

**CO-EVALUACIÓN EN UN EJERCICIO
DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE BIOSCIENCIAS**

**CO-EVALUATION IN A PROBLEM SOLVING
PRACTICE IN A BIOSCIENCE SUBJECT**

Néstor V. Torres Darías

ntorres@ull.edu.es

Guido Santos Rosales

gsantos@ull.edu.es

Universidad de La Laguna,

RESUMEN

La co-evaluación o evaluación entre pares es reconocida como una actividad que estimula el papel activo del alumnado en el proceso de aprendizaje. Los estudiantes tienen la oportunidad de revisar el trabajo de su compañeros de clase frente a su propia evaluación lo que permite una reflexión sobre su proceso de aprendizaje. Como resultado, son capaces de reorientar sus propias estrategias de aprendizaje. En esta comunicación se muestran los resultados de un ejercicio de co-evaluación llevado a cabo con un grupo de 90 estudiantes del Grado en Biología de la Universidad de La Laguna en el marco de un curso general de Bioquímica con contenidos en cinética enzimática. Aunque ninguno realizó antes co-evaluaciones, los resultados muestran que las correcciones realizadas fueron correctas y consistentes con las de los profesores.

PALABRAS CLAVE: Co-evaluación, evaluación, aprendizaje orientado a proyectos; biociencias.

ABSTRACT

Co-evaluation or evaluation between peers is gaining ground as a drive for the active role of the student in the learning process. Students are given the opportunity to review their classmate's work, facing their own evaluation and thus reflecting of their learning process. As a result they are able to reorient their own strategy. In this communication we show the results of a co-evaluation exercise carried out with a group of 90 students of a degree in Biology, within a general course of biochemistry containing enzymology issues. Although none of them have done co-evaluations before, results show that the corrections made were refined and consistent with those made by teachers.

KEYWORDS: Co-evaluation; assessment; project oriented learning; biosciences.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

De entre las capacidades que se esperan en un egresado en un grado de ciencias posiblemente la más descuidada durante su etapa de formación sea la capacidad de realizar juicios críticos sobre contenidos científicos. Las materias se presentan como un paquete de conocimiento que el alumnado ha de aprehender y dominar. Formuladas como una transmisión unidireccional del profesor al estudiante se limitan las oportunidades de desarrollar en el estudiante su capacidad de valorar el contenido que se le expone. Lo cual representa un déficit formativo importante en el caso de los grados en ciencias; en ciencia el sentido crítico forma parte esencial de su práctica. Esto se puede entender más fácilmente si nos paramos a considerar en los elementos que forman parte del plan de trabajo de una investigación científica. En primer lugar se plantea un proyecto de investigación que es normalmente valorado por expertos de la comunidad científica. Durante el desarrollo del proyecto los investigadores intercambian ideas y discuten los resultados y las conclusiones. Intercambios que se producen en reuniones de los grupos de investiga-

ción o en congresos y simposios. En cualquier caso el ponente se expone a las críticas y valoraciones de una audiencia de pares. Finalmente, los resultados del proyecto se presentan a la comunidad científica en forma de artículos publicados en revistas especializadas; artículos que antes de ser publicados se someten a un proceso de evaluación por pares en virtud del cual se valora la calidad y relevancia de los contenidos.

La evaluación entre pares (co-evaluación) es un recurso que, además, ha mostrado su eficacia para fomentar el papel activo del alumno en el proceso de aprendizaje (Barriopedro-Moro Maribel, López-de-Subijana, Gómez-Ruano, & Rivero-Herraiz, 2016; Tirado & Santos, 2014). En la co-evaluación los estudiantes tienen la oportunidad de reflexionar sobre el trabajo realizado por sus compañeros de clase, se enfrentan a su propia evaluación identificando las fortalezas y deficiencias de sus conocimientos informándose así sobre su propio proceso de aprendizaje (Falchikov & Goldfinch, 2000) En la co-evaluación los estudiantes deben esforzarse más y se ven enfrentados a la tarea de ser justos y competentes frente a sus compañeros así como a desarrollar el hábito de criticar constructivamente el trabajo realizado por otros (Bangert, 2001). También, la co-evaluación brinda al estudiante la oportunidad de aprender unos de los otros (Topping & Ehly, 2001). Otras ventajas asociadas a la co-evaluación vienen del lado de los profesores que están en condiciones de dar a los estudiantes una mejor retroalimentación sobre el trabajo realizado y las conclusiones alcanzadas y por tanto centrar su atención sobre los casos individuales más exigentes. Otro beneficio de este sistema es que ayuda a mejorar la actividad de evaluación del profesorado, al forzar naturalmente a explicar los criterios de evaluación; criterios que pueden ser compartidos y discutidos con los estudiantes. De hecho, la eficacia de la co-evaluación depende en gran medida de la claridad y la comprensión de los criterios de evaluación (Falchikov & Goldfinch, 2000). Por último, la co-evaluación contribuye a la aplicación de la cultura de evaluación no tanto como una medida de los conocimientos, sino como una oportunidad de aprendizaje; una cultura esta que debe ser parte de la formación transversal de los estudiantes. La co-evaluación serviría pues, no sólo como una medida del conocimiento, sino también para facilitar la construcción del conocimiento y el desarrollo de estrategias para abordar los problemas y tareas reales.

