

## **Aprendizaje de la fitoquímica a través de la Investigación**

Jhon Fredy Castañeda Gómez

[jhon.castaneda@usco.edu.co](mailto:jhon.castaneda@usco.edu.co)

Universidad Surcolombiana

Luis Javier Narváez Zamora

Grupo de Investigación y Desarrollo Ambiental Universidad Surcolombiana

Ana María Mora López

Grupo de Investigación y Desarrollo Ambiental Universidad Surcolombiana

Aldemar Morales Loaiza

Grupo de Investigación y Desarrollo Ambiental Universidad Surcolombiana

Yilber Alexis Valderrama Córdoba

Grupo de Investigación y Desarrollo Ambiental Universidad Surcolombiana

**Línea temática:** Didáctica de las Ciencias Naturales en la Educación Superior

**Modalidad:** 2

### **Resumen**

El presente estudio se realizó con el fin de estimar el aprendizaje de la fitoquímica de 14 estudiantes de la asignatura de fitoquímica del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana a través del aislamiento e identificación de los metabolitos secundarios del helecho *Eupodium pittieri* en el laboratorio, en comparación con una muestra de 12 estudiantes, empleada como grupo control. Al inicio de la intervención didáctica el grupo experimental mostró una estructura de aprendizaje del 69% a través de un cuestionario tipo Likert en comparación con el grupo control que fue de 71%. Al finalizar la aplicación del modelo investigativo, el grupo experimental a través del cuestionario permitió mostrar una estructura del 75.78% en comparación con el grupo control que fue de 70.25%. El valor de Z calculado permitió consolidar la eficacia del modelo investigativo como estrategia para el aprendizaje de la fitoquímica.

### **Palabras clave**

Fitoquímica, Investigación, metabolitos y Aprendizaje

### **Objetivos**

- Promover el aprendizaje sobre el aislamiento e identificación de metabolitos secundarios del helecho *Eupodium pittieri* a través del modelo investigativo, en estudiantes del

Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Surcolombiana

### **Marco Teórico**

La fitoquímica es un campo multidisciplinario, el cual tiene como objeto de estudio la bioquímica de los organismos vivos fundamentalmente especies vegetales. Este campo del saber, se nutre directamente del conocimiento Etnobotánico, permitiendo reconocer los procesos metabólicos que dan origen a una mega diversidad estructural, responsables de actividades biológicas como lo predispone el conocimiento tradicional. (Castiblanco, 2014)

Las plantas con potenciales biológicos, han sido ampliamente estudiadas por las comunidades indígenas dotando particularmente a éstas de un interés religioso. En ese sentido, la fitoquímica se encarga de otorgar un soporte científico a dichas actividades de interés biológico e industrial.

Los metabolitos secundarios son compuestos químicos producto de rutas metabólicas como: acetato-malonato, acetato-mevalonato, DOXP-MEP, ácido siquímico o metabolitos derivados de dos o más rutas, así como también de aminoácidos no aromáticos para el caso de los alcaloides. En ese sentido, los compuestos de origen natural se han identificado por presentar potenciales originarios de conocimiento tradicional, siendo caracterizados como también clasificados de acuerdo a sus potenciales a nivel fisiológico-funcional en un organismo vivo. Se conoce que compuestos como los polifenoles, antioxidantes metabolitos presentes en el vino de uva ayudan a “retardar” el envejecimiento por la captura de los radicales libres como principal potencial de los mismos a nivel biológico además diversas variaciones a nivel estructural también determinan el comportamiento como antiinflamatorios, vasodilatadores, cardiotónicos entre otras propiedades beneficiosas para los seres vivos, especialmente de interés para la búsqueda de nuevas fuentes de principios activos en la producción de fármacos. (Quiñones, Miguel, & Aleixandre, 2012, pág. 82)

