

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS COMO PROMOTOR DE PENSAMIENTO CRÍTICO: UNA EXPERIENCIA EN ESTUDIANTES AVANZADOS DE BIOLOGÍA

María Soledad Fernández, Martín Graziano, José Crespo, Adelia González Arzac,
Gerardo Cueto, y [Adriana Pérez](#)
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina
adrianaperez000@gmail.com

Con el objetivo de desarrollar competencias profesionales y promover habilidades de pensamiento crítico se implementó una experiencia de aprendizaje basado en proyectos en un curso universitario de modelos estadísticos para estudiantes de Biología avanzados. Las y los estudiantes debieron actuar en el rol de científicas/os, contrastando evidencia empírica con una hipótesis de investigación. Se trabajó en grupos reducidos con el apoyo de un/a tutor/a. Los análisis se efectuaron en R y el informe escrito en R Markdown para facilitar la reproducibilidad. Si bien la experiencia resulta un desafío tanto para el cuerpo docente como para las y los estudiantes, dada la complejidad de temas, diseños experimentales y abordajes estadísticos, contribuyó a fortalecer habilidades requeridas para el trabajo científico.

INTRODUCCIÓN

Si bien las ciencias biológicas se han vuelto cada vez más cuantitativas, desde varias áreas de conocimiento se ha alertado sobre las dificultades a la hora de diseñar ensayos, analizar estadísticamente y comunicar resultados (Lazic, 2010; Leung et al., 2018; Steel et al., 2013). El uso inadecuado de los métodos estadísticos es común en las publicaciones, incluso entre artículos publicados en revistas de alto impacto (Head et al., 2015). Esto ha dado lugar a un llamamiento en la comunidad científica para mejorar la reproducibilidad en la ciencia (Munafò et al., 2017).

En este contexto, la formación en bioestadística de los y las futuros/as científicos/as cumple un rol fundamental. Las recomendaciones para desarrollar en las y los estudiantes un razonamiento estadístico y habilidades en el análisis, interpretación y comunicación de los resultados no son específicas para las ciencias biológicas, e incluyen una enseñanza basada en conceptos en detrimento de procedimientos memorísticos, el trabajo con datos reales y el modelado de la variabilidad (Franklin et al., 2007). En ese sentido, el aprendizaje basado en problemas y el involucramiento en el ciclo investigativo han demostrado ser abordajes que propician el desarrollo de pensamiento crítico (Batanero et al., 2004; Wild y Pfannkuch, 1999). Algunas particularidades que deberían abordarse en la enseñanza de la estadística en ciencias biológicas incluyen el análisis de variables no normales y la falta de dependencia entre las observaciones, entre otras (Weissgerber et al., 2016).

Otro aspecto vinculado con el análisis de datos y su reproducibilidad es el uso de software estadístico R (R Core Team, 2021), que se ha convertido en una herramienta ampliamente usada por la comunidad científica. Se trata de un programa libre, de código abierto y en constante actualización, que permite análisis complejos. Adicionalmente, al ser un lenguaje de programación, favorece la reproducibilidad. En efecto, el lenguaje estadístico R permite recopilar datos y analizarlos y R Markdown permite vincular dinámicamente la recopilación, el análisis y la presentación de datos para que puedan reproducirse fácilmente (Baumer et al., 2014). Si bien el aprendizaje puede ser dificultoso, especialmente en estudiantes sin conocimientos previos de programación (Gomes y Sousa, 2018), se han desarrollado interfaces, como RStudio (RStudio Team, 2021), que pueden facilitar su uso.

Consideramos que el análisis y evaluación de la implementación de propuestas que involucren estos aspectos en cursos de bioestadística para futuros científicos y científicas constituye una herramienta útil que puede ser capitalizada por la comunidad educativa y ser aplicada en el contexto de otros cursos de similares características.

En este trabajo se describe una experiencia de aprendizaje basado en proyectos en un curso universitario de modelos estadísticos para estudiantes avanzados de Biología, en la cual las y los estudiantes actuaron en el rol de científicos. A partir de datos propios, debieron contrastar la evidencia empírica con una hipótesis de investigación mediante el uso de modelos estadísticos y haciendo uso de R, para finalmente comunicar los resultados en forma escrita y oral.