Muchos profesores expresan dudas y temores acerca de la idea de compartir la responsabilidad de la evaluación con sus estudiantes. Sin embargo, numerosos estudios demuestran que los estudiantes aprenden a pensar más profundamente, elevar sus objetivos de aprendizaje y aprender más y mejor (Falchikov, 1986; Hacker, Bol, Horgan, & Rakow, 2000; Jones, Laufgraben, & Morris, 2006; Silén, 2006; Taras, 2002) Bol, Horgan, & Rakow, 2000; Jones, Laufgraben, & Morris, 2006; Silén, 2006; Taras, 2002.

En este trabajo se presenta la metodología y los resultados de un sistema de evaluación por pares en el cual los alumnos tienen la oportunidad de valorar de forma crítica el trabajo realizado por sus compañeros. Este sistema se aplicó en el contexto de un curso de bioquímica en el Grado en Biología de la Universidad de La Laguna. Los estudiantes llevaron a cabo un ejercicio de resolución de un problema en el ámbito de la cinética enzimática. Se les presentó una cuestión en la que tenían que diseñar un protocolo biomédico con la ayuda y orientación de los profesores. Cada estudiante entregó un informe escrito que fue el objeto de la evaluación (Torres, 2013). Este sistema se aplicó durante dos cursos. Se analizaron y compararon los resultados de las evaluaciones producidas tanto por los profesores como por los estudiantes y concluimos sobre las diferencias entre ellos.

METODOLOGÍA

El alumnado de la asignatura Bioquímica 1, del segundo curso del Grado en Biología de la Universidad de La Laguna (curso 2015-16) participó en un seminario práctico de tres horas de duración. Los estudiantes deben escribir y presentar un trabajo durante el seminario. Después del seminario cada estudiante tiene que evaluar dos trabajos de sus compañeros/as mediante una rúbrica. La media de la clasificación dada por dos o tres estudiantes de cada trabajo es la calificación que se asigna finalmente.

MÉTODO DE CO-EVALUACIÓN

Este ejercicio de co-evaluación se llevó a cabo en el curso de un seminario práctico sobre cuestiones de cinética enzimática, enmarcado en la asignatura Bioquímica 1, del segundo curso del Grado en Biología de la Universidad de La Laguna (curso 2015-16). El seminario se impartió a grupos de 20-25 alumnos, que asistieron al mismo habiendo recibido instrucción previa sobre los conceptos a desarrollar en el seminario. Los objetivos formativos del seminario fueron los de comprender y visualizar aspectos dinámicos esenciales de las reacciones catalizadas por enzimas que no son directamente evidentes a partir del estudio teórico de la ecuación de Michaelis-Menten. Esto permite comprender mejor la influencia de la concentración del sustrato y los parámetros cinéticos de las enzimas sobre la velocidad de reacción. Se propició la recreación de un escenario de la vida real, donde los conocimientos adquiridos deben ser contextualizados y desplegados para la resolución de un problema. La solución de dicho problema implica la movilización, contextualizada, de conceptos y magnitudes bioquímicas

claves en cinética enzimática, tales como velocidad máxima (V_{max}), constante de Michaelis-Menten (K_m), las constantes de inhibición enzimática competitiva y no competitiva (K_c , K_{nc}), el exponente Hill (h) y la velocidad inicial de la reacción (V_0). Además, y con el fin de enriquecer el potencial de aprendizaje de esta actividad, incorporamos la tarea adicional de la co-evaluación.