El aprendizaje basado en investigación (ABI) permite de alguna manera acercar a los estudiantes al contexto en el que trabajan todos los científicos, es decir por medio de investigaciones dar solución a un problema en particular. Como lo menciona (Franco Mariscal, 2015, pág. 232) “*La investigación en el medio escolar, centrada en el alumnos con un papel activo en el aprendizaje, es compatible y adecuada dentro de un marco constructivista*”. Pero, además de eso, es importante tener en cuenta la indagación –estrategia de enseñanza- aprendizaje, la cual permite aprender Ciencias a partir de la investigación, ya que aporta evidencias experimentales y evolución del conocimiento científico escolar. (Franco Mariscal, 2015). Ahora bien, de acuerdo a Vargas, 2002 citado en (Franco Mariscal, 2015, pág. 233) Una vez el estudiante se enfrente a una investigación, *debe demostrar que posee o desarrollará, un conjunto de habilidades o destrezas interrelacionadas entre sí*. De esta manera, a través de procedimientos científicos, y toda la rigurosidad que esta implica; el manejo de los contenidos para la resolución de la premisa de investigación generará habilidades y competencias promisorias características en este caso, para los docentes en formación en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Es por ello que, el proceso de investigación implica un trabajo colaborativo, es decir, el desarrollo de habilidades tanto para los maestros como para los estudiantes, en donde se destaca según (Gallego, Quiceno Serna, & Pulgarín Vásquez, 2014, pág. 931) *el indagar, discutir, reflexionar,*

*comunicar, organizar información, establecer conexiones con otros campos de conocimiento y con otras personas o entidades que aportan a los procesos de investigación.*” Por otro lado, para que el alumno participe en la construcción del conocimiento, Gil (1993) citado en (Franco Mariscal, 2015, pág. 234), propuso un diagrama de investigación con el fin de introducir aspectos del estudio científico como *“el enunciado preciso del problema, la construcción y fundamentación de modelos e hipótesis contrastable, la necesidad de elaborar estrategias diversas de contrastación o la interpretación y comunicación de los resultados”*. De manera que, todas las habilidades y competencias científicas que el estudiante va desarrollando se deben plasmar en forma similar a como hacen los científicos, justificando el problema, formulando objetivos e hipótesis, búsqueda de información, antecedentes para la elaboración de un marco teórico, elaboración de un diseño metodológico, presentación de resultados con su discusión y la emisión de conclusiones (Franco Mariscal, 2015).

Ahora bien, una de las actividades para el desarrollo del aprendizaje basado en investigación, son las denominadas prácticas de laboratorio, éstas son un complemento para la enseñanza-aprendizaje de los estudiantes, ya que en ellas, según (Cardona Buitrago, 2013, pág. 4) se busca el *“desarrollo de habilidades manipulativas y de medición, para la verificación del sistema de conocimientos, para aprender diversas técnicas de laboratorios y para la aplicación de la teoría de errores empleada para el procesamiento de la base de datos experimental”*. Por lo que este tipo de actividades de cierta forma, facilita el aprendizaje propio de los estudiantes a través de la investigación, el desarrollo y la reflexión crítica; así que, no es simplemente la “transmisión de conocimientos”, sino más bien una secuencia didáctica para la aplicación de los conceptos, *uso de instrumentos para lograr un buen aprendizaje, asociación y retención de nuevos conceptos* (Cardona Buitrago, 2013, pág. 3)

Por lo anterior, los perfiles de los investigadores favorecen la construcción de los conocimientos científicos por parte de los estudiantes, debido a la acción paralela de orientación en el proceso educativo, la familiarización de las metodologías científicas en el desarrollo de habilidades, actitudes y capacidades positivas, necesarias para la formación de Docentes en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. (Alvear , 2011, pág. 104)

Es por ello, que se tienen en cuenta los aspectos relacionados a las concepciones en el desarrollo de la secuencia de aprendizaje que gira en torno al desarrollo de las actitudes y habilidades científicas, entre otras, empleando como eje articulador el aislamiento e identificación de metabolitos y lo que ello implica a nivel experimental mediante la resolución de un problema de investigación concerniente a cuales son aquellos metabolitos del helecho *Eupodium pittieri* que permiten potenciar el crecimiento del vello facial en el municipio de Acevedo, Huila.

## **Metodología**

Para el desarrollo del presente estudio, se seleccionó la asignatura de Fitoquímica durante el periodo académico 2019-1, dado que esta hace parte de los diversos componentes flexibles del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales. La asignatura contó con 26 estudiantes matriculados, para lo cual se dividió el grupo en dos, de manera completamente aleatoria basado en el interés de participar en el estudio se contó con que 12 estudiantes permanecieron en el grupo

control, los cuales continuaron con sus sesiones tal como se encuentran planeadas en el currículo bajo la dirección del docente titular del curso, los 14 estudiantes restantes hacen parte del grupo experimental, de manera que estos interactuaron con la estrategia de aprendizaje basado en investigación desarrollando el curso bajo la asesoría de los autores del estudio.

