NÚMEROS
Revista de Didáctica de las Matemáticas
http://www.scpmluisbalbuena.org/revista-numeros
ISSN: 1887-1984
Volumen 124, noviembre de 2026, páginas 101-112

Aplicación de una prueba T-student en proyectos de Monografía para estudiantes de Bachillerato Internacional

Zuriel Fitzgerald Peña Ubarne
(International Berckley School)
Sofia Alejandra Rodríguez Lora
(International Berckley School)

Fecha de recepción: 22 de marzo de 2024
Fecha de aceptación: 30 de junio de 2026

Resumen

El Bachillerato Internacional es una oportunidad para la movilidad estudiantil y la promoción de competencias científicas que permite a los estudiantes acceder a becas y homologaciones por universidades. Sin embargo, para los docentes que asesoran dichos proyectos por primera vez, no siempre tienen una ruta clara de cómo empezar o cómo deben proceder en términos estadísticos, de ahí que sea necesario establecer pautas que permitan a los docentes asesorar este tipo de proyectos. En este sentido, como objetivo se ha propuesto proveer una experiencia de aula mediante la aplicación de la prueba T-student siguiendo el ciclo de modelación propuesto por la Organización del Bachillerato Internacional. Junto con el paso a paso de cada una de las pruebas, constituyendo una pauta básica para cualquier trabajo de Monografía.

Palabras clave Bachillerato, Internacional, Monografía, T-student, BI, Modelación matemática

Abstract

The International Baccalaureate is an opportunity for student mobility and the promotion of scientific competencies that allows students to access scholarships and university accreditations. However, for teachers who advise such projects for the first time, they do not always have a clear path on how to start or how they should proceed in statistical terms, hence, it is necessary to establish guidelines that allow teachers to advise such projects. In this sense, as an objective it has been proposed to provide a classroom experience through the application of the T-student test following the modeling cycle proposed by the International Baccalaureate Organization. Together with the step by step of each of the tests, constituting a basic guideline for any Monograph work.

Keywords Baccalaureate, International, Monograph, T-student, IB, Mathematical modeling

1. Introducción

El Bachillerato Internacional (BI) o International Baccalaureate (IB) como se le conoce por sus siglas en inglés, es un curso preuniversitario que busca ser riguroso, exigente y fomentar la mentalidad internacional de sus estudiantes promoviendo la curiosidad y la investigación; además de fomentar una identidad propia y ser reconocidos como estudiantes del mundo. En este sentido, la Monografía es un trabajo de investigación que le permite al estudiante desarrollar el perfil IB: indagadores, reflexivos y pensadores. Constituyendo una preparación práctica para trabajos de investigación posteriores en la vida universitaria (Vera, 2009). De manera resumida:

> El BI, es considerado un programa preuniversitario que tiene como parte de sus objetivos de formación construir un estudiante con mentalidad internacional, consciente de su condición humana, comprometido con la naturaleza, que piensa en un mundo mejor con humanidad y responsabilidad por lo que se compromete a ser: indagador, de mente abierta, informado e instruido, solidario, pensador, audaz, buen comunicador, equilibrado, íntegro y reflexivo, es decir, que con estos atributos el estudiante con BI será un protagonista transformador de su realidad local, nacional e internacional. (Mantilla et al. 2021, p. 50).

A partir de este perfil, la Monografía permite el desarrollo de tales habilidades y evidenciarlas por medio de la realización de un trabajo de investigación independiente con un límite de hasta 4000 palabras, a partir de un tema seleccionado por el alumno lo que le permite establecer conexiones con otras asignaturas y potencializar sus habilidades investigativas (Diaz, 2020), sin embargo, en el desarrollo de este proceso investigativo pueden surgir varias dificultades, la primera de ellas en relación al uso de técnicas estadísticas para procesar, visualizar y analizar la información recolectada. Si el estudiante no tiene los fundamentos necesarios puede hacer análisis e inferencias equivocadas o utilizar técnicas sin la más mínima comprensión de sus supuestos básicos. Es en este sentido, que la experiencia de aula en el asesoramiento de este tipo de trabajos propuesta en este trabajo resulta importante a nivel de comunidad de profesores como un marco de referencia para los docentes que por primera vez se enfrentan a este tipo de proyectos y desean tener éxito en el mismo.