Para el correcto desarrollo de esta actividad es necesario definir previamente el mecanismo y los criterios de la evaluación. En el presente caso, la evaluación se realizó sobre la base de un informe (3 páginas, 12000 caracteres) que como resultado del ejercicio práctico realizado fue redactado por cada estudiante. Los informes constaban de tres partes: presentación, resultados y discusión, a la que se podía añadir una sección de referencias. Se animó a los estudiantes a interpretar los resultados obtenidos y durante la realización del ejercicio y por tanto de la redacción del informe. Se les permitió hacer una revisión del tema e incluir cualquier reflexión que les haya sido sugerida durante la realización del ejercicio. La puntuación obtenida mediante este procedimiento entraba en el cómputo de la calificación final de la asignatura, con un valor de 1 punto.

Una vez presentados los informes cada uno es asignado a dos o tres estudiantes de forma que cada informe fuera evaluado por al menos dos estudiantes distintos, e independientemente por el profesorado de la asignatura. Existió también un subconjunto de trabajos que fue corregido solamente por un estudiante, esos trabajos fueron compensado apropiadamente con la nota del profesor, pero de cara al análisis fueron incorporados para medir el efecto del número de revisores en la calificación media. Los informes vienen identificados por un código, que es conocido tan sólo por los profesores, lo que garantiza el anonimato de las evaluaciones. El resultado de cada evaluación se comunicó a través de un formulario online de la plataforma Google (la cual proporciona soporte a la cuenta de correo universitaria).

La rúbrica empleada por todos para la evaluación fue la siguiente:

TABLA 1. RÚBRICA UTILIZADA EN LA CO-EVALUACIÓN.

CONCEPTO	CRITERIOS	
Presentación (20%)	Cuidado en la presentación Ausencia de errores tipográficos. Calidad de la redacción y figuras Organización de los contenidos.	A
Contenidos (30%)	Claridad Pertinencia de la introducción Rigor y precisión de las conclusiones.	B
Resultados (50%)	Aproximación a la solución Proceso de implementación	C

La calificación asignada por cada estudiante, en una escala de 0 a 10, se basó en la rúbrica mostrada en la Tabla 1 y que se generaba a partir de la fórmula $Cf = (0,2 \times A) + (0,3 \times B) + (0,5 \times C)$ en la que Cf representa la calificación final de ejercicio. Dado que las mayores dificultades y retos formativos residen están relacionados con el análisis de los resultados, se animó a los estudiantes a valorar el trabajo y el esfuerzo desplegados en la realización del informe en esta parte por encima de la corrección de la respuesta. Además, se les pidió hacer un comentario sobre los aspectos del ejercicio susceptibles de mejora. Hay que tener en cuenta que los estudiantes se enfrentan a cuestiones sobre las cuales no tienen experiencia previa, pero sí formación sobre los conceptos básicos implicados, por lo que serán evaluados sobre lo que han podido aprender sobre el problema concreto que han abordado.

Al final del ejercicio se pidió a los estudiantes que respondieran a una encuesta anónima diseñada para indagar sobre el grado de satisfacción con el ejercicio y su percepción sobre el grado de consecución de los objetivos formativos. La encuesta consistió en una batería de preguntas de respuesta múltiple en la que se exploraban distintos grados de acuerdo con la cuestión presentada. Finalmente, también se dejó espacio libre para realizar comentarios sobre el seminario y el sistema de co-evaluación.

EL PROCESAMIENTO DE LOS RESULTADOS

Con objeto de medir la calidad de las evaluaciones realizadas por el alumnado se compararon los resultados de las calificaciones asignadas por los estudiantes al mismo trabajo cuando esta fue evaluada por uno, dos y tres estudiantes y las así obtenidas con las realizadas por los profesores. Como un indicador de la calidad de las evaluaciones se determinó la dispersión de las puntuaciones de los estudiantes para un mismo informe. Los datos fueron analizados usando el paquete estadístico básico de R (<https://cran.r-project.org/>).

RESULTADOS

La Figura 1 muestra el histograma de la distribución de los valores de las puntuaciones obtenidas por los 90 estudiantes evaluados.

