# ANÁLISIS DE LAS INTUICIONES DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS: UN ESTUDIO A LA RESISTENCIA INTUITIVA EN EL APRENDIZAJE DE LA IMPLICACIÓN LÓGICA

## Analysis of the Intuitions of University Students: a Study of Intuitive Resistance in Learning of Logical Implication

*Leidy Katerine Estepa Ávila*[1]
*Francisco Javier Vargas Mancera*[2]

Artículo de investigación

## Resumen

Esta investigación se desarrolló con el fin de analizar las concepciones de la interpretación del conector lógico implicación o condicional en estudiantes universitarios, de primer semestre. El estudio está fundamentado en un proceso de carácter cualitativo con enfoque metodológico de investigación-acción participativa, se realizó una muestra no probabilística, inicialmente con 44 estudiantes y finalizo con 25 estudiantes universitarios, se implementó un cuestionario inicial que constaba de 6 preguntas donde se planteaba el laberinto de Durand Guerrier, una intervención en clases explicando cada uno de los conectores lógicos, en especial la tabla de verdad del conector lógico implicación. Por último, se aplicó un cuestionario asociado al laberinto de Durand Guerrier, con diferentes preguntas para determinar, si la intervención aclaró dudas asociadas a los valores de verdad.

1 Licenciada en Matemáticas y Estadística - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). Estudiante de Maestría en Educación Matemática - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), E-mail: leidyktestepa@gmail.com

2 Doctor en Filosofía - Ludwigsburg University of Education, Alemania. Profesor Maestría en Educación Matemática - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), E-mail: fvargasmancera@gmail.com



ISSN: 2619-5658

***Palabras claves:*** *Implicación material, Intuiciones, condicional, Antecedente y Consecuente*

## Abstract

This research focuses on the analysis of university students' conceptions regarding the interpretation of the logical connector "implication" or "conditional." The study is framed within a qualitative approach with a method guided by participatory action research. A non-probabilistic sample was conducted, initially with 44 students and ending with 25 university students. For data collection, an initial questionnaire with 6 questions was applied, using Durand Guerrier's maze as the context. Subsequently, an intervention was carried out in the classroom, where logical connectors were explained in detail, focusing especially on the truth table of the mentioned connector. Finally, a concluding questionnaire with a similar focus to the initial one was applied, but with different questions related to the same maze, aiming to determine whether the teacher's mediation lead to changes regarding the concept of implication.

***Key words:*** *Material implication, intuitions, conditional, antecedent and consequent.*

## Introducción

La presente investigación busca explorar en qué medida el proceso de aprendizaje de los conectores lógicos puede influir en la formación tanto de esquemas correctos como erróneos, destacando las actividades didácticas empleadas por los docentes en este proceso.

La relación entre lógica y matemáticas no es novedosa. Desde la antigüedad, Aristóteles fue pionero en el estudio de diversas formas de argumentación (Reale y Antiseri,1988). Por ejemplo, el análisis de enunciados entre sujeto y predicado se conoce como silogismo, una faceta destacada de lo que hasta el siglo XIX se consideraba lógica tradicional. Aunque la lógica tradicional ha experimentado modificaciones a lo largo de los años, sigue siendo relevante su estudio debido a su carácter deductivo, que emplea proposiciones cuya validez (veracidad o falsedad) puede ser verificada de manera unívoca mediante distintos procedimientos.

En el ámbito de la investigación lógica y filosófica, la lógica de conectores representa un campo de estudio que desentraña las complejidades propias de la estructura y la interpretación de proposiciones mediante el análisis detallado de los conectores lógicos que las componen. Las estructuras lógicas, como conjunciones, disyunciones, condicionales y bicondicionales, actúan como elementos fundamentales que guían el desarrollo de la argumentación, determinando la coherencia y la validez de las inferencias en diversos contextos. En el estudio de la lógica, es crucial considerar dos tipos de proposiciones: las de forma simple y compuesta. Estas últimas, al unir una o varias proposiciones simples, incluyen términos de enlace como "y", "o", "si… entonces" y "si y solo si" (Suppes y Hill, 2021).

Algunas de las dificultades en el razonamiento matemático pueden estar asociadas al aprendizaje de estas estructuras lógicas en educación media y bachillerato. En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) trata de responder a las demandas globales, con el fin de desarrollar en el estudiante competencias, por lo que en su criterio, ser matematicamente competente es:

> Formular, plantear, transformar y resolver problemas a partir de diferentes contextos, utilizar diferentes registros de representación o sistemas de notación simbólica para crear, expresar y representar ideas matemáticas, usar la argumentación, la prueba y la refutación, el ejemplo y el contraejemplo, como medios de validar y rechazar conjeturas, y avanzar en el camino hacia la demostración, dominar procedimientos y algoritmos matemáticos y conocer cómo, cuándo y por qué usarlos de manera flexible y eficaz (MEN, 2006, págs. 50-51).

Por otra parte, Según Vasco (2018), desde 1984, los Centros de Estudio e Investigación Didácticas (CEID) han buscado destacar la importancia de la lógica matemática y en ese caso, se pretendía promover en la educación en Colombia.

Se han realizado una serie de estudios e investigaciones que han revelado deficiencias en lógica matemática en los estudiantes universitarios, debido a la falta de conceptos fundamentales en este campo. Un ejemplo de ello es la investigación realizada por el grupo de Echeverry et al. (2012), quienes exploraron el uso del condicional aplicado a la geometría y concluyeron que este enfoque mejoraba el aprendizaje, especialmente entre educandos universitarios que carecían de nociones lógicas básicas.

