

Método del estudio de caso (CBL) y la comprensión del tópico de herencia mendeliana en el curso de Genética de una institución de educación superior hispana

Case study method and the comprehension of Mendelian inheritance topic in a Genetic course of a Hispanic institution of higher education

Melissa Colón-Cesáreo, Ph.D.

Universidad de Puerto Rico
Recinto de Humacao
melissa.colon1@upr.edu

Iván Dávila-Marcano, M.S.

Universidad de Puerto Rico
Recinto de Humacao
ivan.davila1@upr.edu

Recibido: 29 ago 2018

Revisado: 21 jun 2019

Publicado: 18 nov 2019

Aceptado: 21 ago 2019

Cómo citar este artículo (estilo APA) / How to cite this article (APA style)

Colón-Cesáreo, M. & Dávila-Marcano, I. (2019). Método del estudio de caso (CBL) y la comprensión del tópico de herencia mendeliana en el curso de Genética de una institución de educación superior hispana. *Revista de Educación de Puerto Rico*, 2(2), 1-17.

Correspondencia: Melissa Colón-Cesáreo <melissa.colon1@upr.edu>

Resumen

El aprendizaje basado en estudio de caso ha demostrado mejorar el interés y la comprensión de los estudiantes en cursos de ciencia. Sin embargo, es poca la literatura que evidencie la efectividad de dicho método en instituciones de educación superior que atienden a estudiantes hispanos. Con el objetivo de promover el desarrollo de destrezas analíticas, se utilizó el caso “Those Old Kentucky Blues” y una prueba para determinar el aprendizaje y comprensión de los estudiantes en el tópico de genética mendeliana. El análisis de las puntuaciones demostró un aprovechamiento significativo para los estudiantes expuestos al estudio de caso en comparación con el grupo control. Por lo tanto, el método resulta efectivo para la comprensión de la información en estudiantes hispanos, mejorando la percepción y el aprendizaje de tópicos biológicos de alta dificultad.

Palabras clave: genética, método de estudio de caso, estudiantes hispanos, educación superior

Abstract

Case based teaching has shown to improve student perception and comprehension in science courses. However, the existing body of literature lacks direct evidence on its effectiveness in institutions that attends undergraduate Hispanic students. Thus, in an effort to promote the development of analytical skills, we used the “Those Old Kentucky Blues” study and a test to measure students’ performance and comprehension of Mendelian genetics topic. Student exam scores indicated that when case studies were used, student performance significantly improved in comparison with control groups. Therefore, the incorporation of case study proved to be an effective content delivery method for Hispanic students, improving their perception and performance of the most challenging courses in biology.

Keywords: genetics, study case method, Hispanic students, higher education, critical thinking

Introducción

Los conceptos de herencia de caracteres mendelianos en los cursos de Genética suelen ser temas de gran dificultad para los estudiantes (Abraham, Perez & Price, 2014; Karagöz & Çakir, 2011; Williams, Hayden-Debarger & Montgomery, 2011). En este tópico, se intenta introducir conceptos de transmisión de genes y características expresadas o controladas por estos. Para facilitar el aprendizaje de dichas nociones, se utiliza la herencia mendeliana de dominancia completa y autosómica, a través de la cual se introducen y elaboran los términos relacionados a: cromosomas y genes, cromosomas homólogos, alelos dominantes y recesivos, genotipos y sus respectivos fenotipos (Smith, Wood & Knight, 2008). Esto permite que los alumnos puedan determinar las frecuencias esperadas para los genotipos y fenotipos al introducir temas de cruces mendelianos monohíbridos.

El tópico se desarrolla bajo el sistema pedagógico de aprendizaje basado en conferencia (lecture-based learning, LBL), mediante el cual el profesor ofrece una conferencia y luego provee ejercicios en la modalidad de problemas verbales que los estudiantes contestan, principalmente, de forma individual (Walker, Cotner, Baepler & Decker, 2008). Los problemas verbales requieren que el alumno analice el problema y resuelva una pregunta (Karagöz & Çakir, 2011). Esta estrategia pedagógica ha sido utilizada por años, y aun cuando puede ser un método efectivo, se ha demostrado que el análisis crítico y asociativo en los estudiantes es bajo (Abraham et al., 2014; Karagöz & Çakir, 2011). Estas deficiencias tienen como consecuencia que, para la mayoría de los

estudiantes, aplicar los conceptos teóricos de procedencia o transmisión de las características heredadas en situaciones o problemas genéticos sea sumamente difícil (Karagöz & Çakir, 2011; Knipples, Waarlo & Boersma, 2005; Williams et al., 2011; Newman, Catavero & Wright, 2012; Browning & Lehman, 1988; Stewart, 1982).