Para estos trabajos, es importante para los docentes tener en cuenta como señala Dulun & Lane (2023) los conocimientos previos necesarios por parte de los estudiantes, pues sin estas bases pueden presentar ansiedad y estrés al sentir que no avanzan en su proceso investigativo conjugado con las altas responsabilidades y oportunidades que lograrían tener de cara a su futuro profesional. Otro punto fundamental en el éxito de los colegios que ofrecen Bachillerato Internacional (IB) radica en la enseñanza basada en proyectos y no en contenidos, pues se trata de que los estudiantes comprendan cómo se pueden comportar y modelar distintos fenómenos a partir de la experimentación y recreación de los mismos, utilizando diversos tipos de representación de la información, discusiones grupales y el docente actuando como guía en la construcción de los conceptos y significados (Samejima et al. 2022).

A nivel institucional un aspecto clave para el éxito en el Bachillerato Internacional radica en la capacitación de su planta docente, puntualmente aquellos que coordinan el área de monografía deben estar relacionados con las políticas de probidad académica y el uso de normas APA, sin embargo, la movilidad docente puede constituir un factor negativo en el éxito a nivel institucional pues:

> El no tomar en cuenta la continuidad de los docentes dentro del BI y el perfil en el que se han preparado no se logran alcanzar buenos resultados, porque es mucho más práctico que un profesor enseñe basado en su asignatura permitiendo un mejor desenvolvimiento en el salón de clases y de este modo observar los aprendizajes significativos en las evaluaciones que se realizan dentro del proceso de preparación. (Zambrano & Loor, 2022, p. 1016).

En Colombia actualmente existen 77 colegios que ofrecen Bachillerato Internacional y según datos de la Organización de Bachillerato Internacional (OBI) el primer colegio certificado fue en el año 1977 y actualmente el International Berckley School de la ciudad de Barranquilla se encuentra certificado en la categoría de Programa de Diploma y como colegio del mundo desde el año 2012. A la presente fecha tiene matriculados alumnos en las asignaturas de Biología, Aplicaciones e interpretaciones y Teoría del Conocimiento entre otras (Organización del Bachillerato Internacional, s.f.).

Sobre la base de los razonamientos anteriores el éxito del Bachillerato Internacional depende de varios factores: las metodologías utilizadas por los docentes, las bases conceptuales y saberes previos de los estudiantes y el desarrollo en experiencia investigativa por parte de los docentes como aporte significativo. En este orden de ideas, se presenta una experiencia de aula en relación al asesoramiento de una monografía a una estudiante de grado 11 en Barranquilla/Colombia para Bachillerato International, con el objetivo de proveer a los docentes pautas básicas para llevar a cabo el desarrollo de estos proyectos usando pruebas estadísticas como la prueba T-student.

Para el desarrollo de esta experiencia de aula se tomó como referencia el ciclo de modelación matemática propuesto por la OBI basado en cinco etapas: *plantear un problema de la vida real*, *desarrollar un modelo*, *poner a prueba el modelo*, *reflexionar sobre el modelo* y *aplicarlo* y *ampliar.* Los datos analizados corresponden a una Monografía donde se buscaba establecer si había diferencias estadísticamente significativas entre el consumo de CO_2 durante la fotosíntesis en dos tipos de plantas vegetales como la *Solanum lycopersicum* y *Tolmiea menziesii*. Los datos presentados son sintéticos y de carácter didáctico por lo que no obedecen a un tipo de muestreo aleatorio en particular.

Como metodología se aplicó la prueba T-student para muestras independientes siguiendo el paso a paso de la validación de supuestos: pruebas de normalidad, homocedasticidad e independencia. Como conclusiones del análisis se verificaron de manera exitosa cada uno de los supuestos. Se utilizó el ciclo de modelación matemática propuesto por la Organización del Bachillerato Internacional (OBI) mostrando su utilidad y practicidad en cada etapa del proceso, siendo una guía comprensible de los modelos matemáticos o estadísticos que se quieran implementar. La visualización de la información a veces pasada por alto cobra relevancia al mostrar cómo se comportan nuestros datos, cómo son sus distribuciones y qué tipo de relaciones se pueden establecer entre ellos.