METODOLOGÍA

Descripción del Curso

La intervención fue dirigida a estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. La carrera tiene una duración de 6 años y su objetivo es formar investigadoras e investigadores científicos, por lo que se fomenta el pensamiento crítico y deductivo. Incluye una tesis obligatoria acotada a 320 horas totales que requiere del planteo y abordaje de una pregunta de investigación mediante la implementación de ensayos, recolección y análisis de datos. El curso en el que se desarrolló la experiencia forma parte del último ciclo de la carrera. Tiene una duración cuatrimestral, con 11 horas semanales repartidas en dos clases teóricas de 2,5 horas y dos clases prácticas de 3 horas. Como correlativas, tiene un curso de análisis matemático y uno de bioestadística introductoria. Los tópicos cubiertos son modelos lineales generales mixtos y modelos lineales generalizados mixtos y el curso se dicta utilizando R como herramienta para el análisis de datos. Las y los estudiantes deben aprobar dos exámenes parciales y un trabajo práctico final que es el objeto de esta presentación.

El curso se impartió en el año 2021 en forma virtual y sincrónica para 123 estudiantes. Como recursos asincrónicos se contó con un campus virtual (<https://campus.exactas.uba.ar/course/view.php?id=2606§ion=1>) en el cual quedaron disponibles los videos de las clases, el material didáctico y un foro de consultas. El equipo docente estuvo compuesto por dos profesores y nueve docentes auxiliares. Se conformaron tres comisiones de Trabajos Prácticos que contaban cada una con tres docentes auxiliares y aproximadamente 40 estudiantes cada una.

Descripción de la Intervención

El trabajo práctico final consistió en un trabajo grupal en donde las y los estudiantes abordaron de manera colectiva el análisis de un conjunto de datos aplicando alguno de los modelos vistos durante el curso. El caso de análisis y los datos fueron provistos por algún integrante en el marco de su tesis o trabajo de investigación que se encontrara desarrollando. Los grupos estuvieron integrados por 6 a 8 miembros y se le asignó un/a docente tutor/a. Se contó con tres instancias de consultas sincrónicas. La primera se efectuó en presencia de la totalidad del cuerpo docente y en ella cada grupo expuso su tema de investigación y eventual propuesta de análisis, recibiendo una primera orientación por parte del plantel docente. Las siguientes dos instancias consistieron en reuniones con el docente tutor asignado, para la discusión y orientación de acuerdo a los análisis realizados. Se trabajó sobre soluciones a los problemas que se presentaron, modelo/s a ajustar e implementaciones en R. Cada grupo debió entregar un informe final escrito en R Markdown, que debía incluir introducción, objetivos, metodología (con fuerte componente en la descripción de la estrategia analítica), resultados (con énfasis en la presentación gráfica y tabulada), discusión y bibliografía. Se incluyó una presentación oral (15 minutos de exposición más 5 minutos de preguntas).

Encuesta Final

Al finalizar el curso, se solicitó a las y los estudiantes que completaran una encuesta anónima en línea con el fin de evaluar la percepción acerca de distintos aspectos relacionados con las dificultades y ventajas en la instancia del trabajo final y con el uso de R. La encuesta estuvo compuesta por una pregunta general sobre el rol del trabajo final en los aprendizajes y dos cuestionarios con afirmaciones en escala Likert de 5 ítems (totalmente de acuerdo a totalmente en desacuerdo), sobre el trabajo final (11 afirmaciones) y sobre el uso de R (8 afirmaciones).

RESULTADOS

Participaron en el trabajo final 109 estudiantes divididos en 18 grupos. Los trabajos abarcaron una amplia variedad de temáticas, desde biología molecular, fisiología animal y vegetal y morfología, hasta ecología y salud pública, con ensayos provenientes tanto de experimentos como de estudios observacionales. Los modelos ajustados incluyeron variables con distribución Normal, Poisson, Bernoulli, Gamma y Beta, en diseños factoriales, anidados, de medidas repetidas y de parcelas divididas, además de combinaciones particulares.