Crespo (2007), promueve entre los universitarios la realización de demostraciones, ya que considera que la ciencia debe siempre argumentarse de forma lógica. Asimismo, Monroy y Astudillo (2010), destacan la importancia de que las instituciones educativas introduzcan conceptos como proposiciones, lógica y razonamiento lógico, pues muchos escolares llegan a la universidad sin estos fundamentos, lo que dificulta su capacidad para realizar demostraciones o explicar adecuadamente sus respuestas, careciendo de argumentos precisos y claridad conceptual.

Por otra parte, García y Parraguez (2015) examinan las dificultades que enfrentan los universitarios al abordar actividades relacionadas con la implicación. Para recopilar datos, utilizaron una entrevista semiestructurada que se centraba en situaciones cotidianas, donde los educandos entrevistados a menudo confundían el juicio común sobre la implicación, lo que llevaba a no considerar un antecedente falso, es decir la aplicación de las tablas de verdad. Este hallazgo sugiere que, en el contexto de la inducción matemática, los aprendices a menudo no avanzan más allá de la comprensión superficial de los conceptos, limitándose únicamente a los esquemas.

En el estudio realizado por Vargas y Stenning (2019), el cual aborda el uso de la lógica en el razonamiento matemático, los autores señalan que la aplicación de la lógica trasciende las deducciones y pruebas formales, poniendo de relieve la prevalencia de formas de razonamiento que no se ajustan a las expectativas lógicas convencionales, por lo que cuestiona la perspectiva tradicional, que a menudo se limita a enfocarse en deducciones y pruebas formales, es decir, un enfoque memorístico que, según Vasco (2018), no resulta ser el más óptimo para el aprendizaje del razonamiento lógico.

En consecuencia, de lo expuesto previamente, se evidencia que la preocupación por indagar acerca de las concepciones de los alumnos universitarios sobre la implicación lógica a partir de problemas de razonamiento lógico es un tema central. En este artículo ilustramos como en nuestro estudio se determinaron algunas concepciones intuitivas acerca de la implicación, se caracterizó el fenómeno y se realizó un análisis conclusivo basado en intervenciones en clases.

## Marco teórico

Como punto de partida para esta investigación se consideró el trabajo de Durand Guerrier (2003), quien aborda un análisis aplicado tanto a escolares como a profesores. Se observó que en esa población no se logra distinguir claramente entre el condicional material y los condicionales generalizados, enfatizando la importancia de considerar diferentes aspectos de la implicación, para comprender la complejidad del concepto. Durand Guerrier acentúa la importancia didáctica de esta postura teórica, al analizar situaciones problemáticas y presentar resultados experimentales sobre la comprensión de la implicación por parte de universitarios de primer año. Además, sostiene que la noción correcta de implicación para las matemáticas es la implicación lógica, tal como se define en la teoría de modelos elementales. Este modelo abarca la mayoría de las cuestiones didácticas relacionadas con el uso y la comprensión de la implicación.

Ruiz (2009) destaca la relevancia de Viviane Durand-Guerrier en el campo educativo relacionado con la lógica y la disciplina matemática. Su enfoque principal ha sido la instrucción y el aprendizaje del campo anteriormente mencionado, específicamente en la aplicación de reglas de inferencia por parte de los alumnos en contextos matemáticos. El autor hace hincapié en el Laberinto de Durand-Guerrier, el cual se manifiesta como consecuencia de la preocupación por la comprensión y aplicación de implicaciones lógicas en el ámbito matemático por parte del alumnado, poniendo énfasis en el interrogante central: ¿cómo enfrentan los estudiantes las declaraciones condicionales y su comprensión de la implicación en contextos matemáticos? Ruiz (2009) resalta la tarea propuesta por Durand Guerrier (2003), lo cual se presenta como una herramienta para explorar cómo los participantes aplican las reglas de inferencia en contextos matemáticos al enfrentarse a declaraciones condicionales sobre el recorrido de una persona, denominada X, a través de un laberinto. Dichas declaraciones condicionales pueden adoptar formas como "Si X cruzó una habitación A, entonces X cruzó una habitación B" u otras similares.

Según Durand Guerrier (2003), el propósito fundamental de esta tarea es evaluar la comprensión de los estudiantes sobre las implicaciones lógicas en el contexto matemático y su capacidad para aplicar dichas implicaciones en situaciones específicas. Los aprendices deben discernir la veracidad de las afirmaciones proporcionadas, clasificándolas como verdaderas, falsas o indeterminables según la información proporcionada. Esto requiere que demuestren habilidades para analizar proposiciones condicionales y determinar su autenticidad en diversos contextos. Un aspecto destacado de esta tarea es la inclusión de declaraciones condicionales abiertas, lo que implica que la veracidad está sujeta a la configuración específica del laberinto y el recorrido de X. Esta característica agrega un nivel adicional de complejidad y desafío, pues se deben considerar diversos escenarios posibles.