2. Experiencia de aula

Una vez la estudiante manifestó que había encontrado un conjunto de datos sintéticos y que quería utilizar pruebas estadísticas se consultó los parámetros de la OBI en relación a los pasos que pudieran llevarse a cabo, es importante señalar que en el Bachillerato Internacional la asignatura de matemáticas se conoce con el nombre de: Aplicaciones e Interpretaciones y parte del reconocimiento de la importancia de las matemáticas y la tecnología en una variedad de ámbitos en un mundo lleno de datos. Centrándose en temas que a menudo se usan como aplicaciones, de ahí que sea necesario el apoyo de temas básicos de la estadística para el análisis y validación de resultados. Para la resolución de problemas la OBI (2023) propone un ciclo de modelación matemática:

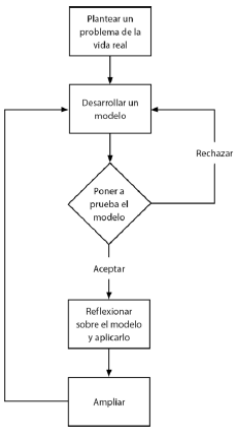


Figura 1. Ciclo de modelación matemática. Tomado, de OBI (2023).

2.1 Fases de la experiencia de aula

1. A partir de lo descrito en la figura 1, la primera etapa que se desarrolló con la estudiante fue el planteamiento *de un problema de la vida real*, donde la joven revisó la bibliografía existente en redes como Google Scholar y Dialnet para buscar tanto datos como información disponible, finalizando con el planteamiento de un problema y cómo este se podría resolver. Es decir, la formación de una pregunta de investigación.
2. En la segunda etapa denominada *desarrollar un moldeo*, la estudiante debía identificar el tipo de variables que estaba midiendo (ambas cuantitativas), para posterior a ello determinar el tipo de prueba estadística que mejor se ajustara. En este sentido, la estudiante debía consultar en libros los tipos de pruebas estadísticas existentes y en qué contexto son aplicables. Además de esto la estudiante debía realizar su análisis exploratorio, complementado la información a partir de gráficas que le permitieran comprender la información recolectada.
3. Continuado a la siguiente etapa *poner a prueba el modelo* la estudiante debía analizar los supuestos básicos de la prueba estadística elegida y verificar si sus datos se ajustaban a las mismas, estableciendo una validación interna que podía ser positiva o negativa, donde en este es último caso la estudiante debía optar por estadística no paramétrica si no se cumplían los supuestos.
4. Seguidamente, si el modelo resulta válido o los supuestos de la prueba a implementar se cumplen la estudiante debía *reflexionar y aplicar* al problema que ha planteado en la primera etapa. Finalizando con la validación o no de la hipótesis de investigación.
5. Finalmente en la última etapa llamada *ampliar* la estudiante debía realizar las conclusiones de las pruebas, argumentado estadísticamente su decisión.

3. Pautas para los docentes

3.1 Evaluar el problema de investigación

Lo primero que debe hacer el docente junto con el estudiante es la formulación del problema, en este sentido, se debe evaluar el tiempo y los recursos disponibles. Lo ideal es que el estudiante experimente y a partir de allí pueda derivar la información necesaria para su proyecto, sin embargo, los recursos pueden ser limitados y el tiempo de ejecución también; pues se deben cumplir con las fechas establecidas en la entrega de trabajos y usualmente un mismo docente puede asesorar a 10 o 15 estudiantes, lo que limita su tiempo. En este sentido, se evaluó que lo mejor era trabajar con un conjunto de datos sintéticos pues no se reunían las condiciones para realizar en el laboratorio una experimentación directa. Este tipo de prácticas resulta ser la más común y efectiva en términos logísticos. Así las cosas, la estudiante propuso el siguiente objetivo: analizar la concentración de dióxido de carbono (CO_2) medida en partes por millón (ppm) en dos especies vegetales (*Solanum lycopersicum* y *Tolmiea menziesii*), con el objetivo de determinar si existen diferencias estadísticamente significativas durante la fotosíntesis. La primera muestra estaba compuesta por un total de 15 observaciones y para la segunda 17 observaciones como se muestra a continuación:

Solanum lycopersicum	**Tolmiea menziesii**
2119	2106
2041	2034
2178	2125

2032	2119
2035	2094
2029	2100
2054	2085
2188	2128
2094	2225
2057	2234
2100	2212
2103	2219
2188	2206
2116	2169
2085	2172
	2181
	2175

Tabla 1. Consumo de CO_2 en ppm para cada especie vegetal. Fuente: elaboración propia.

