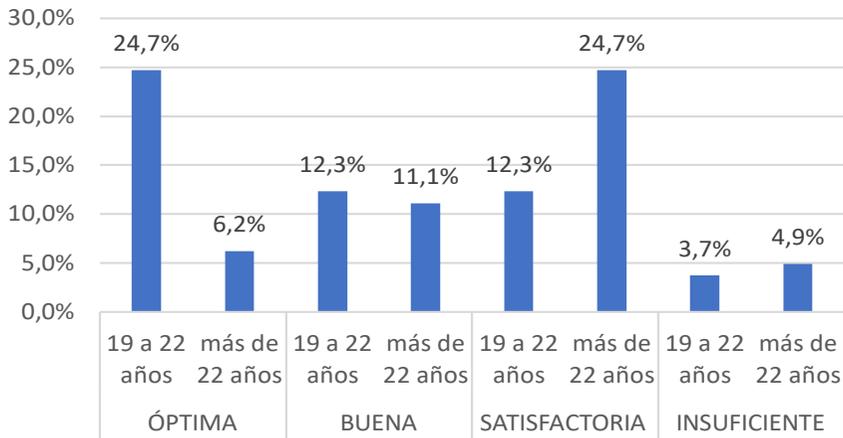


*Fuente:* Elaboración Propia (2022).

La figura 4 muestra la distribución de niveles de abstracción para dos rangos de edad, de 19 a 22 años y mayores de 22 años. Se observa cómo los estudiantes del rango de menor edad tienen mejores resultados de abstracción que los mayores de 22 años. En los niveles más bajos de abstracción esta proporción cambia en favor del programa de Magistero. Al igual que el resultado anterior, este se explica por la variable género. Los estudiantes de género femenino son más cuantiosos que los estudiantes de género masculino y, además, los estudiantes de género femenino son más cuantiosos en los rangos de menor edad pertenecientes al programa de Pedagogía.

**Figura 4**

*Niveles de abstracción para el Rango de Edad*



Fuente: Elaboración Propia (2022)

**Análisis estadístico**

Para explicar las características de la muestra, la figura 5 muestra las medidas de los mínimos y máximos, media y mediana, de cada una de las variables utilizadas de la base de datos.

Se puede observar mediante la media y mediana que las variables de evaluación Analisis1 y Rotula2, son las de mejor rendimiento con 50% de su puntuación sobre 3 puntos. El resto de las variables de evaluación tiene una distribución de puntaje uniforme.

La media y mediana en la variable de salida, AbstraccionId informa que el 50% del nivel de abstracción está sobre la etiqueta Buena. Las variables demográficas son variables dicotómicas, por lo que el análisis estadístico no muestra mayor información que una distribución uniforme de los dos valores que pueden tomar.

**Outlayers**

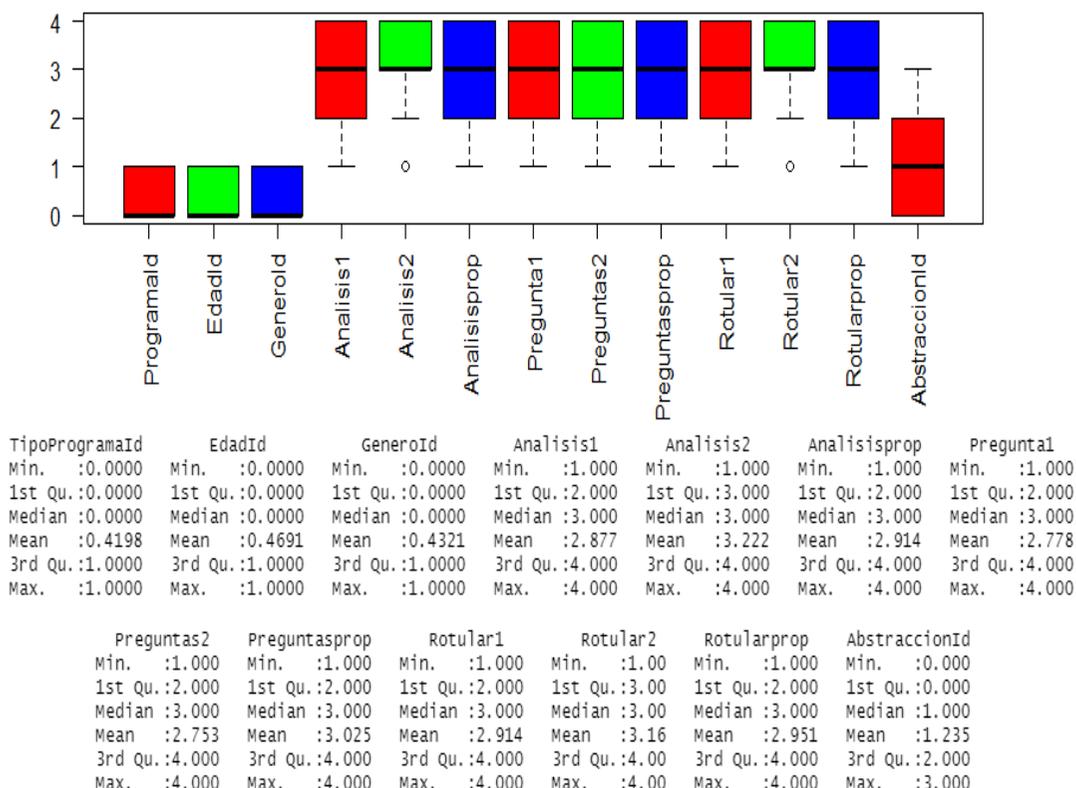
La aparición de *outlayers* en algunas variables hace necesario un mayor análisis de las respuestas de los estudiantes. Los *outlayers* describen comportamientos anormales dentro del conjunto de datos y se grafican con un círculo.