Otros métodos de enseñanza, como el aprendizaje basado en estudios de caso (case-based learning, CBL) y el aprendizaje basado en problemas (problem-based learning, PBL), se han adoptado para facilitar el aprendizaje en diferentes ramas de las ciencias relacionadas a la salud y al derecho, con el fin de fortalecer el razonamiento crítico y capacitar a los estudiantes con situaciones reales (Cendan, Silver & Ben-David, 2011; DiMatteo & Anenson, 2007; Knight, Fulop, Márquez-Magaña & Tanner, 2008). Primeramente, el CBL es un método de investigación activa fundamentada en el análisis y la reflexión de lecturas complejas asociadas a escenarios reales. Luego, el PBL, es un método investigativo abierto, basado en el diseño de un problema para promover, en el estudiante, el uso de técnicas para resolver problemas, el autoaprendizaje y el conocimiento disciplinario (Srinivasan, Wilkes, Stevenson, Nguyen & Slavin, 2007). Ambas estrategias pedagógicas se fundamentan en el desarrollo de conceptos mediante experiencias que permitan la solución de un problema (Cendan et al., 2011; Marra, Jonassen, Palmer & Luft, 2014). Al partir de problemas reales principalmente, estas permiten que los estudiantes se conecten con una situación, le encuentren pertinencia con el mundo real e incorporen sus conocimientos para solucionarla (Marra et al., 2014; Reynolds & Hancock, 2010; Pierrakos, Zilberberg & Anderson, 2010).

Se ha demostrado que, tanto el CBL como el PBL, promueven el desarrollo de estrategias cognitivas y de aprendizaje en los alumnos, mientras estos construyen conocimiento. Así, logran dominar los conceptos bajo estudio. También, se ha evidenciado que ambos usos mejoran las destrezas de análisis crítico y el vínculo entre los integrantes del grupo; además, aumentan la autoeficacia y el interés por el tópic. Esto se traduce en un mejor aprovechamiento (Cendan et al., 2011; Könings, Wiers, Van de Wiel & Schmidt, 2005; Reynolds & Hancock, 2010). Tales métodos de aprendizaje también pueden generar un ambiente pedagógico inclusivo y uniforme, en donde todos los estudiantes pueden acceder a la información. Igualmente, disminuyen la competencia estudiantil, al tiempo que los alumnos intercambian conocimiento con sus pares (Cendan et al., 2011).

En resumen, los CBL y los PBL aumentan el interés del estudiante y estimulan un ambiente dinámico en el salón de clases. Además, promueven el aprendizaje activo (Knight et al., 2008).

A pesar del beneficio de los CBL y PBL, en la rama de las ciencias biológicas, se sigue utilizando principalmente el aprendizaje basado en conferencia como mecanismo principal de enseñanza. No obstante, varios estudios demuestran que el uso de CBL en

cursos introductorios de biología, biología celular molecular, anatomía y fisiología, biología evolutiva y genética beneficia el aprendizaje; por consiguiente, la calificación de los estudiantes mejora (Hilvano, Mathis & Schauer, 2014; Knight et al., 2008; Murray-Nseula, 2011; Pai, 2009; Wolter, Lundeborg & Bergland, 2013).

Los estudiantes matriculados en cursos de genética muestran tener muchas dificultades con los conceptos relacionados a la construcción de árboles genealógicos o pedigrís, y de variación genética, entre otros. Principalmente, los dilemas surgen al momento de aplicar la información teórica en situaciones o problemas de herencia. Esto resulta en calificaciones no satisfactorias en las pruebas o exámenes administrados. Por consiguiente, es necesario que los cursos asociados a los tópicos en biología incorporen estrategias pedagógicas que mejoren el aprendizaje y el interés de los estudiantes, en especial de aquellos procedentes de grupos minoritarios en las ciencias. Una amplia literatura apoya los CBL como método de aprendizaje, pero es muy poca la que puede demostrar el beneficio en poblaciones de estudiantes hispanos en instituciones de educación superior. En San Francisco State University, que atiende a estudiantes de estas poblaciones, se demostró que la implementación de los CBL mejoró el conocimiento y el rendimiento académico, así como y aumentó la retención y el interés estudiantil por los programas de biología (Knight et al., 2008). En la actualidad, no existen datos que demuestren el efecto del CBL en el aprendizaje de estudiantes que asisten a instituciones educativas públicas o privadas en Puerto Rico. Como territorio de Estados Unidos, la isla sigue los objetivos y destrezas estipuladas por los estándares de Educación Superior del Departamento de Educación federal. Reconociendo que la literatura evidencia que el CBL promueve el aprendizaje y, por otra parte, ante la falta de estudios en cuanto al uso de este método en estudiantes hispanos, esta investigación intenta determinar su efecto en el proceso de enseñanza y aprendizaje en un escenario determinado. Para ello, utiliza el caso “Those Old Kentucky Blues” para indagar en la comprensión del tópico de herencia mendeliana en estudiantes matriculados en el curso de Genética de una institución de educación superior en Puerto Rico.

Metodología

Descripción del curso y contenido

El curso de Genética es requisito para todos los estudiantes subgraduados del Departamento de Biología. El curso, de cuatro créditos, se compone de una conferencia y un laboratorio, cada uno de tres horas semanales. Principalmente, se cubren tópicos de herencia a la luz de los conceptos de la biología molecular: identificación, mecanismos de acción y transmisión del material genético en los individuos y poblaciones. El laboratorio complementa y suplementa los tópicos de la conferencia y enfatiza en las técnicas para establecer los principios fundamentales de la herencia. Este

curso tiene como prerrequisito la conferencia y laboratorio de Biología General, los cuales cubren los tópicos fundamentales de genética.