Como ejemplos de casos de estudio, en un trabajo con datos experimentales en el área de fisiología del comportamiento, se midió la actividad a lo largo del día de individuos de diferentes genotipos de *Drosophila melanogaster* y requirió ser analizado mediante un modelo lineal generalizado

mixto con distribución binomial. Presentó dificultades relacionadas con la manipulación de la base de datos, ya que los datos fueron masivos, recolectados automáticamente por un dispositivo y con una estructura particular. Otro caso consistió en el análisis del efecto del tratamiento hormonal sobre la morfología celular. El diseño fue jerárquico (fotografías de varias células por placa y varias placas por paciente, los cuales eran asignados a tratamientos y seguidos a lo largo del tiempo). La variable respuesta era un cociente entre el largo del eje menor y el largo del eje mayor de cada célula, que variaba entre cero y uno. Inicialmente, se aplicó un modelo lineal generalizado mixto, con una variable con distribución Beta. Pero, para poder modelar la estructura de correlación, trabajaron con el promedio del índice por placa, el cual ajustaba bien a un modelo Normal. En el otro extremo, en un caso en el área de salud pública se estudió la asociación entre la realización de actividad física y los entornos familiar y escolar a partir de una encuesta a adolescentes escolarizados. Se aplicó selección de modelos en un contexto de modelo lineal generalizado mixtos con distribución Bernoulli y estructura de anidamiento de estudiantes en escuelas. Este análisis implicó la necesidad de definir potenciales variables predictoras identificando variables colineales y ajustando modelos múltiples.

La encuesta final fue respondida por el 82% de los y las estudiantes (89/109). Con respecto a la pregunta ¿Cuán importante fue para tu aprendizaje el trabajo final?, el 85.4% lo consideró indispensable o muy importante, el 4.5% indistinto y el 10.1% algo o nada importante.

Con respecto a la evaluación por parte de las y los estudiantes de diferentes aspectos del trabajo práctico final, los resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Autopercepción de las y los estudiantes con respecto al trabajo práctico final

Pregunta	Totalmente de acuerdo	Algo de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Algo en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
P1. El trabajo con mis compañeras/os de grupo fue enriquecedor	59.6 %	21.3 %	3.4 %	10.1 %	5.6 %
P2. Debería habersele dedicado más horas de consulta	16.9 %	27.0 %	39.3 %	12.4 %	4.5 %
P3. Me motivó a investigar temas más allá de lo visto en el curso	32.6 %	29.2 %	25.8 %	6.74 %	5.62 %
P4. Requiere más esfuerzo y dedicación que el resto del curso	22.5 %	43.8 %	22.5 %	6.7 %	4.5 %
P5. Me hizo sentir más confiado/a sobre mi capacidad para analizar datos	38.2 %	39.3 %	13.5 %	4.5 %	4.5 %
P6. Desarrollé habilidades que no había desarrollado en el resto del curso	33.7 %	40.4 %	11.2 %	8.99 %	5.62 %
P7. Me permitió entender mejor la teoría	41.6 %	29.2 %	20.2 %	5.62 %	3.37 %
P8. Me sirvió para confrontar ideas acerca de potenciales análisis con mis compañeros	46.1 %	32.6 %	8.99 %	4.49 %	7.87 %
P9. Me ayudó a entender los alcances y limitaciones de los análisis estadísticos implementados	47.2 %	36.0 %	10.1 %	3.37 %	3.37 %
P10. Me enfrenté a situaciones nuevas que no tuve la capacidad de resolver	25.8 %	31.5 %	11.2 %	8.99 %	22.5 %
P11. Incorporé habilidades de comunicación escrita y oral	18.0 %	39.3 %	28.1 %	6.74 %	7.87 %