En la figura 5 se advierten *outlayers* en la variable Analisis2 y Rotula2. Para la variable Analisis2 existen 4 *outlayers* de valor “1”, que no responden a ninguna anomalía, y se explica con una respuesta insuficiente por parte del estudiante. Sin embargo, es interesante que solo un 4,9% de los estudiantes hayan respondido mal.

Para el caso de la variable Rotula2, el análisis es similar, solo cambia el número de *outlayers* (“6”) que muestra que el 7,4% de los estudiantes respondieron con calificación insuficiente.

**Figura 5**

*Características del conjunto de datos*



Fuente: Elaboración Propia (2022)

### **Análisis de correlación**

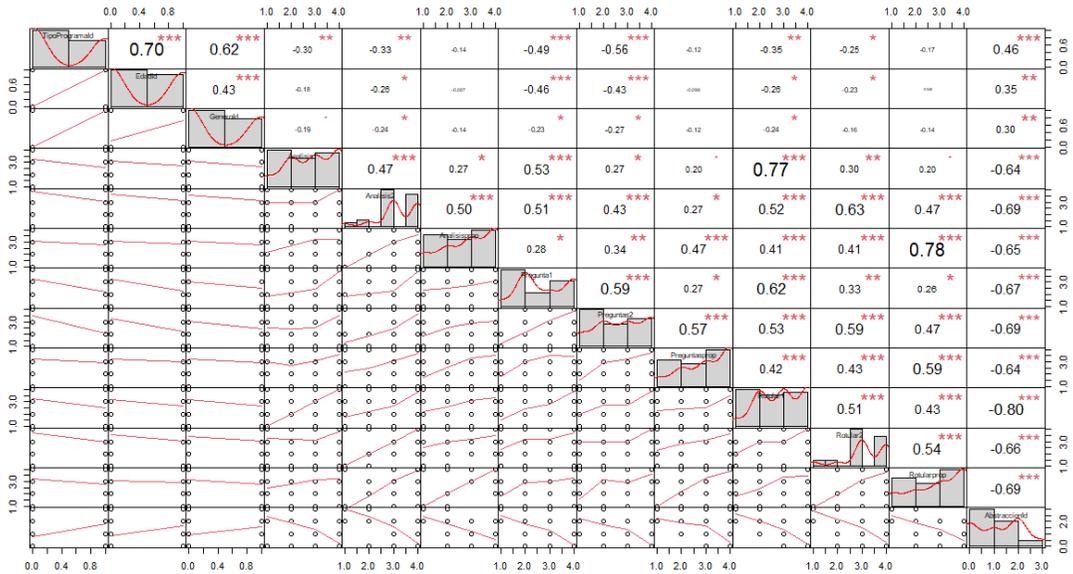
La figura 6 detalla la correlación de las variables demográficas, de evaluación del test y la salida (niveles de abstracción).