### *Etapa Inicial*

Hace referencia a la búsqueda documental y la planeación de las diversas actividades por parte de los autores de la investigación, las cuales fueron enfocadas en la realización de la extracción de los metabolitos secundarios junto a las diversas técnicas empleadas, seguido del empleo del análisis químico cualitativo para la determinación de la presencia o ausencia de dichos compuestos por medio de reacciones específicas, por su parte, se incluye el empleo de técnicas cromatográficas para el aislamiento y purificación del metabolito en cuestión, y por último, el uso de espectroscopia para identificar el compuesto purificado en función de su interacción con el espectro electromagnético (UV-Vis, IR, etc.).

Una vez delimitadas dichas actividades, se procedió con la elaboración del instrumento de recopilación de saberes, el cual consistió en un cuestionario tipo Likert con 20 enunciados que corresponden a aspectos teórico-prácticos de fitoquímica, en particular al aislamiento e identificación de metabolitos secundarios, con una escala de 1 a 5, siendo 5 el mayor puntaje obtenido por cada apartado. Dicho instrumento fue sometido a validación por parte de expertos de manera que posterior a ello, se procedió a la determinación del índice de validez de constructo, siguiendo lo planteado por (Cohen & Swerdlik, 2001) en relación al grado de exactitud con el que mide el constructo o si se puede utilizar con el fin previsto, en pocas palabras, si el instrumento mide lo que debe medir.

### *Etapa de Desarrollo*

Se procedió con la respectiva aplicación del instrumento de recopilación de saberes (pretest), de esta manera se determinó la estructura cognitiva inicial del estudiantado.

El grupo experimental contó con unas jornadas para la contextualización del trabajo a desarrollar, se formaron cuatro subgrupos en función de los cuatro metabolitos de mayor presencia en la especie vegetal (*Eupodium pittieri*): Alcaloides, Flavonoides, Saponinas y Terpenos o Esteroides (Castañeda Gómez, Morales Loaiza, & Valderrama Córdoba, 2018), los estudiantes formaron los grupos según su interés por lo que los directores de investigación no influenciaron esta etapa.

Dado que en el grupo experimental se encontró heterogeneidad en el nivel académico en el que se encuentran los estudiantes, los directores se encargaron de generar un espacio de diálogo para consolidar algunos aspectos básicos de la investigación a realizar por cada subgrupo, por lo que se destinaron alrededor de 6 sesiones para permitir la construcción de aquellos aspectos inherentes como lo son el planteamiento del problema de cada investigación, el cual se centró en el aislamiento e identificación del respectivo metabolito secundario presente en la especie vegetal asignado, la búsqueda de antecedentes relacionados a la investigación a realizar por cada uno de los subgrupos, manejo de bases de datos y/o material bibliográfico para la consolidación de un

marco teórico base del trabajo realizado, así como todas aquellas técnicas y metodologías a emplear en la parte experimental para el aislamiento e identificación del metabolito secundario asignado.

Una vez los directores validaron en común con cada grupo la metodología a seguir, se dio inicio a la aplicación de lo consolidado de manera teórica en laboratorio, a cada grupo se le suministró material vegetal previamente colectado, secado y pulverizado, por lo que los directores del estudio socializaron la manera en la que el material es previamente tratado. Con el material, los grupos realizaron el respectivo tamizaje fitoquímico preliminar, en el que una vez cerciorados de la presencia del metabolito en cuestión, aplicaron técnicas cromatográficas como la Cromatografía en Capa Fina (CCF), Cromatografía en Columna (CC) o Cromatografía en Placa Preparativa, así como el empleo de reveladores para seguir el rastro del metabolito y su posterior purificación. Por último, cada grupo seleccionó una de sus muestras purificadas para llevarla al equipo de espectrofotometría UV-Vis disponible, de manera que por medio de la longitud de onda de máxima absorbancia lograron contrastar de manera teórica la naturaleza del metabolito secundario estudiado.