Método, diseño y participantes

Los estudiantes participantes en el estudio fueron alumnos en la concentración de biología u otras ciencias que estén matriculados en el curso de Genética. La investigación se extendió por un año. Esta utilizó una metodología cuantitativa, y su diseño consistió en un pre-experimento con grupos controles. En el primer semestre, participó un total de 86 estudiantes, 87% del Departamento de Biología y 12% de otros departamentos. Las seis secciones correspondientes a ese semestre fueron distribuidas aleatoriamente en grupo control y grupo experimental. Cada sección correspondía a un instructor diferente. Las tres secciones del grupo control agruparon a 42 estudiantes (74% féminas, 26% varones), mientras que el grupo experimental, a 44 (73% féminas, 27% varones). En el segundo semestre, se matricularon 72 estudiantes, 79% con concentración en biología y 21% de otras concentraciones. De las seis secciones del segundo semestre, tres formaron parte del grupo control, con un total de 32 estudiantes (63% féminas, 38% varones), mientras 40 alumnos formaron parte del grupo experimental (65% féminas, 35% varones). Ninguno de los participantes había utilizado el estudio de caso previamente.

Estudio de caso

Durante el tópico de herencia mendeliana del Laboratorio de Genética, se utilizó el estudio de caso interrumpido “Those Old Kentucky Blues”, de Celeste Leander y Robert Huskey. Este se obtuvo del *National Center for Case Study Teaching in Science* (NCCSTS, por sus siglas en inglés), auspiciado por la Universidad de Buffalo (<http://sciencecases.lib.buffalo.edu>). Este centro cuenta con una colección de estudios de casos protegidos por claves y disponibles al instructor que esté registrado. El estudio se clasifica como interrumpido porque está dividido en varias secciones que permiten una breve intervención del instructor para aclarar conceptos, proveer guías, homogenizar el aprendizaje entre estudiantes e integrar el aprendizaje de los diferentes grupos de trabajo.

El estudio de caso interrumpido abarca nociones relacionadas con herencia mendeliana y patrones de herencia. El principio conlleva dividir la historia en pequeñas partes para permitir el intercambio de ideas y conceptos de forma reflexiva entre los estudiantes y con el instructor. La historia utilizada en el estudio se dividió en dos partes: la primera consistió en un trasfondo basado en observaciones, con el objetivo de que los alumnos generen hipótesis relacionadas a la genética; la segunda se enfoca en narrar la historia generacional de la familia Fugate, cuyos miembros tienen una condición heredable que genera una pigmentación azul en la piel debido a la mutación de una enzima que reduce

a hemoglobina. La historia generacional, por su parte, permite que los estudiantes puedan conectar el genotipo correspondiente para cada individuo, observando, así, la transferencia generacional del gen asociado a la mutación.

La ventaja del instrumento es que la historia facilita que los estudiantes interpreten el marco teórico de la herencia de genes. A través del pedigrí de la historia, estos determinan si el individuo es genotípicamente homocigótico dominante, homocigótico recesivo o heterocigótico. Al determinar el genotipo de los padres, pueden predecir el genotipo de los hijos y los próximos cruces de las siguientes generaciones. Que el estudio de caso sea clasificado como interrumpido permite que el instructor pueda modular el tema y enfocar al estudiante en el concepto estudiado.

Implementación del estudio de caso

El diseño del estudio fue llevado a cabo según las notas de los autores del estudio de caso (NCCSTS). De acuerdo con el prontuario del laboratorio del curso, el tópico de herencia mendeliana se trabaja en un periodo de tres horas contacto. Una semana antes, se les asignó a los estudiantes de los grupos control y experimental los temas relacionados a: 1) alelos dominantes y recesivos, 2) genotipo y fenotipo, 3) cruces monohíbridos básicos en la herencia mendeliana, y 4) pedigrí. Para el tópico de herencia mendeliana, los alumnos en las secciones del grupo control discutieron el tema de manera tradicional mediante una corta conferencia del instructor, seguida por la discusión de un conjunto de problemas verbales sobre el tema. Los estudiantes de las secciones del grupo experimental fueron divididos en pequeños grupos compuestos por cuatro o cinco personas, que aplicaron, analizaron y discutieron el estudio de caso.

El estudio de caso interrumpido fue suministrado en dos partes. La primera les permitió, a los pequeños grupos, identificar el problema y proponer posibles hipótesis que contestaran la pregunta; la segunda, aplicar conceptos básicos de herencia mendeliana, construir un pedigrí y llegar a una conclusión, basada en los hallazgos.

Antes de cada parte del estudio, el instructor clarificó y repasó los conceptos asignados. Al finalizar cada una de ellas, los pequeños grupos informaban las discusiones y conclusiones obtenidas al instructor y demás compañeros. Para recolectar la percepción de los estudiantes sobre el estudio de caso utilizado, se suministró un cuestionario al finalizar el tópico de herencia mendeliana.

Preprueba y posprueba

Para determinar la comprensión del tópico de herencia mendeliana, se construyó una preprueba y una posprueba. Esta consistió en diez preguntas de alternativas múltiples que abordaban los conceptos de: alelos dominantes y recesivos; genotipos y fenotipos; cruces autosómicos monohíbridos, y pedigrí humano. La preprueba se suministró una

semana antes de desarrollar el tema de herencia mendeliana, mientras que la posprueba se suministró justo después de culminarlo. Se recopilaron y analizaron las respuestas de las pruebas de los estudiantes durante el tiempo del estudio. Estas pruebas no figuraron como parte de la nota del laboratorio o de la conferencia del curso de Genética.