El análisis se focaliza en las correlaciones, y significancias de las variables demográficas con la variable de salida, o clasificación de la abstracción en sus distintos niveles, pues se quiere demostrar que las variables demográficas son importantes y tributan información tan importante como las variables de evaluación del test para la clasificación de la abstracción.

Se observa que la correlación de las variables demográficas con la salida es baja, de 0,46 para el Tipo de Programa, 0,35 para la Edad, y 0,30 para el Género, sin embargo, la significancia de las variables demográficas con la salida son altas, y esto implica que la información de estas variables es importante para resolver la salida de la clasificación.

**Figura 6**

*Correlación, distribución y significancia de las variables de entrada y salida*



Fuente: Elaboración Propia (2022).

Como conclusión se puede decir que las variables demográficas deben ser incorporadas en la función objetivo que clasifique la abstracción, ya que contienen información relevante para la decisión de clasificación del nivel de abstracción.

### **Análisis de clasificación**

Como se mencionó en apartados anteriores, la clasificación de los niveles de abstracción se realizará mediante la generación modelos de aprendizaje de máquina supervisado: Máquina vectorial de soporte, K Vecinos más Cercanos, Bayes Ingenuo, Bosque aleatorio y Árbol de decisiones.

### **Máquina vectorial de soporte (SVM del inglés Support Vector Machine)**

La tabla 3 muestra el reporte entregado por RStudio para el análisis de las pruebas del modelo SVM. Se puede apreciar en la Matriz de Confusión, el accuracy y el índice Kappa.

Se observa que el rendimiento del modelo alcanza un accuracy de 76,47%. Si bien no es un resultado desfavorable, tampoco es un resultado bueno.

Se puede apreciar un 80% de exactitud en la clasificación de los niveles de abstracción para 4 clases y un error del 20%, algo no deseable.

**Tabla 3**

*Reporte RStudio para Matriz de Confusión, Accuracy e índice KAPPA, modelo SVM*

Predicciones	Buena	Insuficiente	Optima	Satisfactoria
Buena	4	0	1	1
Insuficiente	0	2	0	0
Optima	2	0	3	0
Satisfactoria	0	0	0	4

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Overall Statistics

Accuracy: 0,7647

Kappa: 0.6746

*K – Vecinos más Cercanos (KNN del inglés K – Nearest Neighbors)*

La tabla 4 muestra el reporte entregado por RStudio para el análisis de las pruebas del modelo KNN. Se observa que el rendimiento del modelo alcanza un accuracy de 64,71%. La exactitud del modelo es baja comparada con SVM, por lo que se descarta para el modelo final.

**Tabla 4**

*Reporte RStudio para Matriz de Confusión, Accuracy e índice KAPPA, Modelo KNN*

Predicciones	Buena	Insuficiente	Optima	Satisfactoria
Buena	3	0	2	1
Insuficiente	0	2	0	0
Optima	2	0	3	0
Satisfactoria	0	1	0	3

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Overall Statistics

Accuracy: 0,6471

Kappa: 0.5189

*Bayes Ingenuo (NV del inglés Naïve Bayes)*

La tabla 5 muestra el reporte entregado por RStudio para el análisis de las pruebas del modelo NV. Se observa que el rendimiento del modelo alcanza un accuracy de 70,59%.

La exactitud del modelo es baja comparada con SVM, por lo que se descarta para el modelo final.

**Tabla 5**

*Reporte RStudio para Matriz de Confusión, Accuracy e índice KAPPA, Modelo NV*

Predicciones	Buena	Insuficiente	Optima	Satisfactoria
Buena	4	0	1	1
Insuficiente	0	1	0	1
Optima	2	0	3	0
Satisfactoria	0	0	0	4

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Overall Statistics  
Accuracy: 0,7059  
Kappa: 0.5894

*Bosque Aleatorio (RF del inglés Random Forest)*

La tabla 6 muestra el reporte entregado por RStudio para el análisis de las pruebas del modelo RF. Se observa que el rendimiento del modelo alcanza un accuracy de 94,12%. La exactitud del modelo es alta, especialmente si se trabaja con 4 clases (salidas del modelo). Además, con este resultado del accuracy, el modelo con SVM puede ser descartado.