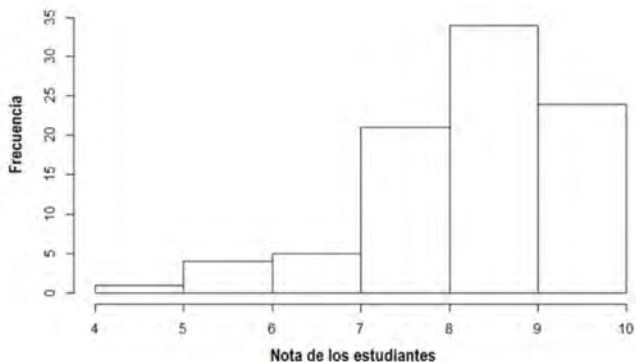


Figura 1. Distribución de las puntuaciones obtenidas por los estudiantes.

Como se puede ver las puntuaciones obtenidas fueron buenas, con un solo caso por debajo de cinco. El valor de la mediana para todo el grupo es 8,55, la media es 8,31, estando el 75% de las puntuaciones por encima de 7,5.

En la Figura 2 se muestra que la distribución cúbica de las puntuaciones los estudiantes es normal, con un p valor de 0,2283 en el test de Shapiro-Wilk. Las calificaciones del profesorado se tratan como cualitativas por disponer solamente de una puntuación por trabajo, con valores que oscilan entre 0 y 10 en intervalos de 0,5.

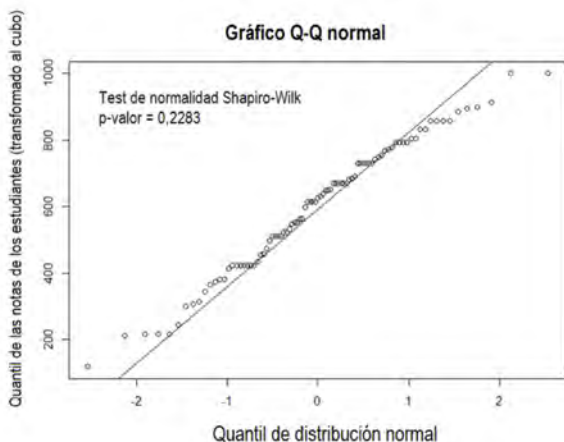


Figura 2. Test Shapiro-Wilk de la distribución de las calificaciones del alumnado.

En la Figura 3 se muestra la comparación de los valores de la de las calificaciones asignadas por los estudiantes con los valores medios de las estas cuando un mismo informe fue evaluado por dos o tres estudiantes.



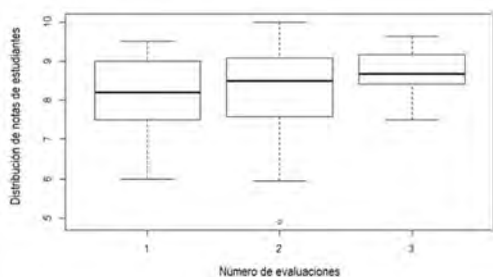


Figura 3. Distribución de las calificaciones de los informes en función del número evaluaciones de cada uno. Las líneas oscuras indican el valor de la mediana.

El análisis de ANOVA de los resultados transformados en cúbico (Tabla 2) mostró diferencias significativas entre las puntuaciones de los trabajos evaluados por un número diferente de los estudiantes. En concreto, se observa que cuanto menor es el número de evaluaciones menor es la puntuación media asignada.

TABLA 2. ANÁLISIS DE ANOVA DE LAS NOTAS DE LOS ALUMNOS AGRUPADOS POR EL NÚMERO DE EVALUACIONES DE CADA INFORME.

EVALUADORES	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	ERROR	VALOR	Pr(> T)
1	571,24	35,81	15,95	<2e-16 ***
2	607,41	28,48	21,33	<2e-16 ***
3	660,37	66,46	9,94	6,13e-16 ***

Se analizó también cómo se correlacionan la evaluación realizada por los estudiantes con la del profesor. En la Figura 4 y en la Tabla 3 se muestra la comparativa de las notas asignadas por los estudiantes en el ejercicio de revisión por pares de la evaluación del maestro. Como se puede observar la evaluación de los estudiantes correlaciona bien con la del profesorado.