Análisis estadístico

Para determinar la efectividad del estudio de caso en la comprensión del tópico de herencia mendeliana, se realizó una prueba de t para muestras pareadas (“Paired-Student t test”) para comparar el promedio de la puntuación obtenida entre la preprueba y la posprueba. El análisis del promedio de puntuación fue generado en cada una de las secciones del grupo control y del grupo experimental. A su vez, se hizo la misma prueba para analizar el promedio de la puntuación de la preprueba y la posprueba para todas las secciones del grupo experimental o control. Para determinar cuál tópico de herencia mendeliana es mejorado por el estudio de caso, se realizó una prueba de chi-cuadrado utilizando la cantidad de estudiantes que contestaron correctamente la pregunta versus los que no contestaron correctamente. El programa estadístico empleado para realizar el análisis fue PAST3.

La prueba suministrada en el primer semestre consistía en diez preguntas, cinco de las cuales eran variables entre preprueba y posprueba (2, 4, 8, 9 y 10), y otras cinco preguntas eran constantes. Para estandarizar los datos, remover variables y comparar los semestres, solo se analizaron las preguntas constantes. En el segundo semestre todas las preguntas eran similares en la preprueba y la posprueba. La alta variabilidad de las preguntas 2 y 9 entre preprueba y posprueba no nos permitió medir el aprendizaje en los estudiantes; por lo tanto, se eliminaron del análisis.

Para determinar la efectividad del uso del instrumento de estudio de caso “Those Old Kentucky Blues” en el tópico de herencia mendeliana, se evaluó el promedio de las puntuaciones obtenidas entre la preprueba y la posprueba para el grupo control y experimental. La prueba consistió en diez preguntas en formato de alternativas múltiples validadas por expertos en las materias de biología y genética. La preprueba fue suministrada la semana previa a la discusión del tópico, mientras que la posprueba se contestó justo al culminar el tópico, por un periodo de 15 minutos. El estudio se efectuó por dos semestres académicos, cada uno compuestos por seis secciones distribuidas al azar en grupo control y experimental.

Resultados

La comparación del promedio en las puntuaciones obtenidas para la preprueba y la posprueba de cada sección en el grupo control demostró que solo una de las seis secciones analizadas obtuvo un valor significativo para la prueba $t = -2.42$ (datos no

presentados). El promedio de las puntuaciones de todas las secciones del grupo control en la preprueba fue de 3.67, mientras que en la posprueba fue de 4.35 (ver Tabla 1). La diferencia de 0.68 entre la puntuación de la posprueba y la preprueba refleja una diferencia significativa con valor de $p=.002$. Del análisis de los promedios de la preprueba y la posprueba para las secciones del grupo experimental, se observó que cuatro de las seis secciones presentaron una diferencia significativa entre las puntuaciones, con un valor de $p<.05$ (datos no presentados). El análisis para todas las secciones del grupo experimental demuestra un promedio de puntuación de 3.73 para la preprueba y 4.95 en la posprueba, con diferencia de 1.22 y un valor de $p = 3.23^{E-09}$ (véase Tabla 1).

Tabla 1

Resultados del análisis de la prueba de t para el promedio de las puntuaciones obtenidas entre preprueba y posprueba para el grupo control y grupo experimental

Grupos	Prueba	N	Media de Puntuación (SE)	SD	Prueba t	
					valor t	valor p
Control	Pre	74	3.67 (± 0.18)	1.58	-3.15	.002
	Pos	74	4.35 (± 0.20)	1.76		
Experimental	Pre	84	3.73 (± 0.19)	1.77	-6.62	3.23 ^{E-09}
	Pos	84	4.95 (± 0.21)	1.93		

Comparación del aprendizaje del tópico de herencia mendeliana entre los grupos

Para determinar el conocimiento previo de los estudiantes, se generó un análisis para el promedio de la puntuación en la preprueba entre grupo control y experimental. El promedio de las puntuaciones en el grupo control para esta fue de 3.67, mientras que del grupo experimental fue de 3.73. La diferencia del promedio de la puntuación fue de 0.06, lo que produce un valor de $t=-0.23$ y valor de $p=.82$ (véase Tabla 2). En el análisis generado para el promedio de la puntuación en la posprueba se observa una puntuación de 4.35 para el grupo control y 4.95 para el grupo experimental, con un valor de $t=-2.03$ ($p=.04$; véase Tabla 3).

Tabla 2

Resultados del análisis de la prueba de t para las puntuaciones obtenidas en la preprueba entre el grupo control y grupo experimental

	Grupos	N	Media de Puntuación (SE)	SD	Prueba t	
					valor t	valor p
Preprueba	Control	74	3.67 (±0.18)	1.58	-0.23	0.82
	Experimental	84	3.73 (±0.19)	1.77		

Tabla 3

Resultados del análisis de la prueba de t para las puntuaciones obtenidas en la posprueba entre el grupo control y grupo experimental

	Grupos	N	Media de Puntuación (SE)	SD	Prueba t	
					valor t	valor p
Posprueba	Control	74	4.35 (±0.20)	1.76	-2.03	0.04
	Experimental	84	4.95 (±0.21)	1.93		

Para determinar si hay diferencia en el aprendizaje de los diferentes conceptos entre el grupo control y el grupo experimental, se compararon las contestaciones a las diferentes preguntas a través de pruebas de Ji cuadrado de contingencia (véase Figura 1). El análisis de Chi-cuadrado presenta una diferencia significativa en las contestaciones de las preguntas 1, 5 y 6 a favor del grupo experimental ($p=.02$, $p=.05$, $p=.03$, respectivamente), mientras que en las preguntas 3 y 7 ambos grupos mostraron aprovechamiento ($p<.05$). Las preguntas 3, 5 y 7 tienen el objetivo de determinar si el estudiante puede llegar a conclusiones con relación al fenotipo de la progenie utilizando información o conociendo el genotipo de los padres. Por su parte, las preguntas 1 y 6 están relacionadas a la función del heterocigótico en mantener el alelo recesivo. Como se observa en la Figura 1, más estudiantes del grupo experimental escogieron la contestación correcta en la posprueba en comparación con los estudiantes del grupo control.