Los directores de investigación en el sentido de reconocer aquellas capacidades conceptuales, procedimentales y aquellas actitudes generadas por la investigación desarrollada por cada subgrupo de estudiantes, desarrollaron una jornada para socializar lo desarrollado a nivel conceptual, la metodología llevada a cabo, resultados obtenidos y aquellas conclusiones a las que se llegó durante la investigación del metabolito secundario asignado. Cabe resaltar que el estudiantado entregó a los investigadores principales un reporte de investigación en donde se resaltó el papel teórico, metodológico, contrastación de resultados y conclusiones obtenidas del estudio realizado.

#### *Etapa final*

Una vez finalizado el periodo académico 2019-1 se aplicó nuevamente el instrumento de recopilación de saberes (postest) tanto para los grupos control y experimental, de manera que por medio del tratamiento cuantitativo de los resultados y en aras de cumplir con el segundo objetivo del estudio, se realizó una prueba de hipótesis (prueba Z), empleando el software Microsoft Excel, lo que permitió estimar la eficacia de la estrategia de aprendizaje con la que cada grupo interactuó.

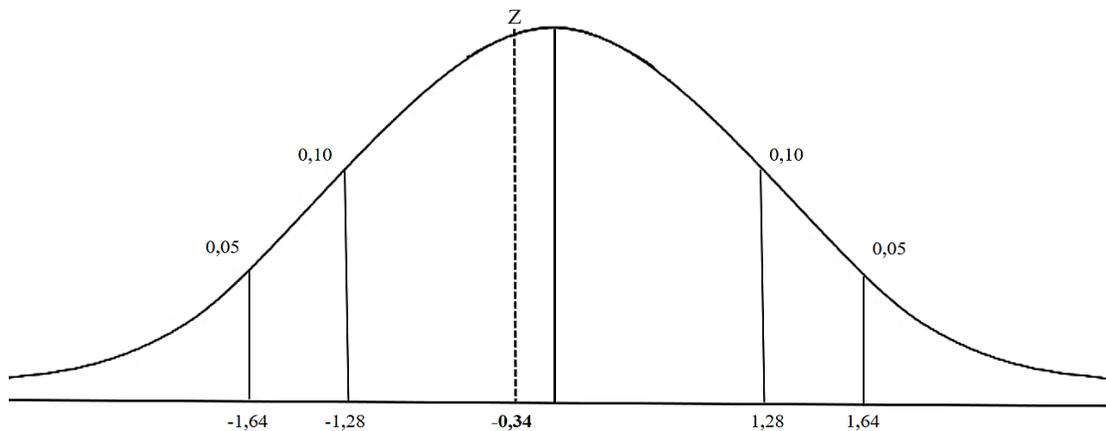
### **Resultados**

El test contó con 20 enunciados dirigidos a conocer el nivel de acierto del estudiante, siendo el puntaje máximo de 5 puntos por cada ítem, de manera que la puntuación máxima que cada sujeto podía alcanzar sería de 100 puntos. Dado que el grupo control contó con 12 individuos, la puntuación máxima que podía alcanzar constó de 1200 puntos posibles. La estructura cognitiva inicial de este grupo alcanzó 852 puntos, relacionándose con un nivel de acierto grupal del 71%, y encontrando una media de 71 puntos, mínimos de 57 y máximos de 79 puntos respectivamente.

Respecto a la estructura cognitiva final, una vez que el grupo finalizó con la estrategia de aprendizaje convencional tal como plantea el currículo de la asignatura de Fitoquímica, se encontró un leve decremento conceptual de 0,75% relacionado a 843 puntos y un porcentaje de acierto de 70,25%. El valor de acierto mínimo aumentó a 63 puntos mientras que el valor máximo se mantuvo en 79 puntos.