Se observó que, en general, el trabajo práctico final fue valorado positivamente por las y los estudiantes. Los aspectos principalmente destacados, con más del 80% de respuestas positivas (categorías “totalmente” o “algo de acuerdo”) fueron las relacionadas con la dinámica de trabajo grupal (P1 y P8) y la comprensión de alcances y limitaciones de los análisis estadísticos (P9). Otros aspectos valorados positivamente (entre 70 y 80 % de respuestas positivas) fueron la adquisición de confianza (P5) y habilidades (P6), la posibilidad de confrontar ideas entre pares (P8) y la comprensión de aspectos teóricos (P7). En relación con el tiempo dedicado a esta instancia (P2), la respuesta más frecuente fue la neutra (“ni de acuerdo ni en desacuerdo”), aunque más del 40% de las y los estudiantes acordaron con ampliar las horas de consulta en esta instancia. Con respecto a la pregunta que indaga acerca de la capacidad de resolver nuevas situaciones (P10), casi el 60% manifestó que no tuvo la capacidad de resolverlas. Sin embargo, a juzgar por los informes finales, se concluye que las instancias de consulta y de trabajo grupal permitieron una correcta resolución de estas. Con respecto al uso de R, los resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Autopercepción de las y los estudiantes con respecto al uso de R

Pregunta	Totalmente de acuerdo	Algo de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Algo en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
P1. Hacer análisis en R es muy difícil	3.37 %	15.7 %	23.6 %	33.7 %	23.6 %
P2. Soy capaz de adaptar un script de R	44.9 %	44.9 %	3.37 %	5.62 %	1.12 %
P3. Soy capaz de buscar ayuda en la web frente a un problema con R	58.4 %	30.3 %	3.37 %	4.49 %	3.37 %
P4. Me siento capaz de analizar datos en R usando métodos no vistos en el curso	24.7 %	28.1 %	21.3 %	18.0 %	7.87 %
P5. Antes de tomar este curso mi nivel de R era nulo o muy básico	52.8 %	8.99 %	7.87 %	21.3 %	8.99 %
P6. Usar R es muy frustrante	5.62 %	22.5 %	20.2 %	32.6 %	19.1 %
P7. Me gustaría aprender más de R	75.3 %	14.6 %	3.37 %	4.49 %	2.25 %
P8. Puedo hacer informes reproducibles en R Markdown	27.0 %	32.6 %	10.1 %	20.2 %	10.1 %

Las y los estudiantes refirieron adquirir habilidades durante el curso del uso de R relacionadas con la capacidad de adaptar o buscar ayuda frente a problemas con su uso (evaluaciones positivas de casi el 90% en P2 y P3), dato relevante si se considera que más del 60% manifestaron que antes de comenzar el curso no manejaban R o lo hacían de manera muy básica (P5) y reforzado por el hecho que menos del 30% acuerdan con que el uso de R es frustrante (P6) y menos del 20% que hacer análisis con R es difícil (P1). Respecto a la capacidad de aplicar análisis de datos con R en temas más allá de los vistos en el curso (P4), si bien las respuestas positivas apenas superan el 50%, si se considera la categoría neutra las mismas rondan el 75%. La adquisición de habilidades para la reproducibilidad de informes fue evaluada con una única pregunta (P8), con aproximadamente el 60% de respuestas positivas, similar a lo encontrado cuando se consultó sobre la capacidad de comunicación escrita y oral adquiridas con la instancia del trabajo práctico final (Tabla 1, P11).

DISCUSIÓN

La actividad propuesta constituyó una auténtica experiencia de práctica estadística, durante la cual las y los estudiantes debieron actuar en el rol de científicos, contrastando evidencia empírica con una hipótesis de investigación. El proceso involucró la organización y limpieza de los datos, la elección e implementación de los análisis adecuados, la búsqueda de soluciones frente a particularidades de los

datos, la contrastación de los resultados estadísticos con la hipótesis de investigación. Además, se contempló la comunicación de los hallazgos en forma escrita y oral, en formato de presentación científica, incluyendo una discusión acerca de los alcances y limitaciones de los análisis implementados. Se promovió un aprendizaje contexto-específico, con una participación activa de los y las estudiantes y trabajo colaborativo.

A juzgar por los resultados de la encuesta, el trabajo final contribuyó a reforzar e integrar los conocimientos adquiridos durante el curso, permitiendo aplicar conceptos teóricos y prácticos en situaciones reales y de contexto significativo.