## Metodología

La investigación se basa en un enfoque cualitativo que se centra en explorar cómo los alumnos interpretan situaciones y justifican sus respuestas utilizando la lógica, con énfasis en el uso de la tabla de verdad clásica de la implicación. Por ende, se consideraron las apreciaciones, percepciones y reflexiones de los alumnos que participaron en el estudio. Dentro de este marco cualitativo, se implementa el método de investigación-acción. Este método implica una indagación autorreflexiva en escenarios sociales y educativos con el objetivo de mejorar la racionalidad y justicia de las prácticas sociales propias, así como obtener una comprensión más profunda de las instituciones y condiciones en las que dichas prácticas se desenvuelven. Sampieri y Mendoza (2018) explican que la investigación-acción participativa busca esencialmente promover el cambio social y transformar la realidad en diversos ámbitos desde lo económico hasta lo educativo, alentando a las personas a ser conscientes de su papel en este proceso de transformación. El tratamiento dado por Kemmis y McTaggart (1988) está orientado en cuatro fases: planificación, acción, observación y reflexión. Cada uno de los momentos implica una mirada retrospectiva, y una intención prospectiva que forman conjuntamente una espiral autorreflexiva de conocimiento y acción. El trabajo de estos autores, tienen sus bases en el mayor expositor de la investigación-acción participativa, es decir Lewin et al. (1946).

Esta investigación se basa en una muestra no probabilística o dirigida, lo que implica que la selección no está determinada por la probabilidad, sino más bien por la idoneidad del grupo de estudiantes para la aplicación de la actividad. Asimismo, se clasifica como un estudio de campo, considerando que el grupo de primer semestre universitario es considerado el más adecuado para llevar a cabo la actividad. En consideración a lo anterior, la muestra inicial abarca 44 alumnos matriculados al inicio del semestre académico en la asignatura de Matemáticas Discretas, con edades comprendidas entre los 18 y 23 años. Al concluir el semestre, la muestra se redujo a 25 alumnos debido a consideraciones académicas de la institución.

Teniendo en cuenta lo mencionado previamente, se examinaron las ideas, argumentos o declaraciones de los estudiantes al completar un cuestionario sobre razonamiento lógico, específicamente el laberinto diseñado por Durand-Guerrier.

Deloustal-Jorrand (2002) señala que es un error peculiar asociar el condicional con el uso cotidiano, ya que esto puede generar concepciones erróneas acerca de la temporalidad, no siempre en sintonía con la perspectiva matemática. Para abordar este aspecto, se optó por utilizar el laberinto como herramienta para analizar las concepciones de los educandos, aplicando el mismo cuestionario tanto al inicio como al final, manteniendo el contexto original, pero modificando las preguntas.

Además, se llevaron a cabo intervenciones en clases para esclarecer cada uno de los conectores lógicos, especialmente el condicional.

Para analizar las concepciones, se consideraron las investigaciones realizadas por Durand Guerrier (2003), que aborda las diversas perspectivas sobre el condicional; Deloustal-Jorrand (2002), quien destaca la contraposición entre la lógica natural y la concepción matemática; Laudien (1999) y Vargas y Stenning (2019), resaltando la dificultad de distinguir entre el conector lógico condicional y el bicondicional; y Vasco (2018), subrayando las limitaciones en la enseñanza del pensamiento lógico cuando se asocia con temas descontextualizados y memorísticos. Para identificar las implicaciones didácticas relacionadas con la enseñanza de estos conectores en la educación básica, se recurrió a las ideas de Fischbein (1999), quien señala los posibles conflictos que se pueden generar entre la cognición intuitiva directa y el desarrollo de actividades lógico-matemáticas formales.

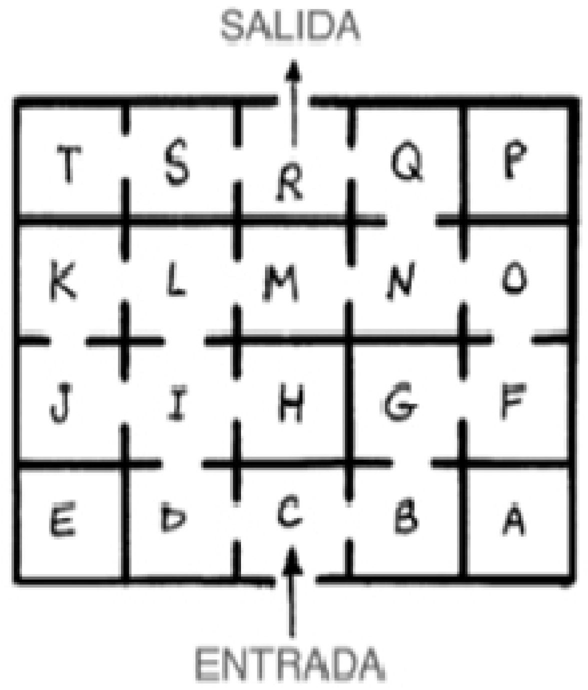
## Resultados y Discusión

A lo largo de la fase inicial y final de la investigación, se aplicó un cuestionario de preguntas relacionadas con el lenguaje simbólico de las proposiciones. Al inicio, se comunicó a cada integrante de la clase que se les proporcionaría 6 enunciados, y se les instó a determinar la veracidad, falsedad o la imposibilidad de determinar el valor de verdad de los mismos. Posteriormente, se les solicitó que ofrecieran una explicación de su elección. El tiempo destinado para llevar a cabo esta actividad fue de 40 minutos. Se garantizó el carácter anónimo de cada ítem, en consonancia con los principios de la investigación- acción.

La actividad presenta una trama que describe cómo una persona denominada X logró atravesar el laberinto sin utilizar la misma puerta en más de una ocasión. Se proporcionó una representación gráfica del laberinto, el cual constaba de 20 habitaciones dispuestas en cuatro filas identificadas desde la A hasta la T (ver Imagen 1). Con el fin de llevar a cabo la actividad, los estudiantes debían examinar las oraciones relacionadas con el laberinto e identificar en cada afirmación, si era verdadera o falsa, o "no es posible decir" (Tabla 1).