Para estimar la eficacia de la estrategia de aprendizaje convencional con la que el grupo control interactuó, se realizó la respectiva prueba de hipótesis (prueba Z) de acuerdo con el procedimiento planteado por (Martínez, 2012) por medio del algoritmo (1),  $\delta(\underline{X}_1 - \underline{X}_2)$  se indica la diferenciación por desviación estándar del comportamiento grupal,  $\sigma_1^2$  y  $\sigma_2^2$  se corresponden con las varianzas del pretest y postest, y, N1 y N2 representan el número de casos. A través del algoritmo expresado en (2), se procede a obtener el valor Z para su ubicación en la curva binomial con unos intervalos de confianza de 0,10 y 0,05.

$$\delta(\underline{X}_1 - \underline{X}_2) = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}} \quad (1) \qquad Z = \frac{X_1 - X_2}{\delta(\underline{X}_1 - \underline{X}_2)} \quad (2)$$



*Ilustración No. 1. Ubicación del valor Z calculado en la curva binomial. Grupo control.*

Tal como se puede visualizar por medio de la Ilustración No. 1, se obtuvo un valor  $Z = -0,34$  el cual se ubica en la zona de baja significancia con un intervalo de confianza mayor a 0.10 y 0.05, lo anterior permite validar el segundo objetivo específico trazado para el presente estudio, en donde, a través de la aceptación de la hipótesis nula ( $H_0$ ), la estrategia de aprendizaje convencional con la que el grupo control interactuó no incide de manera significativa en el aprendizaje de algunos conceptos fitoquímicos, en especial asociados al aislamiento e identificación de metabolitos secundarios involucrados en el presente estudio en estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana.

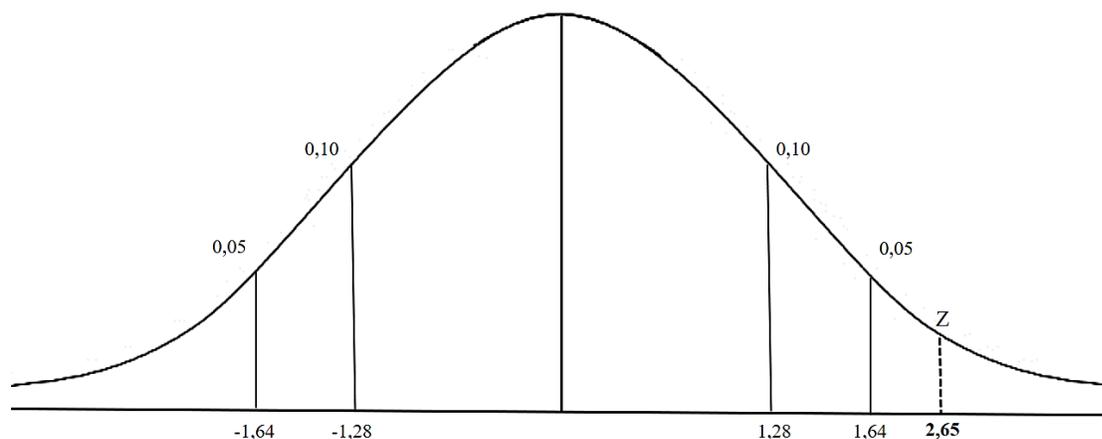
De manera similar al grupo control, por medio de la aplicación del pretest se logró reconocer la estructura cognitiva inicial del grupo experimental contando en este caso con 14 individuos, de modo que, el puntaje máximo que podían alcanzar durante el test fueron de 1400 puntos totales.

Este grupo alcanzó 966 puntos, relacionándose con un nivel de aciertos del 69% y a la vez encontrando una media de 69 puntos. Por su parte, por medio de los resultados estadísticos descriptivos, se observaron mínimos de acierto del 52% y máximos del 80%.

En relación a la estructura cognitiva final a la que llegó el grupo experimental una vez culminó con la estrategia del modelo investigativo, se consolidó un nivel de acierto del 75,78% es decir que, de 1400 puntos posibles, lograron alcanzar 1061 puntos. Comparando el porcentaje final (75,78%) con el porcentaje inicial (69%) se apreció una diferencia significativa del 6,58%, lo cual, en términos de (Runyon & Haber, 1986), es producto de la estrategia pedagógica usada con el grupo experimental. Ahora bien, los resultados estadísticos descriptivos, se apreciaron valores mínimos de aciertos del 67% y un máximo del 88%.