**Tabla 6**

*Reporte RStudio para Matriz de Confusión, Accuracy e índice KAPPA, Modelo RF*

Predicciones	Buena	Insuficiente	Optima	Satisfactoria
Buena	5	0	0	1
Insuficiente	0	2	0	0
Optima	0	0	5	0
Satisfactoria	0	0	0	4

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Overall Statistics  
Accuracy: 0,9412  
Kappa: 0.919

*Árbol de Decisión (DT del inglés Decision Tree)*

La tabla 7 muestra el reporte entregado por RStudio para el análisis de las pruebas del modelo DT. Se observa que el rendimiento del modelo alcanza un accuracy de 70,59%.

La exactitud del modelo es baja comparada con RF, por lo que se descarta para el modelo final.

**Tabla 7***Reporte RStudio para Matriz de Confusión, Accuracy e índice KAPPA, Modelo DT*

Predicciones	Buena	Insuficiente	Optima	Satisfactoria
Buena	5	0	0	1
Insuficiente	0	2	0	0
Optima	3	0	2	0
Satisfactoria	0	1	0	3

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Overall Statistics

Accuracy: 0,7059

Kappa: 0.5933

*Resumen comparación de modelos*

La tabla 8 muestra el reporte resumen del rendimiento de los modelos en su etapa de prueba. Se aprecia que el modelo con RF tiene el mejor accuracy con un 94,12%. Por otro lado, se observa que el índice KAPPA del mismo modelo tiene un valor de 0,919 lo que significa un alto grado de concordancia de las evaluaciones entregadas por el modelo.

**Tabla 8***Resumen comparación de modelos*

	SVM	KNN	NB	RF	DT
Accuracy	76.47	64.71	70.59	94.12	70.59
Kappa	67.46	51.89	58.94	91.90	59.33

Fuente: Elaboración Propia (2022).

**Entrenamiento y prueba**

La base de datos de abstracción es separada en un set de entrenamiento y otro para pruebas. Para garantizar que el análisis estadístico es independiente de la partición de los datos de entrenamiento y prueba, se utilizará la técnica k-fold validation.

El set de entrenamiento, como su nombre lo dice, estará a cargo de entrenar el modelo. El set de entrenamiento está compuesto por el 80% de la base de datos. Así el set de prueba estará compuesto por el resto de los registros de la base de datos, un 20% de los registros. El set de prueba servirá para evaluar el desempeño de los modelos de clasificación comparando las salidas (salidas conocidas) de la base de datos de prueba con las salidas del modelo (clasificaciones o predicciones del modelo).

La base de datos de abstracción consta de 9 variables de entrada, que se obtienen

del test de abstracción realizado a los estudiantes, y 1 variable de salida que es la evaluación final del test (abstracción).

Además de estas variables, se incluyen en los análisis las variables demográficas: Tipo de Programa, Género, y edad, que entregan información adicional a los modelos.

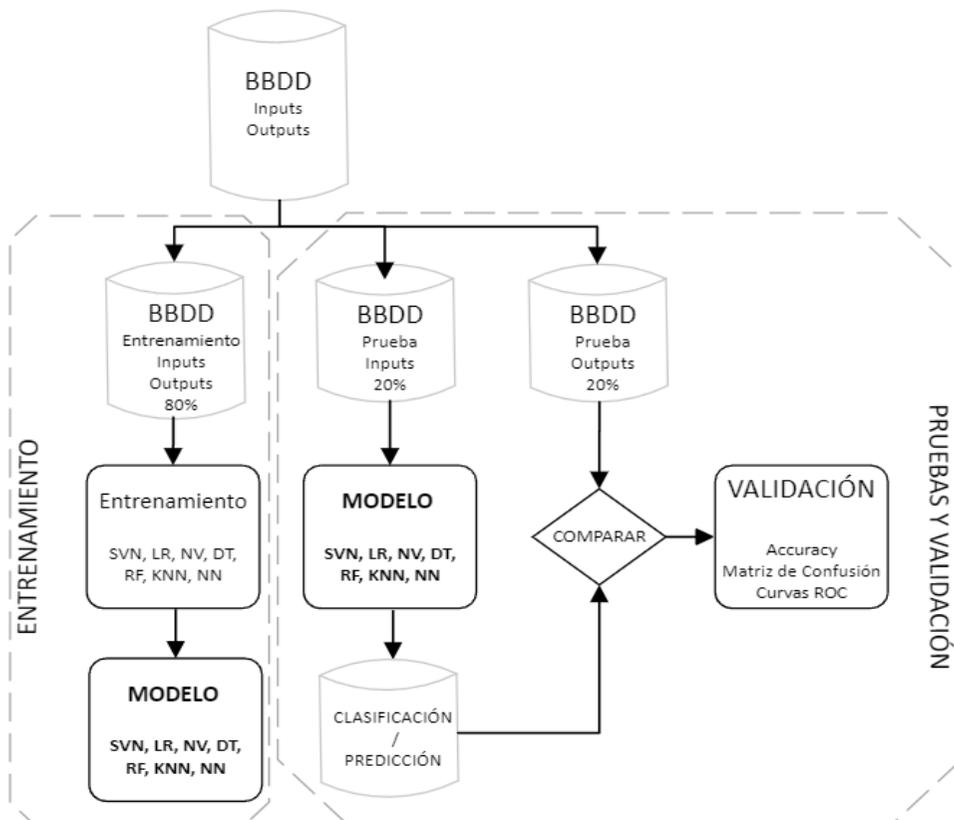
Cada salida de los modelos de clasificación consta de 4 clases:

Abstracción: Óptima, Buena, Satisfactoria e Insuficiente.

La figura 7 muestra el modelo general de clasificación que es utilizado para entrenamiento y prueba, y validación de resultados de clasificación.

**Figura 7**

*Modelo de Clasificación General con Entradas y Clases, y Validación*



Fuente: Elaboración Propia (2022).

Para medir el desempeño de los modelos de clasificación se utilizarán matrices de confusión, la variable de rendimiento accuracy y la índice kappa. La explicación de estas dos herramientas se puede encontrar en (Chambers et al., 1993).

El accuracy nos entrega el valor de exactitud de la clasificación de un modelo. La ecuación 2 muestra cómo se realiza el cálculo del accuracy respecto a la detección del modelo. Los valores de VP, VN, FP, y FN provienen directamente del cálculo de la Matriz de Confusión.

$$\text{Accuracy} = (\text{VP} + \text{VN}) / (\text{VP} + \text{FP} + \text{FN} + \text{VN}) \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde,

VP son los resultados Verdaderos Positivos

VN son los resultados Verdaderos Negativos

FP son los resultados Falsos Positivos

FN son los resultados Falsos Negativos

## **Conclusión y discusión**

Se concluye en este estudio que los sujetos género femenino tienen un mejor nivel de abstracción que los sujetos género masculino. Además, el 30,8% de los estudiantes se encuentran en el nivel óptimo, sin embargo, un alto porcentaje de estudiantes que obtienen un nivel bajo de abstracción. Asimismo, otras investigaciones (Figuroa et al., 2021), la muestra fue del 100% de género femenino y se evaluó esta habilidad, arrojando porcentajes muy bajos. Otros estudios (Araneda et al., 2019), evidencian similar condición, por lo tanto, no siempre el género femenino obtiene buenos índices, es por ello, que hay que seguir avanzando en implementar estrategias para cada tipo de programa, donde exista un grado de complejidad para trabajar esta habilidad y con un nivel de progresión coordinado entre programas. Se estima que los estudiantes del Programa de Master (Postgrado) posean una mejor preparación en referencia a los estudiantes de pregrado, por haber cursado un pregrado y cuentan con uno o dos años extra de formación académica. En este estudio se demuestra que los estudiantes del programa de Pedagogía (Pregrado) tienen un mejor nivel de abstracción que los estudiantes del Programa de Magister (Postgrado).

La abstracción, como habilidad del pensamiento, demanda, en principio, la consolidación de otras habilidades superiores e inferiores. Es así como, para el desarrollo de la abstracción debe hacerse uso de una variada gama de estrategias y recursos que permitan dar cuenta de lo que se desea formar, todo lo cual, estará intrínsecamente relacionado con la concepción de aprendizaje que se asuma, además del enfoque de enseñanza. Por lo que, si se asume una perspectiva constructivista, entenderemos el proceso de enseñanza-aprendizaje como una construcción de conocimientos, donde los procesos mentales de quienes aprenden son inseparables de los procesos de interacción en el aula entre los distintos actores educativos (Báez & Orumbia, 2016).

Las habilidades del pensamiento de orden superior, requieren de la enseñanza explícita y que se pongan en práctica de manera formativa, que exista un monitoreo y

retroalimentación de la tarea y del proceso, debido a que no son sencillas de generar, esencialmente la abstracción, que tiene una serie de fases (Beas et al., 2014; Marzano & Pickering, 2005) para lograrla y que si un estudiantes no es capaz de analizar perspectivas o reducir o sintetizar información, es decir, taxonomías inferiores (Krathwohl citado en Jensen et al., 2014), será complejo que en el proceso de aprendizaje el educando logre la capacidad de abstracción y por ende, obtenga un alto nivel pensamiento cognitivo a lo largo de su formación tanto en pregrado como en postgrados.