**Imagen 1**

***Tarea del Laberinto de Durand Guerrier.***




***Nota:*** *Imagen elaborada a partir de (Durand Guerrier, 2003).*

A continuación presentaremos los resultados globales de las respuestas (Tablas 2 y 4), pero examinaremos solamente las argumentaciones realtivas a dos de ellas.

Los resultados del primer cuestionario son los expuestos en la Tabla 2.

Algunas de las declaraciones son las siguientes:

***Afirmación 1:*** X cruzó por P, El 100% indicaron que era falso y argumentaron: "X no es posible que pase por P ya que P está encerrada" o "X no puede entrar a P porque es una habitación sin puertas", por lo que los estudiantes tienen la "mira" en la entrada de la persona X hacia la habitación P.

**Tabla 1**

Afirmaciones del Cuestionario Inicial.

| | Enunciados |
|---|---|
| Afirmación 1.1 | X cruzó por P |
| Afirmación 1.2 | Si X cruzó por O, entonces X cruzó por F |
| Afirmación 1.3 | Si X cruzó por P, entonces X cruzó por R |
| Afirmación 1.4 | Si X cruzó por I, entonces X cruzó por C |
| Afirmación 1.5 | Si X cruzó por C, entonces X cruzó por C |
| Afirmación 1.6 | Si X cruzó por I, entonces si X cruzó por K, entonces X cruzó por L |

***Nota:*** *En los enunciados, se utiliza la numeración, por ejemplo en "Afirmación 1.2", haciendo alusión a la segunda afirmación del primer cuestionario. Elaboración propia.*

**Tabla 2.**

Número de Estudiantes que Respondieron a Cada Categoría con Respecto al Enunciado del Cuestionario Inicial.

| Enunciados | Opciones | | |
|---|---|---|---|
| | Verdadero | Falso | No es posible decir |
| Afirmación 1.1 | 0 | 44 | 0 |
| Afirmación 1.2 | 39 | 1 | 4 |
| Afirmación 1.3 | 0 | 41 | 3 |
| Afirmación 1.4 | 40 | 2 | 2 |
| Afirmación 1.5 | 32 | 10 | 2 |
| Afirmación 1.6 | 20 | 10 | 14 |

***Afirmación 2:*** Si X cruzó por O, entonces X cruzó por F: El 88,6% que corresponde a 39 alumnos indicaron que era verdadera (ver imagen 2), el 2,3% (1 estudiante) indicó que era falso (imagen 3) y 9,1% de los estudiantes indicaron que no se podía determinar si era verdadero o falso (imagen 4).

Las explicaciones generales asociadas a verdadero indicaron: que "si cruza por O, es necesario cruzar por F ya que comparten puerta", "F está antes de O" o "la ruta tomada debe pasar por F luego por O".

**Imagen 2**

Argumento de afirmación 1.2

F se encuentra antes que O, por lo tanto se debe pasar por ella.

***Nota:*** *Resultado de un estudiante asociado al cuestionario inicial. Elaboración propia.*

Un solo estudiante indicó que era falso ya que X podía tomar otro camino diferente al indicado.

**Imagen 3**

Argumento de afirmación 1.2

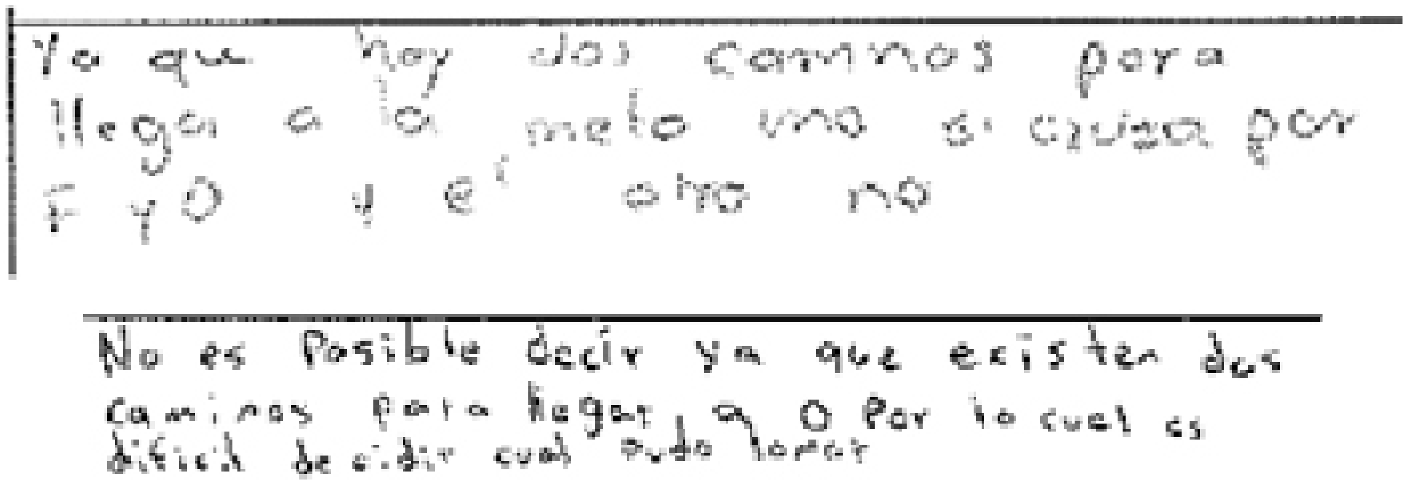
ya que X tomo otro camino no cruzo por O, ni por F

***Nota:*** *Resultado de un estudiante asociado al cuestionario inicial. Elaboración propia.*

4 alumnos de 44 indicaron que no es posible decir, ya que "hay dos caminos para llegar a la meta; uno sí cruza po F y O y el otro no" y "X podía tomar otro camino diferente para llegar a O" (Imagen 4).