El análisis de las preguntas 4, 8 y 10 se basa en las puntuaciones de los estudiantes del segundo semestre. La pregunta 4 midió la capacidad para establecer el genotipo de los padres a partir de los fenotipos de la progenie. El resultado indica que los estudiantes del grupo control contestaron mejor esta pregunta ($p=0.01$), que los del grupo experimental ($p=.63$). Por otro lado, las preguntas 8 y 10 determinan la capacidad de inferir el tipo de herencia mediante el análisis de un pedigrí. El análisis dichas preguntas muestra una diferencia significativa a favor de la posprueba en el grupo experimental ($p=.04$ y $p=.03$, respectivamente). Se observó que, para la pregunta 8, los estudiantes del grupo control muestran una diferencia significativa para el número de contestaciones correctas a favor de la preprueba, ($p=.02$), mientras no hay diferencia en la pregunta 10 ($p=.78$).

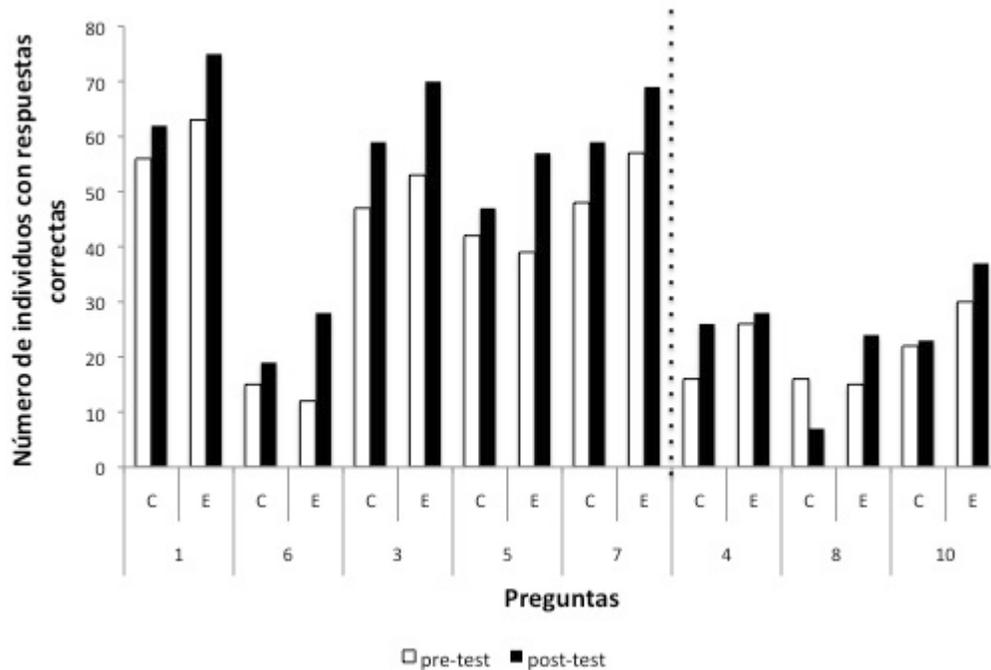


Figura 1. Cantidad de individuos con contestaciones correctas por preguntas en la preprueba y posprueba del grupo control (C) y experimental (E).

La línea entrecortada en la Figura 1 separa las preguntas comunes para los dos semestres académicos y las analizadas para un solo semestre académico. Las preguntas 1, 6, 3, 5 y 7 presenta las contestaciones de todos los estudiantes participantes en el Laboratorio de Genética. Las preguntas 4, 8 y 10 presentan las contestaciones correctas para los estudiantes participantes en un semestre. Las preguntas están agrupadas por objetivo de aprendizaje.

Discusión

Este proyecto tenía la intención de observar el efecto del estudio de caso “Those Old Kentucky Blues” en el aprendizaje del tópico de herencia mendeliana en el Laboratorio de Genética. A la luz de los datos obtenidos, podemos reconocer que el uso del CBL, como estrategia educativa, es viable en la comprensión de este tema. A través de la prueba, se observó que, tanto los estudiantes del grupo experimental como los del grupo control, mejoraron su puntuación en la posprueba (Figura 1).