3.2. Proponer un análisis estadístico inicial

Lo segundo que se debe hacer es describir o formular el análisis estadístico a desarrollar, al inicio no siempre puede ser claro, sin embargo, se pueden consultar fuentes bibliográficas sobre el tema a investigar y analizar cómo procedieron en otras investigaciones similares. En este sentido, se le solicitó a la estudiante que desarrollara su análisis estadístico describiendo las pruebas que realizaría y el análisis exploratorio. En este orden de ideas, para comparar el consumo de CO_2 en *Solanum lycopersicum* y *Tolmiea menziesii* la estudiante propuso evaluar la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la independencia mediante la prueba de correlación de Spearman debido al tamaño de la muestra. Para la homogeneidad de varianzas propuso la prueba de Bartlett y solo posteriormente, aplicar una prueba t-Student para muestras independientes en caso de cumplir con los supuestos. Finalmente, los resultados los visualizó mediante gráficos de cuantiles para normalidad, las distribuciones mediante el gráfico de densidad, diagramas de caja para la homocedasticidad y la distribución de la t de Student para una mejor interpretación de los resultados. Los datos fueron analizados utilizando el software R-studio versión 4.4.1. Para todas las pruebas de hipótesis la estudiante utilizó un nivel de significancia del 5%.

3.3 Desarrollar una buena visualización

Inicialmente la estudiante no tenía claro qué tipos de gráficos le podían servir para representar la información, este tipo situaciones se vuelve común entre estudiantes en el área de la estadística, pues no tienen claro la relación entre el tipo de gráfico y el tipo de variables. En este sentido, los docentes pueden aprovechar para reforzar el proceso de *transnumeración*, que en el campo de la educación estadística se basa en cómo podemos cambiar entre sistemas de representación (de datos en tablas a visualizaciones) para obtener una nueva información. Este paso es muy importante porque permite establecer conexiones al momento de plantear un problema, analizando aspectos tales como la distribución, la varianza, la media, la mediana, la dispersión de los datos y cualquier otro indicador que permita formular hipótesis. Así las cosas, inicialmente se procedió a graficar las distribuciones de cada una de las variables como se muestra en la figura 2:

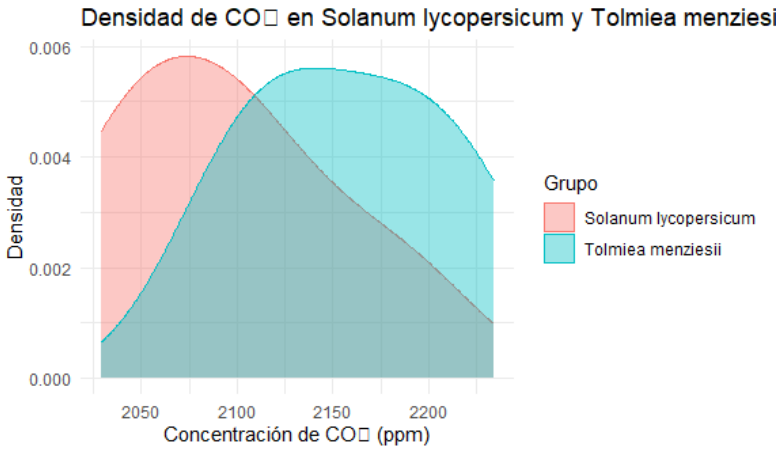


Figura 2. Gráfica de densidad por cada especie de planta vegetal. Fuente: elaboración propia.

A partir de esto la estudiante con la asesoría del docente empezó a realizar las siguientes observaciones: *"como se observa en la figura anterior ambas distribuciones comparten valores similares al solaparse ambas regiones. Para la especie Solanum lycopersicum se aprecia una mayor concentración de CO_2 entre los 2050 ppm y 2100 ppm. Entre tanto para la especie Tolmiea menziesii su mayor concentración de CO_2 se encuentra entre 2125 ppm y 2150 ppm. Finalmente debido a la amplitud de cada distribución, se esperaría observar una variabilidad alta y comparable en cada muestra. Para la primera especie su varianza fue de 3096.97 ppm² y para la segunda 2784.60 ppm²".*