**Imagen 4**

Argumento de afirmación 1.2


Ya que hay dos caminos para llegar a la meta uno si cruza por F y O y el otro no

No es Posible decir ya que existen dos caminos para llegar a O Por lo cual es dificil decidir cual pudo tomar

***Nota:*** *Resultado de estudiantes en el cuestionario inicial. Elaboración propia.*

La intervención llevada a cabo en las clases tenía como propósito abordar las inquietudes de los estudiantes e identificar sus percepciones sobre las tablas de verdad, debido a que manifestaban conocerlas y entender sus propiedades. En las primeras lecciones, se introdujo el tema de la lógica, utilizando como referencia el libro de (Copi y Cohen 2016). A través de diversas actividades, se evidenció la necesidad de explicitar la definición y concepto de la implicación, así como las tablas de verdad, empleando tanto situaciones cotidianas como ejemplos puramente matemáticos. Este enfoque buscaba mitigar intuiciones presentes frecuentemente, en otras palabras, distinguir dos tipos de lenguaje, conforme lo señala Durand Guerrier (2003). La autora destaca la importancia de tratar el condicional como un conectivo lógico, evitando el error de limitarse a argumentaciones basadas únicamente en frases de la vida diaria. En ciertos contextos, es esencial emplear un lenguaje formal matemático para transmitir las equivalencias y los conectores, facilitando la comprensión de las reglas de inferencia.

El cuestionario conclusivo fue administrado al término de las clases, transcurridas tres semanas desde la cobertura de los temas abordados (conjunción, disyunción, implicación, bicondicional y negación), con la expectativa de que el aprendizaje de los conectores, especialmente el condicional, hubiera sido significativo para los participantes. Es importante señalar que el segundo cuestionario solo fue aplicado a 25 alumnos debido a consideraciones académicas de la institución, específicamente relacionadas con el cronograma académico.

**Tabla 3**

Afirmaciones del Cuestionario final

| | Enunciados |
|---|---|
| Afirmación 2.1 | X cruzó por N |
| Afirmación 2.2 | Si X cruzó por K, entonces X cruzó por L |
| Afirmación 2.3 | Si X cruzó por P, entonces X cruzó por A |
| Afirmación 2.4 | Si X cruzó por C, entonces X cruzó por R |
| Afirmación 2.5 | Si X cruzó por P, entonces X cruzó por P |
| Afirmación 2.6 | Si X cruzó por I y por K, entonces X cruzó por L |

*Nota: En los enunciados, se utiliza la numeración afirmación 2.1 haciendo alusión a la primera afirmación del segundo cuestionario o cuestionario final. Elaboración propia.*

**Tabla 4**

Número de Estudiantes que Respondieron a Cada Categoría con Respecto al Enunciado del Cuestionario final

| Enunciados | Opciones | | |
|---|---|---|---|
| | Verdadero | Falso | No es posible decir |
| Afirmación 2.1 | 25 | 0 | 0 |
| Afirmación 2.2 | 15 | 4 | 6 |
| Afirmación 2.3 | 1 | 22 | 2 |
| Afirmación 2.4 | 24 | 1 | 0 |
| Afirmación 2.5 | 3 | 21 | 1 |
| Afirmación 2.6 | 16 | 4 | 5 |

***Nota:*** *En los enunciados, se utiliza la numeración afirmación 2.1 haciendo alusión a la primera afirmación del segundo cuestionario o cuestionario final. Elaboración propia.*

**Algunos de los resultados fueron:**

**Afirmación 1:** X cruzó por N: El 100% anunciaron que era verdadero, e indicaron que “X es necesario que pase por N para salir del laberinto”, “X debe pasar por N para salir” o “es el único camino para salir del laberinto”, es decir la afirmación es verdadera.

**Afirmación 2:** Si X cruzó por K, entonces X cruzó por L

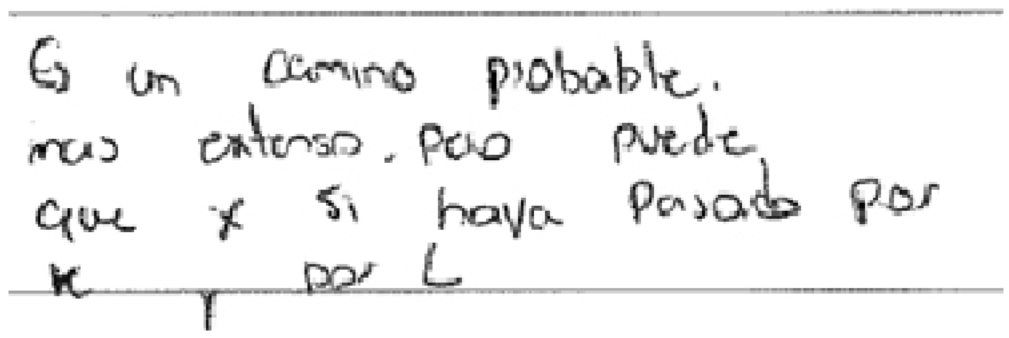
El 60% de los estudiantes, es decir 15, indicaron que era verdadera la afirmación, 16% (es decir 4) indican que era falso y el 24% (6 personas), indicaron que no se puede decir.