En cuanto a habilidades en el uso de R, fue notable la transición desde una mayoría con conocimientos nulos o básicos a una mayoría que se siente capaz de utilizar R aplicando herramientas más allá de las vistas en el curso. No es necesariamente esperado este resultado ya que son conocidas las barreras y la lenta curva de aprendizaje de un lenguaje de programación como R (Gomes y Sousa, 2018). Adicionalmente, el uso de R y R Markdown facilitaron una de las características más deseadas en la labor científica, la reproducibilidad de los resultados, en particular de los análisis estadísticos. Con la inclusión de la base de datos y el código en R Markdown, fue posible reproducir y evaluar los análisis y hallazgos de cada grupo.

Más allá de la adquisición de habilidades analíticas y de comunicación, la experiencia pareció contribuir al desarrollo de autoeficacia por parte de los estudiantes, tanto a nivel de su capacidad de análisis como de programación. Si bien no se empleó un instrumento validado, algunas preguntas apuntan a la construcción de autoeficacia (mayor confianza en la capacidad para analizar datos y aplicar nuevas técnicas, entre otras). Existe consenso de que la autoeficacia se correlaciona con el rendimiento académico general (Honicke y Broadbent, 2016) y específicamente en estadística (Finney y Schraw, 2003), como así también con el bienestar (Paciello et al., 2016). Los estudiantes con mayor autoeficacia son más motivados, persistentes, resilientes y aceptan mayores desafíos (Bandura, 1997). Estos aspectos no cognitivos son tan importantes como los cognitivos y son reconocidos como otro de los objetivos en el proceso de aprendizaje (Gal y Ginsburg, 1994).

En ciencia es cada vez más ineludible la necesidad del trabajo colaborativo. La actividad promovió el trabajo en equipo y así fue reconocido por las y los estudiantes. Según Roseth et al. (2008) el trabajo colaborativo debe ser un objetivo final de la educación en estadística y también un medio para ayudar a los estudiantes a aprender estadística a lo largo del plan de estudios. Es sabido que promueve el pensamiento crítico (Atkins y Brown, 2002). Las experiencias colaborativas contribuyen a que las y los estudiantes se conviertan en colaboradores interdisciplinarios efectivos que puedan moverse entre la teoría y la práctica para resolver problemas con impacto en el mundo real.

El análisis estadístico en biología es cada vez más imprescindible y sofisticado. Los diseños experimentales suelen ser complejos e involucrar estructuras jerárquicas y de medidas repetidas que constituyen un desafío analítico. En ese sentido, el hecho de que todos los docentes del curso seamos biólogos/as e investigadores/as facilitó la comprensión de los diversos casos de análisis y resaltó el rol de la estadística al servicio de la pregunta de investigación. Sin embargo, algunos de los casos de estudio involucraron situaciones de gran complejidad que excedieron la propuesta curricular. En esos casos, se optó por una solución analítica más sencilla, al alcance de los estudiantes. Más allá de esta limitación, se destaca la motivación de las y los estudiantes para investigar temas más allá de lo visto en el curso.

Se desprende de este trabajo la necesidad de invertir más esfuerzos para lograr mejores resultados, especialmente aquellos que se encuentran relacionados con las habilidades de comunicación escrita y oral, así como la reproducibilidad de informes.

CONCLUSIÓN

Si bien la experiencia resultó un desafío tanto para los docentes como para las y los estudiantes, dada la diversidad y complejidad de temas de investigación, diseños experimentales y abordajes analíticos, consideramos que constituye una valiosa instancia de aprendizaje que fortalece el pensamiento crítico y otras habilidades requeridas para el trabajo científico.