Continuando su análisis se le explicó a la estudiante que mediante un diagrama de caja puede visualizar el comportamiento de los datos, sus medias y medianas. En este apartado resulta conveniente señalar que tocó reforzarle a la estudiante los componentes de un diagrama de caja y cómo puede extraer conclusiones, a razón de lo anterior la estudiante mostró el siguiente análisis: *"se puede observar en la figura 3 que la media y la mediana son muy próximas para la especie Solanum lycopersicum con valores de 2094.6 ppm y 2094.0 ppm respectivamente. El ancho de la caja aumenta el hecho de que las varianzas pueden ser comparables. Por último, para esta especie se puede apreciar que su consumo de CO_2 medido en ppm durante la fotosíntesis es significativamente diferente que el consumo mostrado por la especie Tolmiea menziesii lo que le da fuerza a la hipótesis planteada en la investigación. Para esta especie su consumo más pequeño de CO_2 durante la fotosíntesis es ligeramente inferior a la mediana de la especie Solanum lycopersicum".*

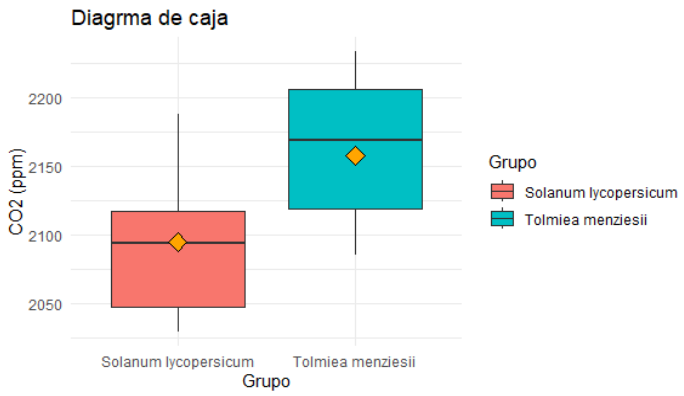


Figura 3. Diagrama de caja por cada especie de planta vegetal. Fuente: elaboración propia.

Para la estudiante el concepto de normalidad le pareció inicialmente extraño, al igual que sus implicaciones en la estadística, pues usualmente los supuestos son pasados por alto a nivel de colegio con la finalidad de simplificar los procesos, a razón de ello se le sugirió a la estudiante que se podía analizar de forma gráfica la normalidad mediante un Q-Q plot y que su interpretación no era tan difícil, si analizamos tanto para la especie *Solanum lycopersicum* y *Tolmiea menziesii* el contraste de sus cuantiles teóricos y los cuantiles de la muestra, tienden aproximarse a las líneas rectas de colores rojo y azul para cada especie respectivamente, por lo que se puede sugerir su aproximación a una distribución normal, hecho que debe ser corroborado mediante la respectiva prueba de hipótesis.

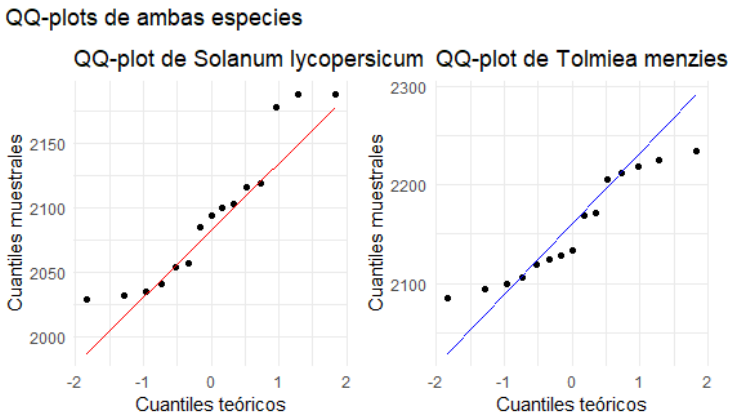


Figura 4. Gráfico de cuantiles por cada especie de planta vegetal. Fuente: elaboración propia

Lo siguiente que la estudiante debía analizar era si las muestras son independientes, para ello se le explicó que podía graficar los puntos mediante un diagrama de dispersión para analizar si hay tendencias particulares, como se muestra a continuación:

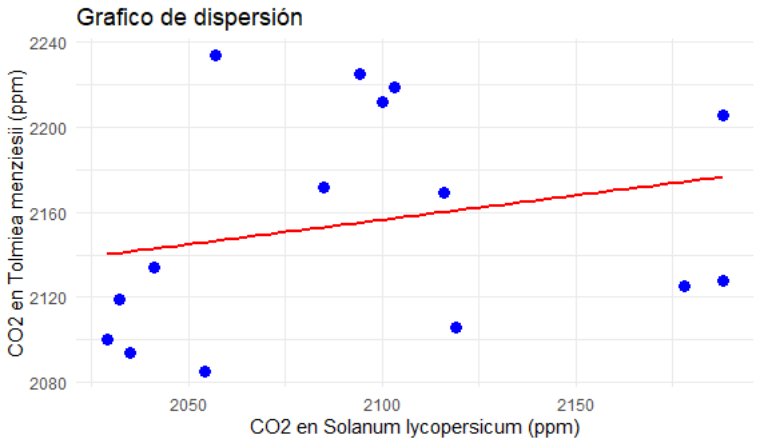


Figura 5. Gráfico de dispersión. Fuente: elaboración propia

En su análisis la estudiante comprendió que los datos no parecen tener una tendencia particular, sino que se dispersan en el plano lo que sugiere que nuestras muestras son independientes entre sí. Para su verificación procederá a utilizar la correlación por rangos de Spearman.

Debido al corto tiempo que pueden durar las asesorías, y la complejidad de cada proyecto la visualización se reduce a diagramas circulares o de barras, que son los más sencillos de generar con cualquier programa básico. Por lo que resaltamos la importancia de abordar otro tipo de visualizaciones, que les permitan analizar las tendencias, formular hipótesis y contrastar lo observado con la realidad. Esto ayuda a los estudiantes en la mejora de sus habilidades investigativas y le permite al docente profundizar en la enseñanza y aplicación de los conceptos estadísticos mediante el uso de herramientas tecnológicas, en este caso R-Studio

3.4 Validar los supuestos

Asesorar trabajos de Monografía para IB no debe limitarse a la revisión somera de la escritura y si esta cumple con el formato de citación específico, requiere una guía sólida en el proceso de modelación. Un error común es permitir que el estudiante aplique pruebas estadísticas de forma mecánica; sin comprender si los datos cumplen con los requisitos técnicos. Así las cosas, este artículo permite empoderar al docente con una ruta clara basada en la experiencia de aula y el ciclo de modelación propuesto por la OBI en la figura 1.

En este sentido una de las tareas que se le había dejado a la estudiante durante el proceso de asesoría en clases consistía en investigar el uso de cada prueba propuesta en el análisis estadístico y el planteamiento de sus respectivas hipótesis, además de cómo se concluye mediante valor p y utilizando el estadístico de prueba. Lo anterior resultó de mucha utilidad porque le permitió mejorar sus capacidades investigativas y de análisis de la información. A partir de esto se le pidió que elaborara las hipótesis de cada prueba junto con la conclusión de esta. A continuación, se muestra lo realizado por la estudiante:

Supuesto de normalidad:

Para *Solanum lycopersicum*

Ho: La distribución del consumo de CO_2 en *Solanum lycopersicum* sigue una distribución normal.

H1: La distribución del consumo de CO_2 en *Solanum lycopersicum* no sigue una distribución normal.

Con un $valor\ p = 0.07679$ no se rechaza la hipótesis nula, por tanto, se concluye que la distribución del consumo de CO_2 en *Solanum lycopersicum* sigue una distribución normal.

Para *Tolmiea menziesii*

Ho: La distribución del consumo de CO_2 en *Tolmiea menziesii* sigue una distribución normal.

H1: La distribución del consumo de CO_2 en *Tolmiea menziesii* no sigue una distribución normal.

Con un $valor\ p = 0.1979$ no se rechaza la hipótesis nula, por tanto, se concluye que la distribución del consumo de CO_2 en *Tolmiea menziesii* sigue una distribución normal.

Supuesto de homocedasticidad:

Ho: Las varianzas del consumo de CO_2 en *Solanum lycopersicum* y *Tolmiea menziesii* son iguales.

H1: Las varianzas del consumo de CO_2 en *Solanum lycopersicum* y *Tolmiea menziesii* son diferentes.

Con un $valor\ p = 0.6808$ no se rechaza la hipótesis nula, por lo que se puede concluir que se cumple con el supuesto de homocedasticidad.

Supuesto de independencia:

Se aplicó la prueba de correlación de Spearman debido al tamaño desigual de las muestras en contraposición para optar por la prueba paramétrica de Pearson, obteniendo un coeficiente de correlación: $r = 0.3288$.

Ho: El coeficiente de correlación de Spearman es igual a cero.

H1: El coeficiente de correlación de Spearman es diferente de cero

Obteniendo un $valor\ p = 0.2314$, siendo este mayor a nuestro nivel de significancia, no se rechaza la hipótesis nula, por lo que se concluye que nuestras variables son independientes.