Unas de las limitaciones de esta investigación es la baja cantidad de participantes que se aplicó el instrumento, sin embargo, a este equipo de investigadores le ha permitido generar conocimiento, dado que nos encontramos en la elaboración de algoritmos de un proceso de abstracción que evidenciará en qué parte del proceso los estudiantes tiene mayores o menores dificultades para avanzar en esta habilidad superior. Por otra parte, también ha permitido mejorar el test de estrategia, el cual se ha adicionado variables demográficas que permiten en el futuro correlacionar variables para enriquecer los análisis obtenidos, tales como: nivel educacional de los padres, tipo de establecimiento escolar, tipo de universidad y primera generación de Educación Superior.

Finalmente, el test de estrategias se traducirá en dos idiomas, inglés y portugués para implementarlos en otros países y comparar la habilidad de abstracción.

### ***Agradecimientos***

Se agradece a la Universidad de Granada, al Grupo de Investigación Análisis de la Realidad Educativa (AREA) por el apoyo brindado en la prestación de los espacios para impartir el taller de habilidades cognitivas y el acceso al campo de estudios para aplicar el instrumento en las carreras de pedagogía y máster.

### ***Conflicto de intereses***

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. Los financiadores no tuvieron ningún papel en el diseño del estudio; en la recopilación, análisis o interpretación de datos; en la redacción del manuscrito, o en la decisión de publicar los resultados.

### ***Contribuciones de los autores***

Conceptualización, José Moncada Sánchez. y Diana Flores Noya; metodología, Margarita Aravena Gaete; software, David Ruete; Zúñiga validación, Margarita Aravena Gaete y David Ruete Zúñiga; análisis formal, Diana Flores. Noya; investigación, Margarita Aravena Gaete; recursos, Margarita Aravena Gaete; análisis de datos, David Ruete Zúñiga; redacción del borrador original, Margarita Aravena Gaete y Diana Flores Noya; redacción, José Moncada Sánchez.

## Referencias

- Aravena-Gaete, M., Campos-Soto, M. N. y Rodríguez-Jiménez, C. (2020). Learning Strategies at a Higher Taxonomic Level in Primary Education Students in the Digital Age. *Sustainability*, 12(23). <https://doi.org/10.3390/su12239877>
- Araneda, C., Aravena, G., Cortes, T. y El Homrani, M., (2019). New profile of the university student and his thinking strategies: Evidence from Chile. *Research and Innovation (ICERI)* (pp. 8607-8611). <https://doi.org/10.21125/iceri.2019>
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología de la investigación*. Sexta edición. Editorial Episteme.
- Báez J. y Onrubia J. (2016) Una revisión de tres modelos para enseñar las habilidades de pensamiento en el marco escolar. *Perspectiva Educativa. Formación de Profesores*, 55(1), 94-113.
- Beas, J., Santa Cruz, J., Thomsen, P. y Utreras, S. (2014). *Enseñar a pensar para aprender mejor*. Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Campirán S., A. (2017). *Habilidades de pensamiento crítico y creativo. Toma de decisiones y solución de problemas. Lecturas y ejercicios para el nivel universitario*. Facultad de Filosofía, Universidad Veracruzana. <https://www.uv.mx/apps/afbgcursos/Antologia> PC  
<https://www.uv.mx/apps/afbgcursos/Antologia> 2017/Documentos/Campiran A (2017) Libro de Texto SP HP Antologia.pdf
- Chambers, J.; Gentleman, R. e Ihaka, R. (1993). *The R Project for Statistical Computing*. Vienna, Austria. <http://www.r-project.org/>
- Chomsky, N. (1965). *Aspects of the theory of syntax*. MIT Press. <http://www.colinphillips.net/wp-content/uploads/2015/09/chomsky1965-ch1.pdf>
- Elliot, J. (1993). *El cambio educativo desde la investigación-acción*. Ediciones Morata.
- Figuroa, A., Aravena, M., Campos, N. y Ruete, D., (2021). Desarrollo de habilidades complejas por medio del video juego. *Revista Texto Livre*, 14(2). <https://doi.org/10.35699/1983-3652.2021.33575>
- González-Murillo, L.A., Cárdenas-Galindo, J.A. y Arellano-González, J.C. (2017). Desarrollo de habilidades del pensamiento de orden superior a través de actitudes de desempeño. *Revista electrónica Anfei digital*, 6, 1-9.
- Gómez, C. J. y Miralles, P. (2015). ¿Pensar históricamente o memorizar el pasado? La evaluación de los contenidos históricos en la educación obligatoria en España. *Revista de Estudios Sociales*, 52, 52-68. <https://doi.org/10.7440/res52.2015.04>
- Hernández S., R., Fernández C., C. y Baptista L., M. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta edición. Editorial McGraw Hill
- Iriarte, F., Espelta, Á., Zapata, E., Cortina, L., Zambrano, E. y Fernández, F. (2010). El razonamiento lógico en estudiantes universitarios. *Zona próxima*, 12, 40-61. <https://www.redalyc.org/pdf/853/85316155003.pdf>
- Jaramillo, L. y Puga, L. (2016). El pensamiento lógico-abstracto como sustento para