En resumen, las preguntas de la prueba enfatizaban los tópicos de: a) preciar genotipos a partir de los fenotipos de los parentales (preguntas 3, 5 y 7); b) estimar el genotipo de los parentales a partir de la progenie obtenida (pregunta 4); c) heterocigóticos como portadores de alelos recesivos (preguntas 1 y 6); y d) determinar el tipo de herencia de una característica mediante el análisis de un pedigrí familiar (preguntas 8 y 10). Estas preguntas requieren del dominio crítico del concepto asociado a genotipos, cruces y progenie esperada. Por lo tanto, si el estudiante comprende esta base de la genética, puede determinar genotipos a partir de información de los padres; de la misma manera, también puede estimar el genotipo de los padres con los resultados de un cruce. El análisis generado le permite al estudiante determinar si la característica es heredada por un alelo (gen) dominante o recesivo. El examen realizado refleja que los alumnos que utilizaron el estudio de caso incorporaron mejor las bases de la herencia mendeliana en la posprueba que los sujetos al aprendizaje basado en conferencia.

Del análisis de Chi-cuadrado se desprende que, en las preguntas dirigidas a determinar un genotipo, los estudiantes pertenecientes al grupo experimental fueron más asertivos (preguntas 3, 5 y 7). De igual manera, los del grupo experimental reconocieron efectivamente la importancia del heterocigótico como acarreador del alelo recesivo (pregunta 6). Por consiguiente, el estudio de caso “Those Old Kentucky Blues” mejoró la comprensión de temas importantes dentro de la herencia mendeliana.

Nuestros hallazgos confirman lo que previamente se ha encontrado en la literatura, que el estudio de caso mejora el aprendizaje de tópicos relacionados a ciencia, específicamente a la biología (Knight et al., 2008; Murray-Nseula, 2011; Rybarczyk, Baines, McVey, Thompson & Wilkins, 2007). Más aun, este trabajo demuestra, por primera vez, que estudiantes de habla hispana muestran un mayor aprovechamiento con el uso de lecciones basadas en situaciones reales que con el método clásico de enseñanza basado en lecturas.

El análisis por preguntas destaca que, en las preguntas dirigidas a analizar un pedigrí (preguntas 8 y 10), los estudiantes del grupo experimental pudieron determinar efectivamente el modo de herencia observada, contrario al grupo control. El pedigrí analizado mostraba una característica con herencia recesiva con alta frecuencia de

expresión. Por consiguiente, el pedigrí utilizado se puede categorizar por el alto grado de dificultad. En el grupo control, 16 estudiantes contestaron correctamente en la preprueba, mientras que 7 lo hicieron en la posprueba (Figura 1). En el grupo experimental, 15 estudiantes eligieron la contestación correcta en la preprueba, mientras que 24 lo hicieron en la posprueba (Figura 1). Este hallazgo nos permite inferir que los alumnos del grupo control no pudieron aplicar los conceptos en el análisis de un pedigrí complejo. Por consiguiente, las múltiples exposiciones para determinar genotipos, generar cruces con resultados y construir un pedigrí pueden ser los elementos que ayuden al estudiante, de forma activa, en la comprensión de la herencia de características. Estas destrezas son incorporadas de forma efectiva en el estudio de caso interrumpido “Those Old Kentucky Blues”, ya que los estudiantes tienen que asignar y predecir genotipos de los individuos que la historia presenta, mientras construyen el pedigrí de una familia por varias generaciones.

El principio de herencia autosómica recesiva enfatiza que la característica no se expresa en todas las generaciones; generalmente, se ilustra con pedigríes de baja frecuencia. Este tipo de pedigrí resulta de baja dificultad y fácil predicción. Por otro lado, una mutación dominante se representa con un pedigrí que presenta la mutación a través de todas las generaciones y con mayor frecuencia de expresión en la población. Esta información genera un concepto equivocado, lo cual provoca un análisis incorrecto en un pedigrí (Abraham et al., 2014; Smith, 1991). Los hallazgos de la posprueba indican que 23 estudiantes del grupo control y 13 del grupo experimental concluyen que la mutación presentada en el pedigrí es heredada de forma dominante. El pedigrí utilizado presentaba varios puntos en que la mutación, con alta frecuencia, no se observa en una generación. Por consiguiente, la primera impresión que emerge de este es que presenta una característica que se hereda de forma dominante. La percepción de que las características recesivas tienen poca abundancia en la población es errónea, pues muchas presentan frecuencias altas (Abraham et al., 2014). Por consiguiente, es indispensable enfatizar, en los cursos de genética, que un alelo, por ser dominante, no significa que esté en alta frecuencia en la población, mucho menos que un alelo recesivo es poco abundante.

Para descartar que la diferencia observada se debe a una diferencia en conocimiento en los estudiantes del grupo experimental y control, se realizó un análisis del promedio de las puntuaciones de la preprueba. El análisis de la prueba de *t* para muestras pareadas refleja que no hay una diferencia significativa en el promedio de las puntuaciones obtenidas en la preprueba entre los grupos (Tabla 2). Por consiguiente, los estudiantes pertenecientes a los grupos control y experimental presentan el mismo nivel de conocimiento del tópico de herencia mendeliana. Consecuentemente, las diferencias observadas entre las pruebas nos permiten inferir que el estudio de caso mejora el

aprendizaje de los estudiantes (Tabla 1). Este resultado se sustenta al comparar las puntuaciones obtenidas en la posprueba del grupo control y experimental (Tabla 3). Se puede concluir, además, que los estudiantes que utilizaron el estudio de caso obtuvieron una puntuación significativamente mayor que la de los estudiantes en el grupo control.