3.5 Aplicación de la prueba T-student para muestras independientes

Este punto resulta muy importante para el profesorado pues no se trata de aplicar pruebas de manera mecánica sino después de analizar los datos y su comportamiento, un error común es saltarse la validación y proceder a aplicar la prueba de manera inmediata, lo que limita la compresión de los estudiantes y genera malas prácticas que pueden repetirse en ambientes universitarios. Una vez la estudiante se dio cuenta que se cumplían los supuestos procedió a aplicar la prueba T-student para muestras independientes. Las hipótesis de contraste las escribió como sigue:

Ho: No hay diferencia significativa en el consumo de CO_2 entre Solanum lycopersicum y Tolmiea menziesii durante la fotosíntesis.

H1: Existe una diferencia significativa en el consumo de CO_2 entre Solanum lycopersicum y Tolmiea menziesii durante la fotosíntesis.

Para la conclusión la estudiante calculó el estadístico de prueba $t = -3.39$, con grados de libertad $gl = 30$ y un t crítico de $t_c = \pm 2.04$, a partir de lo enseñado en clases la estudiante estimó que: *"se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa, esto es, existe una diferencia significativa en el consumo de CO_2 entre Solanum lycopersicum y Tolmiea menziesii durante la fotosíntesis. Idéntica conclusión se llega utilizando el $valor\ p = 0.001972$"*. Lo que gráficamente se puede apreciar de la siguiente manera:

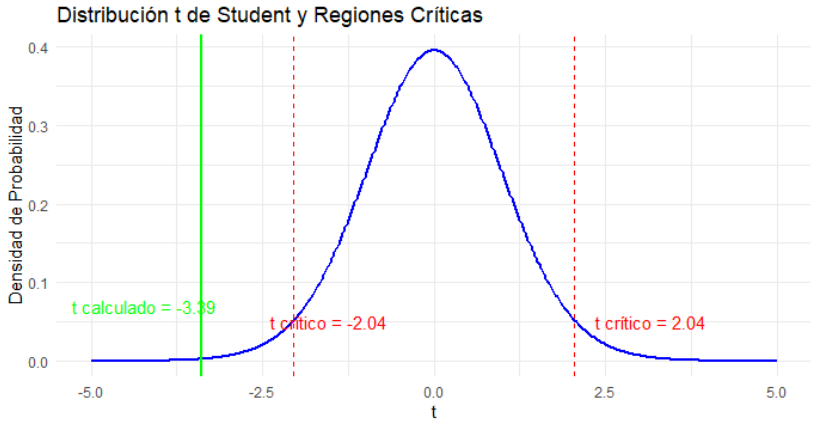


Figura 6. Distribución T-student. Fuente: elaboración propia.

Para profundizar la explicación note que el t calculado cae por fuera de región de no rechazo conformada por el intervalo $[-2.04, 2.04]$ de esta manera se confirma la hipótesis planteada al inicio de la Monografía.

5. Conclusiones

- Asesorar trabajos de Monografía para IB requiere de pautas o pasos para aquellos docentes que se integran por primera vez. En este sentido, el ciclo de modelación matemática propuesto por la OBI resulta útil, sin embargo, puede hacerse uso de otros ciclos de modelación en la literatura como el de Blum y Borromeo-Ferri (2009) el cual profundiza entre el sentido de realidad, añadiendo fases intermedias en el desarrollo de cada paso. Es fundamental que el docente motive a los estudiantes a investigar, leer la literatura científica para que pueda *plantear un problema de investigación* del mundo real o de su entorno, seguido de ello, el docente debe establecer la viabilidad del proyecto del estudiante, por ejemplo, si tiene los recursos para llevarlo a cabo o en su defecto puede trabajar con datos sintéticos. Una vez el estudiante plantea el problema lo siguiente que debe orientarle el profesor es hacia el *objetivo del mismo* y a partir de este analizar las posibles pruebas estadísticas (o modelos) que le podrían ayudar a resolver su pregunta de investigación. Una vez desarrollado lo anterior a partir de los datos recolectados debe empezar el *análisis exploratorio* para agregar información nueva. Finalmente se debe seguir el *análisis estadístico* seguido de los *resultados*.
- Los estudiantes poco tienen en claro la robustes de las pruebas estadísticas por lo que resulta útil tomar un espacio de la clase para explicar en qué consisten las pruebas estadísticas y sus supuestos básicos. Lo anterior implica que el docente debe procurar tener una buena formación en estadística a fin de realizar un acompañamiento eficaz.
- La visualización propuesta resulta útil para comprender mejor los datos y cómo estos se comportan, de ahí que se sugiere que en cualquier Monografía que requieran aplicar pruebas estadísticas se utilicen gráficas de densidad, diagramas de caja, gráfico de cuantiles (Q-Q plot) y gráfico de dispersión entre otros. Lo anterior con la finalidad de enriquecer los análisis y cómo se relacionan nuestras variables
- Los docentes deben tener en cuenta que el tiempo de asesoría en clases no siempre es suficiente y que hay trabajos más complicados de desarrollar que otros. En este sentido, la investigación y la apropiación del estudiante de su propio trabajo le permite ganar independencia mediante la asignación de tareas investigativas bajo la supervisión del docente.