- potenciar los procesos cognitivos en la educación. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, 21, 31-55. <https://doi.org/10.17163/soph.n21.2016.01>
- Jensen, J.L., McDaniel, M.A., Woodard, S.M. y Kummer, T.A. (2014). Teaching to the test...or testing to teach: exams requiring higher order thinking skills encourage greater conceptual understanding. *Educational Psychology Review*, 26(2), 307-329. <https://doi.org/10.1007/s10648-013-9248-9>
- Johnson, A. P. (2003). *El desarrollo de las habilidades de pensamiento. Aplicación y planificación para cada disciplina*. Troquel.
- Marzano, R. J. y Pickering, D. J. (2005). *Dimensiones del Aprendizaje. Manual para el maestro*. ITESO.
- Mettler, C. (2011). Designing scoring rubrics for your classroom, *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 7(25), 2-8.
- Montoya P., L. M. (2004). Propuesta de un proceso educativo de habilidades de pensamiento como estrategias de aprendizaje de las organizaciones. *Contaduría y Administración*, 214. <https://www.redalyc.org/pdf/395/39521404.pdf>
- Mora D., A. y Parra P., P. (2015). *Estrategia de aprendizaje para potenciar el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes principiantes de la corporación de ciencia y desarrollo*. [Trabajo de investigación para optar al título de Magíster en Ciencias de la Educación con énfasis en Docencia Universitaria. Universidad Libre de Colombia]. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/8334/TRABAJO%20DE%20GRADO%20CD.pdf?sequence=1>
- Morales B., P. (2018). Aprendizaje basado en problemas (ABP) y habilidades de pensamiento crítico, ¿una relación vinculante? *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 21(2), 91-108. <http://dx.doi.org/10.6018/reifop.21.2.323371>
- Nickerson, R.S., Perkins, D. y Smith E.E., eds. (1990). *Enseñar a pensar: aspectos de la aptitud intelectual*. Editorial Paidós.
- Parra, O., J. (2000). *Guía de muestreo*. Primera edición. Dirección de Cultura de la Universidad del Zulia.
- Piñas M., M. B., Casanova Z., T. A., Navas B., C., Peñafiel R., M. P. y Vásquez F., G.G. (2022). Desarrollo de habilidades de pensamiento para la preparación del ingreso a las Universidades del Ecuador. *Pol. Con.*, 7,(3), 643-652.
- Rojas, J. (2016). El pensamiento Abstracto a partir de la interdisciplinariedad de las Matemáticas. La Educación Matemática como Herramienta en el Desempeño Profesional Docente. *Eco matemático*, 8(1), 51-53.
- Romeu, P., M. C. (2016). *Desarrollo de las habilidades de pensamiento en la metodología AICLE en Educación Primaria. Un análisis de materiales para Ciencias Naturales*. [Tesis Doctoral. Universidad Cardenal Herrera–UCE].
- Tapasco, S.M. (2017). Research and experimentation in the development of abstract thought: an analysis. *RACCIS*, 7(2), 36-45. .

Vygotsky, L. S. (2009). El desarrollo de los *procesos psicológicos superiores*. Editorial Crítica. <https://saberepsi.files.wordpress.com/2016/09/vygostki-el-desarrollo-de-los-procesos-psicolc3b3gicos-superiores.pdf>