Tabla 4

Opiniones de los estudiantes con relación al método de estudio de caso interrumpido

Observaciones	% (N)
1. Después de completar el estudio de caso:	
• entiende el concepto de herencia mendeliana	100 (22)
• entiende el concepto de alelos dominantes y recesivos	100 (22)
• entiende el concepto de transmisión de información genética a través de las generaciones	100 (22)
• entiende la relación de la herencia mendeliana y los árboles genealógicos	100 (22)
2. el estudio de caso le permite entender mejor el concepto que el modo clásico de enseñanza en el laboratorio	90 (20)
3. Percepción sobre el estudio de caso en el salón de clase:	
• intercambian conocimiento mientras aprenden.	77.3 (17)
• desarrolla destrezas que permiten al estudiante exponerse a situaciones reales.	95.5 (21)
• promueve un ambiente dinámico en el salón de clases	86.4 (19)

La Tabla 4 resume la opinión de algunos estudiantes participantes en el grupo experimental sobre la utilización del estudio de caso para el desarrollo del tópico de genética. Estos ya habían trabajado el tópico de herencia mendeliana en el Laboratorio de Biología General, durante su curso de primer año. El método de enseñanza del tópico en dicho laboratorio se basa en conferencia. Por lo tanto, los participantes pueden comparar entre una clase convencional frente a una basada en estudio de casos. Los alumnos consideran que esta estrategia pedagógica es más efectiva para la comprensión de los tópicos relacionados a herencia mendeliana. A su vez, consideran que esta les permite aclarar los conceptos relacionados a los tipos de alelos, transmisión de genes y conectar el marco teórico de la herencia con árboles genealógicos. Más del 70% de los estudiantes piensa que esta estrategia promueve el intercambio de ideas con los pares, les permite enfrentarse a situaciones reales y genera un ambiente dinámico en el salón

de clases. Por consiguiente, desde la perspectiva de los alumnos, “Those Old Kentucky Blues” facilita la comprensión del tópico y la integración teórica del concepto. Asimismo, facilita un ambiente inclusivo y colaborativo. Estas opiniones, al menos, son indicativas de una aceptación del estudio de caso como manera de presentar los temas de un curso.

Es evidente que el estudio de caso “Those Old Kentucky Blues” es un instrumento asertivo para mejorar el tópico de herencia mendeliana. La única desventaja observada es que la historia presenta una característica con baja frecuencia de expresión en el pedigrí. Más aún, el instrumento mejora el conocimiento y aprendizaje del tópico en estudiantes hispanos. Los estudiantes de Laboratorio de Genética son de segundo, tercer y cuarto año universitario y han trabajado previamente el tema en el curso de Biología General, por cuanto sería interesante ver si el instrumento también mejora el aprendizaje de los estudiantes de primer año. Finalmente, podemos concluir que nuevas estrategias pedagógicas mejoran el aprovechamiento y promueven el aprendizaje autodidacta, colaborativo y dinámico de estudiantes hispanos de una institución de educación superior en Puerto Rico.

Referencias

- Abraham, J. K., Perez, K. E & Price, R. M.** (2014). The dominant concept inventory: A tool for assessing undergraduate student alternative conceptions about dominance in Mendelian and population genetics. *CBE-Life Sciences Education*, 13(2), 349-358. doi: <https://dx.doi.org/10.1187%2Fcbe.13-08-0160>
- Browning, M. E. & Lehman, J. D.** (1988). Identification of student misconceptions in genetics problem solving via computer program. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(9), 747-761. doi: <https://doi.org/10.1002/tea.3660250905>
- Cendan, J. C., Silver, M. & Ben-David, K.** (2011). Changing the student clerkship from traditional lectures to small group case-based sessions benefits the student and faculty. *Journal of Surgical Education*, 68(2), 117-120. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2010.09.011>
- DiMatteo, L. A. & Anenson, T. L.** (2007). Teaching law and theory through context: Contract clauses in legal studies education. *Journal of Legal Studies Education*, 24(1), 19-57. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1744-1722.2007.00033.x>

- Hilvano, N. T., Mathis, K. M. & Schauer, D. P.** (2014). Collaborative learning utilizing case-based problems. *Bioscene: Journal of College Biology Teaching*, 40(2), 22-30. Disponible en <https://eric.ed.gov/?id=EJ1069979>
- Karagöz, M. & Çakir, M.** (2011). Problem solving in Genetics: Conceptual and procedural difficulties. *Educational Sciences: Theory & Practices*, 11(3), 1668-1674. Recuperado de <https://eric.ed.gov/?id=EJ936343>
- Knight, J. D., Fulop, R. M., Márquez-Magaña, L. & Tanner, K. D.** (2008). Investigative cases and student outcomes in an upper-division cell and molecular biology laboratory course at a minority-serving institution. *CBE-Life Science Education*, 7, 382-393. doi: <https://doi.org/10.1187/cbe.08-06-0027>
- Knipples, M. C. P. J., Waarlo, A. J. & Boersma, K. T.** (2005). Design criteria for learning and teaching genetics. *Journal of Biological Education*, 39(3), 108-112. doi: <https://doi.org/10.1080/00219266.2005.9655976>
- Könings, K. D., Wiers, R. W., van de Wiel, M. W. J. & Schmidt, H. G.** (2005). Problem-based learning as a valuable educational method for physically disabled teenagers? The discrepancy between theory and practice. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 17(2), 107-117. doi: <https://doi.org/10.1007/s10882-005-3683-6>
- Marra, R., Jonassen, D. H., Palmer, B. & Luft, S.** (2014). Why problem-based learning works: theoretical foundations. *Journal of Excellence in Collage Teaching*, 25(3-4), 221-238. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10882-005-3683-6>
- Murray-Nseula, M.** (2011). Incorporating case studies into an undergraduate genetics course. *Journal of Scholarship of Teaching and Learning*, 11(3), 75-85. Recuperado de <https://scholarworks.iu.edu/journals/index.php/josotl/article/view/1830>
- Newman, D. L., Catavero, C. M. & Wright, L. K.** (2012). Students fail to transfer knowledge of chromosome structure to topics

pertaining to cell division. *CBE-Life Science Education*, 11(4), 425-436. doi: <https://doi.org/10.1187/cbe.12-01-0003>