- Otro aspecto importante que como docentes debemos tener es el uso del lenguaje técnico que el estudiante no siempre maneja, pero que hay que asesórale al igual que con el manejo de las normas APA. Con la finalidad que sea un trabajo lo más parecido a un proyecto de investigación, que va a ser evaluado y calificado.
- Otro aspecto importante para el docente es el apoyo en herramientas estadísticas como programas: R-Studio, Excel y SPSS entre otros que le permitan agilizar el trabajo y el estudiante pueda aprender a manejar.
- Otro aspecto importante es el fortalecimiento de la enseñanza de la estadística en el currículo, pues no siempre reúne las horas necesarias y los contenidos de IB son exigentes por lo que requieren un tiempo dedicación y práctica, en conjunto con el trabajo autónomo del estudiante.
- Finalmente, para la estudiante el desarrollo de este tipo de proyectos mejora su sentido de realidad, le permite desarrollar habilidades y competencias para la vida, mejora su interpretación del mundo que le rodea y puede desarrollar conexiones entre las matemáticas y otras áreas del conocimiento.

Bibliografía

Blum, W. y Borromeo-Ferri, R. (2009). Mathematical Modelling: Can it Be Taught and Learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45-58.

Díaz Dena, D. C. (2020). La Monografía en el Bachillerato Internacional.: Muestra de aprendizaje situado en la educación media superior. DOCERE, (22), 32–35

Dulun, Ö. & Lane, J. F. (2023), 'Supporting critical thinking skills needed for the International Baccalaureate Diploma Programme: A content analysis of a national and two international education programs in Turkey', Thinking Skills and Creativity 47, 101–211.

Mantilla-Falcón, L. M., Romero-Castro, D. I., Fonseca-Gómez, E. A., & Mantilla-Falcón, M. S. (2021). Matemáticas en el bachillerato internacional y bachillerato general unificado de Ecuador. Un estudio crítico. *Ciencia Digital*, *5*(4), 46-71.

Organización del Bachillerato Internacional. (2019). *Material de ayuda al profesor de Matemáticas: Aplicaciones e Interpretación*. International Baccalaureate

Organización del Bachillerato Internacional. (s.f.). *International Berckley School*. International Baccalaureate. https://www.ibo.org/es/school/006820/

Samejima, T., Goto, K., Nouchi, Y., Iida, H., & Tosa, S. (2022, March). The Significance of Inquiry-based Learning of IB programme from the Perspective of Active Learning. In *Conference Proceedings. New Perspectives in Science Education 2022*.

Vera, J. (2009), 'El bachillerato internacional en españa', Avances en Supervisión Educativa 11, 1–10.

Zambrano-Caicedo, M. F., & del Rocío Loor-Salmón, L. (2022). Las prácticas metodológicas del programa del Bachillerato Internacional y la incidencia en el proceso de enseñanza aprendizaje. *Dominio de las Ciencias*, *8*(1), 1003-1020.

Zuriel Fitzgerald Peña Ubarne. Docente de tiempo completo en International Berckley School de la ciudad de Barranquilla. Licenciado en matemáticas y Magister en estadística aplicada. Trabajos de investigación publicados en relación a los procesos de modelación matemática y creencias acerca de las matemáticas en estudiantes de bachillerato entre otros. zubarne@uninorte.edu.

Sofia Alejandra Rodríguez Lora. Estudiante de Bachillerato Internacional de grado undécimo del International Berckley School de la ciudad de Barranquilla. Nacida en Bogotá, Colombia el 5 de noviembre del 2007. sofia.rodriguez@ibs.edu.com