Un estudiante indicó que la persona X, sí puede pasar por K y luego por L, pero resalta que no solo hay esa ruta sino otra más corta (Imagen 5). Otros estudiantes argumentaron que únicamente se puede pasar a L si ha pasado por K.

4 de los 25 estudiantes indicaron que era falso ya que "X no podía devolverse, es decir, no podía pasar por la misma puerta dos veces" (Imagen 6). Esto indica que estos alumnos están considerando la ruta C-D-I-L-K- que no puede conducir hasta el final sin repetir puertas.

**Imagen 5**

Argumento de afirmación 2.2

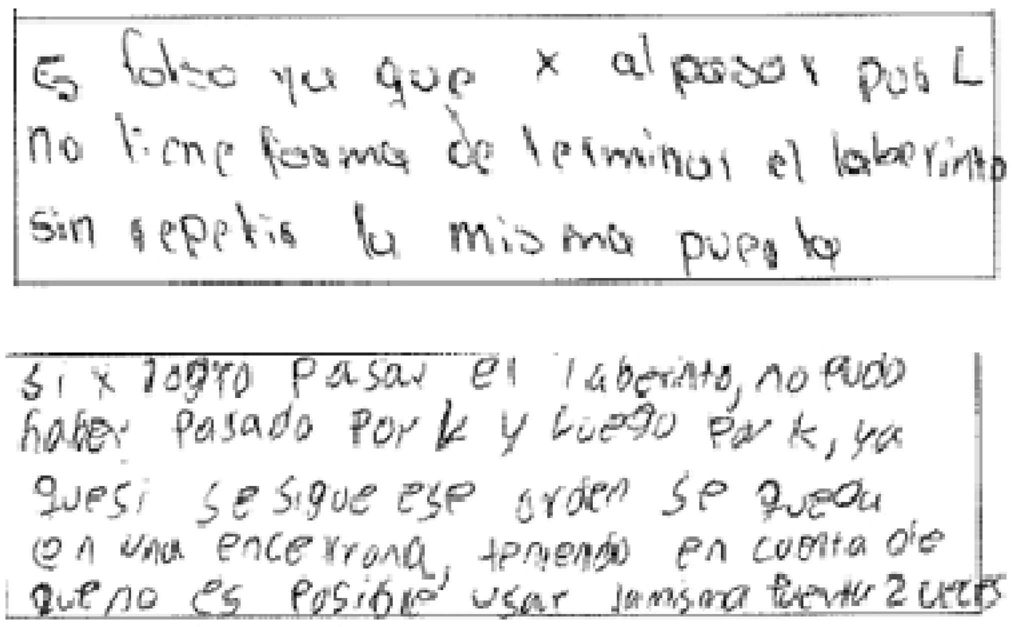


Es un camino probable.
mas extenso, pero puede
que X si haya pasado por
K y por L

*Nota: Respuesta de un estudiante en el cuestionario final.. Elaboración propia.*

**Imagen 6**

Argumento de afirmación 2.2



Es falso ya que X al pasar por L
no tiene forma de terminar el laberinto
sin repetir la misma puerta

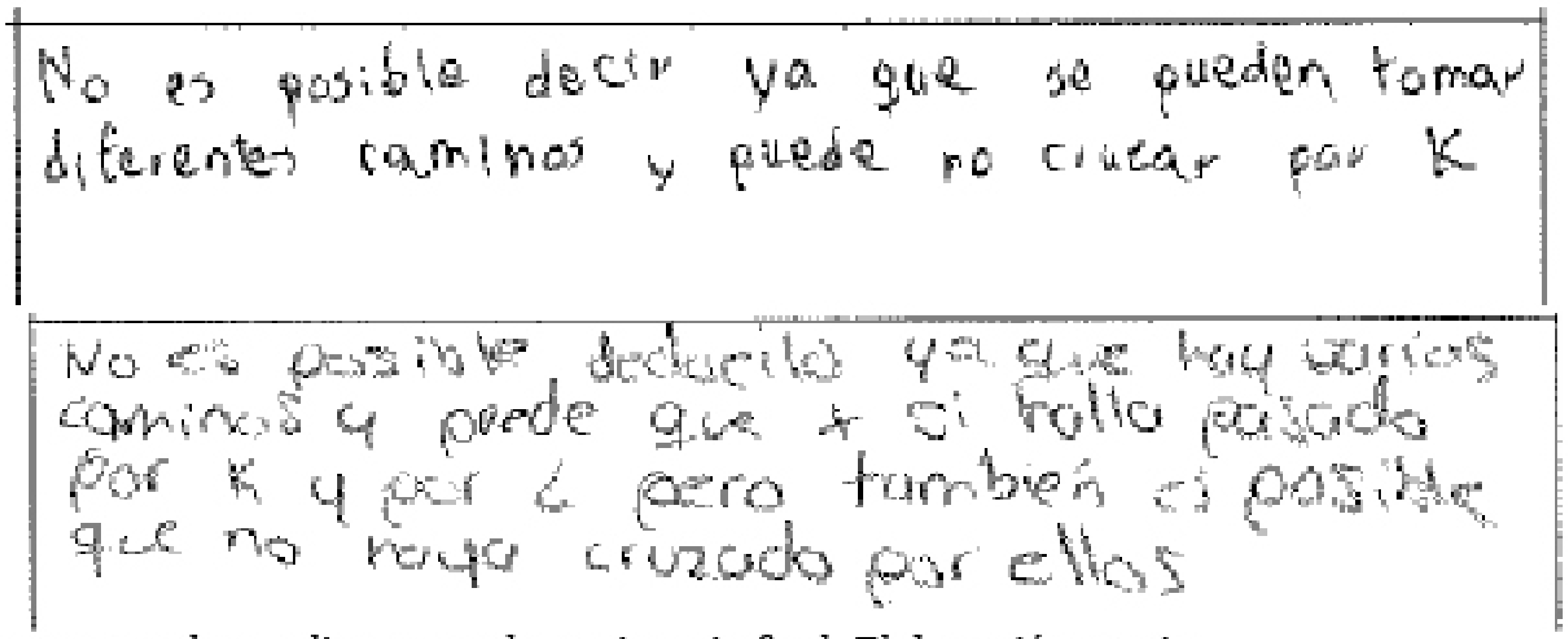
Si X logro pasar el laberinto, no pudo
haber pasado por K y luego por K, ya
que si se sigue ese orden se queda
en una encerrona, teniendo en cuenta de
que no es posible usar la misma puerta 2 veces