Pai, A. (2009). Evolution in action, a case study based advanced biology class at Spelman College. *Journal of Effective Teaching*, 9(2), 54-68. Recuperado de https://uncw.edu/jet/articles/vol9_2/pai.htm

Pierrakos, O., Zilberberg, A. & Anderson, R. (2010). Understanding undergraduate research experiences through the lens of problem-based learning: Implications of curriculum. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 4(2), 35-62. DOI: <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1103>

Reynolds, J. M. & Hancock, D. R. (2010). Problem-based learning in higher education environmental biotechnology course. *Innovations in Education and Teaching International*, 47(2), 175-186. DOI: <https://doi.org/10.1080/14703291003718919>

Rybarczyk, B. J., Baines, A. T., McVey, M., Thompson, J. T. & Wilkins, H. (2007). A case-based approach increases student learning outcomes and comprehension of cellular respiration concepts. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 35(3), 181-186. doi: <https://doi.org/10.1002/bmb.40>

Smith, M. K., Wood, W. B. & Knight, J. K. (2008). The genetics concept assessment: a new concept inventory for gauging student understanding of genetics. *CBE- Life Sciences Education*, 7(4), 422-430. doi: <https://doi.org/10.1187/cbe.08-08-0045>

Smith, M. U. (1991). Comment on "identification of student misconceptions in genetics problem solving via computer program". *Journal of Research in Science Teaching*, 28(4), 383-384. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.3660280410>

Srinivasan, M., Wilkes, M., Stevenson, F., Nguyen, T. & Slavin, S. (2007). Comparing problem-based learning with case-based learning: Effects of a major curricular shift at two institutions. *Academic Medicine*, 82(1), 74-82. DOI: <https://doi.org/10.1097/01.ACM.0000249963.93776.aa>

Stewart, J. H. (1982). Difficulties experienced by high school students when learning basic Mendelian genetics. *The American*

Biology Teacher, 44(2), 80-89. DOI:
<http://doi.org/10.2307/4447413>

Walker, J. D., Cotner, S. H., Baepler, P. M. & Decker, M. D.

(2008). A delicate balance: integrating active learning into a large lecture course. *CBE-Life Science Education*, 7(4), 361-367.
doi: <https://dx.doi.org/10.1187%2Fcbe.08-02-0004>

Williams, M., Haydel-Debarger, A. & Montgomery, B. L. (2011).

Exploring middle school students' conceptions of the relationship between genetic inheritance and cell division. *Science Education*, 96(1), 78-103. doi:
<http://dx.doi.org/10.1002/sce.20465>

Wolter, B. H. K., Lundeberg, M. A. & Bergland, M. (2013). What

makes science relevant?: Student perception of multimedia case learning in ecology and health. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 14(1), 26-35. Recuperado de
<https://www.jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/download/1659/1507/>

La *Revista de Educación de Puerto Rico* (ISSN 2689-2944) surge de la fusión de las revistas *Cuaderno de Investigación en la Educación* (ISSN 1540-0786, e-ISSN 2472-7520) y *Pedagogía* (ISSN 0031-3769, e-ISSN 2689-1409). Es publicada por el Centro de Investigaciones Educativas de la Facultad de Educación, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras desde 2018.

Este artículo está disponible bajo las prácticas de acceso abierto, de acuerdo con la licencia de Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0). Mediante estos principios, la revista y sus autores permiten a los lectores acceder, reproducir y compartir los textos completos de los artículos en cualquier medio, siempre que los autores y la revista reciban el debido crédito, sin sugerir que tienen el apoyo de ellos. Bajo ninguna circunstancia, los lectores pueden hacer uso de los contenidos con propósitos comerciales. Los autores conservan los derechos de autor sobre sus trabajos.

Puerto Rico Journal of Education (ISSN 2689-2944) is the merging of the journals *Cuaderno de Investigación en la Educación* (ISSN 1540-0786, e-ISSN 2472-7520) and *Pedagogía* (ISSN 0031-3769, e-ISSN 2689-1409). It is published by the Educational Research Center of the College of Education, University of Puerto Rico, Rio Piedras Campus since 2018.

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Licence, Attribution-NonComercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). Under these terms, the journal and

Colón-Cesáreo, M. & Dávila-Marcano, I. (2019). Método del estudio de caso (CBL) y la comprensión del tópico de herencia mendeliana en el curso de Genética de una institución de educación superior hispana. *Revista de Educación de Puerto Rico*, 2(2), 1-17.

its authors grant readers unrestricted use, distribution and reproduction in any medium provided the original authors and source are properly credited, and without suggesting users have their support. Under no circumstances this content may be used for commercial purposes. The authors retain copyright on their works.