Con el propósito de demostrar la eficacia de la estrategia de aprendizaje basado en el modelo investigativo con la que el grupo experimental interaccionó, se realizó la prueba Z con base a lo planteado por (Martínez, 2012) en donde por medio del algoritmo (1),  $\delta(\underline{X}_1 - \underline{X}_2)$ , se indica la diferenciación por desviación estándar del comportamiento grupal,  $\sigma_1^2$  y  $\sigma_2^2$  se corresponden con las varianzas del pretest y postest, y, N1 y N2 representan el número de casos. El valor obtenido de  $\delta$  fue de 2,55. A través del algoritmo expresado en (2), se procede a obtener el valor Z para su ubicación en la curva binomial con unos intervalos de confianza de 0,10 y 0,05 dando como resultado 2,65 tal como se evidencia en la Ilustración No. 2.

$$\delta(\underline{X}_1 - \underline{X}_2) = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}} \quad (1) \qquad Z = \frac{X_1 - X_2}{\delta(\underline{X}_1 - \underline{X}_2)} \quad (2)$$



*Ilustración No. 2. Ubicación del valor Z calculado en la curva binomial. Grupo Experimental.*

El valor de Z calculado ( $Z = 2,65$ ) evidenciado en la Ilustración No. 3, se ubica en la zona de alta significancia, con un intervalo de confianza menor a 0,10 y 0,05; de manera que, en consonancia con el segundo objetivo específico propuesto en la investigación, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), por lo que se procede a aceptar la hipótesis alternativa ( $H_A$ ) en donde se planteó que el aprendizaje

basado en investigación con la que grupo experimental interactuó, incide o más bien permite la definición de algunos conceptos fitoquímicos, especialmente aquellos relacionados con el aislamiento e identificación de metabolitos secundarios en estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana.

## **Conclusiones**

Se promovió el aprendizaje sobre aislamiento e identificación de metabolitos secundarios presentes en la especie vegetal *Eupodium pittieri* a través del aprendizaje basado en investigación, dado que los estudiantes construyeron el aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes a través de la perspectiva investigativa del aprender haciendo, con la orientación de los directores de investigación.

A través del tratamiento estadístico de los resultados obtenidos antes y después de la intervención didáctica, permite deducir la eficacia del modelo basado en la investigación para alcanzar el aprendizaje de algunos conceptos fitoquímicos sobre el aislamiento y reconocimiento de algunos metabolitos secundarios de la especie *Eupodium pittieri* en estudiantes de Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana de Neiva, Huila.

Por medio de la aplicación del modelo investigativo para el aprendizaje sobre el aislamiento e identificación de los metabolitos secundarios, se destaca el rol de los investigadores principales como actores de motivación, guía, orientadores, incentivos y principalmente el de despertar el espíritu investigativo en el estudiantado.

## **Bibliografía**

- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva.* Barcelona: Paidós.
- Castañeda Gómez, J. F., Morales Loaiza, A., & Valderrama Córdoba, Y. A. (2018). Análisis fitoquímico preliminar del helecho *Eupodium pittieri* empleado para el crecimiento del vello facial en Acevedo (Huila) y su evaluación de toxicidad sobre *Artemia Salina*. *Educación y Ciencia*(21), 913-919.
- Castillo Olvera, G., Zavala Cuevas, D., & Carrillo Inungaray, M. L. (2017). Análisis Fitoquímico: Una herramienta para develar el potencial biológico y farmacológico de las plantas. *Tlateomani*.
- Cohen, R., & Swerdlik, M. (2001). *Pruebas y evaluación psicológicas: Introducción a las pruebas y a la medición* (Cuarta ed.). México: McGraw-Hill.
- Franco-Mariscal, A. J. (2015). Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 2(33), 231-252.

Martínez, C. (2012). *Estadística y Muestreo* (Decimotercera ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones.

Murillo, J., & Méndez, C. (2014). *Helechos y Lycófitos de Santa María (Boyacá, Colombia)*.  
Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias.

Porlán, R. (2002). *Constructivismo y Escuela* (Sexta ed.). Madrid: Diada Editorial S.L.

Pozo, J. I., & Gómez, M. (1998). *Aprender y Enseñar Ciencia: Del Conocimiento Cotidiano al  
Conocimiento Científico*. Madrid: Morata.

Quintero Londoño, C., & Reyes Sáenz, E. A. (2016). Fitoquímica en la formación inicial de  
profesores en química. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión  
Educativa*, 3(5).

Runyon, R., & Haber, A. (1992). *Estadística para las Ciencias Sociales* (Cuarta ed.).  
Willmington, Delaware: Addison-Wesley Iberoamericana.