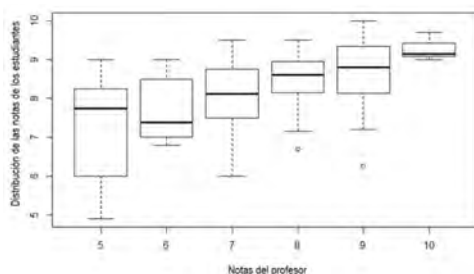


Figura 4. Distribución de notas del alumnado en relación con las calificaciones del profesor. Las líneas oscuras indican la mediana.

En la Figura 4 se puede observar también como las calificaciones de los estudiantes aumentan correlativamente con el mayor valor de las calificaciones del profesor. Esto se corrobora con el análisis ANOVA rea-



lizado a los datos de dicha figura y mostrados en la tabla 3. Se puede observar cómo existen diferencias significativas entre las notas medias en cada una de las categorías de notas asignadas por el profesor, lo que corrobora estadísticamente el patrón mostrado en la Figura 4.

TABLA 3. ANÁLISIS DE ANOVA DE LA DEPENDENCIA DE LAS CALIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES AGRUPADOS EN FUNCIÓN DE LAS CALIFICACIONES DEL PROFESORADO.

CALIFICACIÓN DEL PROFESORADO	DESVIACIÓN TÍPICA	ERROR	VALOR	Pr(> T)
5	433,17	56,84	7,62	4,18e-11 ***
6	467,25	73,38	6,37	1,09e-08 ***
7	538,29	42,37	12,71	<2e-16 ***
8	623,57	41,24	15,12	<2e-16 ***
9	580,94	32,28	21,09	<2e-16 ***
10	802,58	103,78	7,73	2,51e-11 ***

En la Figura 5 se muestra la percepción del grupo en relación con el ejercicio de co-evaluación. La mayoría de los estudiantes mostraron estar satisfecho o muy satisfechos con la experiencia (52%), aunque un porcentaje significativo (33,3%) no lo están. Este resultado apunta a que hay aún espacio para la mejora en el diseño de la actividad aunque también creemos que influye el hecho de que el grupo de estudiantes nunca antes había realizado este tipo de evaluación y que en el grado apenas hay tradición de evaluación compartida.



Figura 5. Los niveles de satisfacción con el ejercicio de co-evaluación.

Por último, una vez realizado el ejercicio indagamos por la opinión de los estudiantes sobre la modalidad de la co-evaluación. Los resultados mostraron que estos la perciben fundamentalmente como atractiva



y motivadora. En general consideran que la co-evaluación supone una oportunidad adicional para aprender a evaluar el trabajo realizado. La mayoría piensa que les ayudó a aprender y profundizar en la materia objeto de estudio. También se desprende de sus manifestaciones que están satisfechos con la experiencia.

Algunos comentarios ilustrativos de ellos son los siguientes:

«Me ha resultado útil para evaluar el trabajo de otros estudiantes; la comparación con mi ejercicio me ha permitido me ha ayudado a entender mejor el tema, a ser crítico y mejorar la organización de mis presentaciones».

«Me gustó el ejercicio de co-evaluación. He experimentado lo que se siente un profesor en el momento de corregir y las dificultades de esta tarea».

«He podido comprobar lo difícil que puede ser evaluar el trabajo de otros. Me ha ayudado a tener en cuenta cuál los criterios de evaluación de cualquier tarea que haga».

Estos comentarios indican que esta actividad facilita a los estudiantes internalizar los criterios de corrección de aplicación en la evaluación de la tarea realizada. Esto les permite ajustar sus respuestas a lo que el profesor espera a la vez que se facilita un mejor aprendizaje. Se constata también que la lectura cuidadosa del texto de un compañero sirve para reconocer diferentes formas de hacer y de pensar, detecta errores y contrastar los resultados producciones de los demás con los propios.

Sin embargo, también se señalaron problema y limitaciones:

«La evaluación entre nosotros se presta a la subjetividad de cada uno, y aunque es una buena idea, me parece importante incluir en la calificación final la del profesor.»

«Los estudiantes no se están preparados para calificar y me preocupa que el resultado afecte a la calificación final de la asignatura.»

«No creo que los estudiantes sean lo suficientemente maduros y responsables para asumir la responsabilidad de calificar con consecuencias sin la supervisión del profesor.»