*Nota: Respuestas de estudiantes en el cuestionario final. Elaboración propia.*

Algunas de las dificultades en el razonamiento matemático pueden estar asociadas al aprendizaje de estas estructuras lógicas en educación media y bachillerato. En Colombia, el Ministerio Esta pregunta al parecer generó conflicto ya que varios alumnos no observaron que el condicional puede ser verdadero tanto en el caso en que la persona X pase por K, como cuando la persona X no pase por K, es decir en estas dos situaciones la implicación material es verdadera. Si X, por ejemplo, no cruza ni por K ni por L, quiere decir que tenemos la falsedad de las dos afirmaciones, de lo cual se concluye que la implicación material es verdadera. En estos casos los estudiantes se limitaron a indicar que había otros caminos y que no era posible asignar un valor de verdad.

**Imagen 7**

Argumento de afirmación 2.2



No es posible decir ya que se pueden tomar diferentes caminos y puede no cruzar por K

No es posible deducirlo ya que hay varios caminos y puede que + si hallo pasado por K y por L pero también es posible que no haya cruzado por ellos

***Nota:** Respuestas de estudiantes en el cuestionario final. Elaboración propia.*

Esta pregunta al parecer generó conflicto ya que varios alumnos no observaron que el condicional puede ser verdadero tanto en el caso en que la persona X pase por K, como cuando la persona X no pase por K, es decir en estas dos situaciones la implicación material es verdadera. Si X, por ejemplo, no cruza ni por K ni por L, quiere decir que tenemos la falsedad de las dos afirmaciones, de lo cual se concluye que la implicación material es verdadera. En estos casos los estudiantes se limitaron a indicar que había otros caminos y que no era posible asignar un valor de verdad.

Es de mencionar también que en preguntas como la 2.5 se pudo constatar que frecuentemente los estudiantes evaluaban la veracidad de una afirmación basándose únicamente en el antecedente. En este caso, siendo el antecedente era falso, sostenían que la afirmación era falsa. Esto indica que el aprendizaje significativo no se logró de manera efectiva ya que estos esquemas mentales no fueron modificados a pesar de las explicaciones proporcionadas durante las intervenciones en clases. De manera similar, en el cuestionario inicial, la afirmación 1.2 y 2.2 muestran un fuerte énfasis en creer que el condicional se puede afirmar como verdadero sólo cuando tanto el antecedente como el consecuente son verdaderos. Sin embargo, si el antecedente es falso, varios alumnos llegan a la conclusión de que no es posible determinar su valor de verdad (Durand Guerrier 2003).

## Conclusiones

Es importante destacar que la comprensión no siempre se traduce en intuición; los símbolos y verdades matemáticas suelen representar entidades condensadas que carecen de significado intuitivo. Por otro lado, la intuición suele ser el resultado de una comprensión comprimida del objeto matemático, y si el esquema estructural subyacente en esa comprensión resulta inadecuado, puede dar lugar a intuiciones incorrectas.

Este estudio encontró limitaciones en cuanto al aprendizaje de la tabla de verdad en las instituciones educativas, ya que muchos participantes afirmaron conocerla, pero no pudieron aplicarla correctamente, e incluso después de las actividades realizadas conjuntamente no se pudo apreciar un cambio sustancial en los resultados. En este sentido Fischbein (1999) enfatiza la resistencia al cambio de las intuiciones, atribuyéndola a su conexión con sistemas integralmente estructurados de nuestra actividad cognitivo-conductual y adaptativa. Esto sugiere que las intuiciones no pueden ser modificadas como elementos mentales aislados; su cambio ocurre de manera conjunta con todo el sistema adaptativo al que están vinculadas.

El objetivo de la intervención era que, a partir de las percepciones iniciales de los educandos durante la realización de las actividades, construyeran nuevos esquemas cognitivo-conductuales. En resumen, al exponerlos a ejemplos novedosos relacionados con la matemática, se esperaba que los alumnos desarrollaran sus capacidades cognitivas, conductuales y adaptativas, lo que resultaría en nuevas inferencias o un mayor grado de conceptualización de la implicación. Sin embargo, al analizar las tablas de resultados, se observa que muy pocos generaron efectivamente renovaciones de modelos mentales.