REFERENCIAS

- Atkins, M., & Brown, G. (2002). *Effective teaching in higher education*. Routledge.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavior change. *Psychological Review*, 84(2), 191–215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>

- Batanero, C., Godino, J. D., & Roa, R. (2004). Training teachers to teach probability. *Journal of Statistics Education*, 12(1). <https://doi.org/10.1080/10691898.2004.11910715>
- Baumer, B., Cetinkaya-Rundel, M., Bray, A., Loi, L., & Horton, N. J. (2014). R Markdown: Integrating a reproducible analysis tool into introductory statistics. *ArXiv:1402.1894*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1402.1894>
- Finney, S. J., & Schraw, G. (2003). Self-efficacy beliefs in college statistics courses. *Contemporary Educational Psychology*, 28(2), 161–186. [https://doi.org/10.1016/S0361-476X\(02\)00015-2](https://doi.org/10.1016/S0361-476X(02)00015-2)
- Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D., Moreno, J., Peck, R., Perry, M., & Scheaffer, R. (2007). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE) report: A pre-K–12 curriculum framework*. American Statistical Association. https://www.amstat.org/docs/default-source/amstat-documents/gaiseprek-12_full.pdf
- Gal, I., & Ginsburg, L. (1994). The role of beliefs and attitudes in learning statistics: Towards an assessment framework. *Journal of Statistics Education*, 2(2). <https://doi.org/10.1080/10691898.1994.11910471>
- Gomes, D., & Sousa, B. D. (2018). Teaching with R—A curse or a blessing? In M. A. Sorto, A. White, & L. Guyot (Eds.), *Looking back, looking forward. Proceedings of the 10th International Conference on Teaching Statistics (ICOTS10, July, 2018) Kyoto, Japan*. ISI/IASE. https://iase-web.org/icots/10/proceedings/pdfs/ICOTS10_9C2.pdf
- Head, M. L., Holman, L., Lanfear, R., Kahn, A. T., & Jennions, M. D. (2015). The extent and consequences of *p*-hacking in science. *PLoS Biology*, 13(3), Article e1002106. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002106>
- Honigke, T., & Broadbent, J. (2016). The influence of academic self-efficacy on academic performance: A systematic review. *Educational Research Review*, 17, 63–84. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.11.002>
- Lazic, S. E. (2010). The problem of pseudoreplication in neuroscientific studies: Is it affecting your analysis? *BMC Neuroscience*, 11(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/1471-2202-11-5>
- Leung, V., Rousseau-Blass, F., Beauchamp, G., & Pang, D. S. J. (2018). ARRIVE has not ARRIVED: Support for the ARRIVE (Animal Research: Reporting of in vivo Experiments) guidelines does not improve the reporting quality of papers in animal welfare, analgesia or anesthesia. *PloS One*, 13(5), Article e0197882. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197882>
- Munafò, M. R., Nosek, B. A., Bishop, D. V. M., Button, K. S., Chambers, C. D., du Sert, N., Simonsohn, U., Wagenmakers, E.-J., Ware, J. J., & Ioannidis, J. (2017). A manifesto for reproducible science. *Nature Human Behaviour*, 1(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41562-016-0021>
- Paciello, M., Ghezzi, V., Tramontano, C., Barbaranelli, C., & Fida, R. (2016). Self-efficacy configurations and wellbeing in the academic context: A person-centred approach. *Personality and Individual Differences*, 99, 16–21. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2016.04.083>
- R Core Team. (2021). *R: A language and environment for statistical computing* (Version 4.1.2) [Computer software]. R Foundation for Statistical Computing. <https://r-project.org>
- Roseth, C. J., Garfield, J. B., & Ben-Zvi, D. (2008). Collaboration in learning and teaching statistics. *Journal of Statistics Education*, 16(1). <https://doi.org/10.1080/10691898.2008.11889557>
- RStudio Team. (2021). *RStudio: Integrated development for R* [Computer software]. RStudio, PBC. <https://www.rstudio.com>
- Steel, E. A., Kennedy, M. C., Cunningham, P. G., & Stanovick, J. S. (2013). Applied statistics in ecology: Common pitfalls and simple solutions. *Ecosphere*, 4(9), 1–13. <https://doi.org/10.1890/ES13-00160.1>
- Weissgerber, T. L., Garovic, V. D., Milin-Lazovic, J. S., Winham, S. J., Obradovic, Z., Trzeciakowski, J. P., & Milic, N. M. (2016). Reinventing biostatistics education for basic scientists. *PLoS Biology*, 14(4), Article e1002430. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002430>
- Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223–248. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.1999.tb00442.x>