Consideramos que, sin perjuicio de otros factores, estas manifestaciones son al menos en parte consecuencia de que los estudiantes no tenían experiencia previa en este tipo de actividad, lo que nos anima a continuar con este ejercicio de co-evaluación en esta y otras actividades del curso.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este trabajo presentamos los resultados de un ejercicio de coevaluación realizada con el objetivo de desarrollar un conjunto de competencias transversales. Aunque el grupo de estudiantes se enfrentó por primera vez a este tipo de actividad se puso de manifiesto que fue capaz de hacer una evaluación ajustada a los criterios de evaluación propuestos. Los resultados muestran además que la herramienta propuesta resultó ser fiable y eficaz para evaluar la calidad del aprendizaje.

La evidente necesidad de cambio en los sistemas de enseñanza de las ciencias y el necesario compromiso con la innovación educativa están en el origen de esta iniciativa dirigida a buscar la manera de mejorar el proceso de construcción del aprendizaje. La evaluación ocupa un lugar importante en estos cambios; desde nuestro punto de vista no debe consistir únicamente en la calificación del estudiante. También debe servir para propiciar la reflexión sobre la práctica docente del profesor y facilitar la toma de decisiones que faciliten un mejor aprendizaje.

Partimos pues del principio de que el éxito de este tipo de ejercicios de evaluación por pares no reside tanto en el acuerdo entre las correcciones entre los estudiantes y el profesor sino en la mejora del aprendizaje de los estudiantes que se produce como resultado de la participación en el proceso (Falchikov, 1986).

Agradecimientos: este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto de investigación BIO2014-54411-C2-2-R (MINECO, España).

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- BANGERT, A. W. (2001). *Peer Assessment: A Win-Win Instructional Strategy for Both Students and Teachers*. *Journal of Cooperation & Collaboration in College Teaching*, 10(2), 77–84.
- BARRIOPEDRO-MORO Maribel, LÓPEZ-DE-SUBIJANA, C., GÓMEZ-RUANO, M. Á., & RIVERO-HERRAIZ, A. (2016). *Revista Complutense de Educación*, 27(2), 571–584.
- FALCHIKOV, N. (1986). *Product Comparisons and Process Benefits of Collaborative Peer Group and Self Assessments*. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 11(2), 146–166. <https://doi.org/10.1080/0260293860110206>.
- FALCHIKOV, N., & GOLDFINCH, J. (2000). *Student Peer Assessment in Higher Education: A Meta-Analysis Comparing Peer and Teacher Marks*. *Review of Educational Research*, 70(3), 287–322. <https://doi.org/10.3102/00346543070003287>.
- HACKER, D. J., BOL, L., HORGAN, D. D., & RAKOW, E. A. (2000). *Test prediction and performance in a classroom context*. *Journal of Educational Psychology*, 92(1), 160–170. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.92.1.160>.

- JONES, P. R., LAUFGRABEN, J. L., & MORRIS, N. (2006). *Developing an empirically based typology of attitudes of entering students toward participation in learning communities*. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 31(3), 249–265. <https://doi.org/10.1080/02602930500352766>.
- SILÉN, C. (2006). *The Tutor's Approach in Base Groups (PBL)*. *Higher Education*, 51(3), 373–385. <https://doi.org/10.1007/s10734-004-6390-9>.
- TARAS, M. (2002). *Using Assessment for Learning and Learning from Assessment*. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 27(6), 501–510. <https://doi.org/10.1080/0260293022000020273>.
- TIRADO, F., & SANTOS, G. (2014). *Examining the relationship between epistemic activity and academic achievement using of scripts and co-evaluation strategies in a VLE*. In 2014 9th International Conference on Computer Science Education (ICCSE) (pp. 758–762). <https://doi.org/10.1109/ICCSE.2014.6926564>.
- TOPPING, K. J., & EHLY, S. W. (2001). *Peer Assisted Learning: A Framework for Consultation*. *Journal of Educational and Psychological Consultation*, 12(2), 113–132. https://doi.org/10.1207/S1532768XJEP1202_03.
- TORRES, N. V. (2013). *Introducing Systems Biology to Bioscience Students through Mathematical Modelling*. A Practical Module. *Bioscience Education*, 21(1), 54–63. <https://doi.org/10.11120/beej.2013.00012>.