Los resultados también pusieron de relieve configuraciones de razonamiento inválidos, ya que algunos pupilos no aplicaron correctamente la implicación material. Es decir, en algunos casos, si el antecedente es verdadero, el consecuente no influye en la veracidad de la afirmación. Además, se observó el esquema según el cual, si el antecedente era falso, se concluía que la afirmación era falsa. Un ejemplo de esto es la pregunta 5 del cuestionario 2, donde el 84% afirmó que era falsa porque no se podía ingresar a la puerta (antecedente falso). Por último, se destacó el diagrama de temporalidad, que fue evidente en las preguntas 6 del primer y segundo cuestionario. Al comparar los porcentajes, se observó que siempre hubo un alto porcentaje que infería que la afirmación era verdadera si seguía la secuencia dada, es decir, primero pasaba por I, luego por K y finalmente por L.

Durand Guerrier (2003) señala la presencia de errores o perplejidades no solo entre los estudiantes, sino también entre los docentes. Cuando los docentes no logran establecer adecuadamente el vínculo entre lógica y el contexto educativo, los estudiantes adquieren procedimientos y omiten de la lógica formal. Esto puede llevar a que cometan errores al no diferenciar entre el condicional como un conectivo proposicional y el condicional lógicamente válido o las reglas de inferencia clásica.

Una propuesta para mejorar la comprensión de nociones lógicas es la creación de actividades e intervenciones didácticas basadas en contextos comunicativos y mediaciones semióticas, como se evidencia en el estudio de Vargas y Stenning (2020) relacionado con la inferencia silogística. Asimismo, la investigación de Domínguez et al. (2014) ilustra como la geometría dinámica puede contribuir también en el aprendizaje de la lógica. Es necesario ahondar más en esta dirección que pasa por la construcción de actividades didácticas que posibiliten el surgimiento de nuevos esquemas estructurales en cuanto a la comprensión del uso matemático de la implicación, bien sea en estudiantes como en los docentes.

## Referencias

Copi, I. M., & Cohen, C. (2016). Introducción a la lógica (2nd ed.). México D.F, Limusa, S.A de grupo Noriega.

Crespo C., C. (2007). Los estudiantes ante formas de argumentar aristotélicas y no aristotélicas. Un estudio de casos. Revista electrónica de investigación en educación en ciencias,, 2(1), 84-100.

Deloustal-Jorrand, V. (2002). Implication and mathematical reasoning. PME CONFERENCE, Vol. 2, pp. 2-281.

Dominguez, N., Rodriguez, G., & Samper, C. (2014). El aprendizaje de proposiciones condicionales usando Geometría Dinamica.

Durand Guerrier, V. (2003). Which notion of implication is the right one? From logical considerations to a didactic perspective. Educational Studies in mathematics, 5-34

Echeverry, A., Molina, Ó., Samper, C., Perry, P., & Camargo, L. (2012). Proposición condicional: interpretación y uso por parte de profesores de matemáticas en formación. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 73-78.

Fischbein, E. (1999). Intuitions and schemata in mathematical reasoning. Educational studies in mathematics, 38(1-3), 11-50.

García, I., & Parraguez, M. (2015). Validación de una descomposición genética del concepto de inducción matemática. Universidad Católica del Norte, 20-25

Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). Cómo planificar la investigación-acción. Laertes, 157, 54 – 59.

Laudien, R. (1999). Misunderstanding of if-then as if and only if, en Hitt, F. y Santos, M. (eds.). Proceedings of the 21st Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Columbus, OH: Eric Clearinghouse for Science Mathematics and Environmental Education., 225-231.

Lewin, K., Tax, S., Stephen, K., & Rahman, A. (1946). La Investigación-acción participativa inicio y desarrollo. Editorial Popular

MEN. (2006). Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas. Potenciar el pensamiento matematico: !un reto escolar¡ Estandares basicos de competencia en lenguaje, matematicas, ciencias y ciudadanas. Colombia: MinEducación

Monroy, A., & Astudillo, M. T. (2010). La implicación lógica en el proceso de demostración matemática: estudio de una caso. Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas, 28(1), 73-84.

Reale, G. & Antiseri, G. R., (1988). Historia del pensamiento filosófico y científico, tomo primero, Antigüedad y Edad Media. Barcelona, España: Herder.

Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación las rutas cuantitativas, cualitativa y mixta. Mexico: McGraw Hill.

Suppes, P., & Hill, S. (2021). Introducción a la lógica matemática. Reverté.

Vargas, F., & Stenning, K. (2019). Logical Reasoning beyond Classical Logic: An Illustration with Pythagoras Theorem. International Electronic Journal of Mathematics Education, 15(1).

Vargas, F., & Stenning, K. (2020). Communication, goals, and counterexamples in syllogistic reasoning. In Frontiers in Education (Vol. 5, p. 28). Frontiers Media SA.

Vasco, C. (2018). Reformas de los currículos escolares en matemáticas en las Américas: el caso colombiano. 223-229.

**Forma de citar este artículo:** Estepa Ávila, L. K. Vargas Mancera, F. J. (2023). Análisis de las Intuiciones de Estudiantes Universitarios: Un Estudio a la Resistencia Intuitiva en el Aprendizaje de la Implicación Lógica, *Revista Voces y Realidades Educativas,* (10), pp. 67-82.