

# *Innovación para la enseñanza de la Química*

## **PANDEMIA Y CONTINUIDAD PEDAGÓGICA: REFLEXIONANDO SOBRE LA QUÍMICA EN EL CONTEXTO DE LA INMUNOLOGÍA Y SOBRE EDUCACIÓN REMOTA DE EMERGENCIA**

Silvina Lompardía

*Instituto de Estudios de la Inmunidad Humoral (IDEHU)- CONICET; Cátedra de Inmunología, Departamento de Microbiología, Inmunología, Biotecnología y Genética, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires. Capital Federal (1113), Argentina.*

E-mail: [sil.lompardia@gmail.com](mailto:sil.lompardia@gmail.com)

Recibido: 30/07/2020. Aceptado: 06/09/2020.

**Resumen.** La pandemia actual cambió muchos aspectos de la vida, entre ellos, impactó directamente en las prácticas docentes, dejando al descubierto la necesidad de cambios en la educación superior que acompañen la realidad sociocultural actual. El creciente interés de la sociedad en temas relacionados a la pandemia, como el uso de plasma de convaleciente y el desarrollo de vacunas, podría actuar como un tema disparador que promueva la motivación intrínseca de los estudiantes para comprender la química y la estadística. El objetivo del presente escrito fue analizar diferentes estrategias didácticas de contextualización y de enseñanza remota de emergencia. En un principio, se desarrollaron diferentes modos de incorporar la inmunología en la explicación de otras disciplinas. Luego, se describió una estrategia didáctica para la enseñanza de la inmunología utilizada durante el confinamiento sanitario basada en el uso de clases invertidas y trabajo colaborativo. Considerando los prometedores resultados obtenidos, se reflexionó sobre su posible traslación a otras disciplinas y su potencial aplicación post pandemia.

**Palabras clave.** inmunología, química, educación remota de emergencia, contextualización.

### **Pandemic and the pedagogical continuity: reflecting on chemistry in the context of immunology and on remote emergency education**

**Abstract.** The current pandemic changed many aspects of life, including a direct impact on teaching practices, revealing the need for changes in higher education that may accompany today's sociocultural reality. Society's growing interest in topics related to the pandemic, such as the use of convalescent plasma and the development of vaccines, could act as a trigger that promotes the intrinsic motivation of students to understand chemistry and statistics. The aim of this work was to analyze different contextualization teaching strategies and remote emergency teaching. At first, different ways of introducing immunology in the explanation of other disciplines were developed. Then, a didactic strategy immunology learning used during the sanitary confinement based on the use of flipped classes and collaborative work was described. Considering the promising results obtained, it was analyzed its possible transfer to other disciplines and its potential post-pandemic application.

**Key words.** immunology, chemistry, emergency remote education, contextualization.



## **INTRODUCCIÓN**

Hace tan solo unos meses resultaba inverosímil la idea de no poder desarrollar las clases en las aulas de la universidad. Sin embargo, la irrupción del SARS-CoV-2 imposibilitó la continuidad educativa tal como la conocíamos. En dicho contexto, la educación universitaria debió adaptarse a la situación sanitaria, actuando únicamente desde la virtualidad y sin la acostumbrada presencialidad. Así, la educación remota de emergencia cobró protagonismo del mismo modo que ciertas disciplinas relacionadas directamente a la pandemia, como la epidemiología, la virología y la inmunología.

La situación descripta, si bien limitó las alternativas educativas a aquellas que pueden desarrollarse dentro de la virtualidad, también abrió las puertas a múltiples desafíos y oportunidades. Hace años que se plantea la necesidad de cambios en la educación superior derivados de las transformaciones socioculturales y de las perspectivas de las nuevas generaciones de estudiantes (Lorenzo, 2017). En este sentido, la pandemia muy probablemente haya acelerado el tan solicitado cambio a nivel universitario, favoreciendo el comienzo del asalto al castillo planteado por Campanario (2002). Así, la enseñanza remota de emergencia representa una interesante oportunidad (Hodges, Moore, Lockee, Trust y Bond, 2020).

En este contexto, vale preguntarnos una vez más cuál es la función docente y animarnos a abandonar ese rol protagónico para cedérselo al estudiante, y comenzar a ser un tutor que brinde ese andamiaje (Bruner, 1988) que favorezca los procesos cognitivos en pos de una buena enseñanza y buscando desarrollar una universidad inteligente (Fenstermacher, 1989; Perkins, 1995). Sabemos que el conocimiento es frágil y por ello necesitamos desarrollar profesionales con criterio, capacidad de reflexión y razonamiento. Hoy todo está en internet, por lo que resulta fundamental el andamiaje docente para que los estudiantes se formen desde el pensamiento crítico y con conocimiento digital. En este sentido, la motivación es muy importante y para ello, el uso del presente es un excelente recurso (Maggio, 2012). Más aún, en las carreras de ciencias naturales, donde la tradición mimética suele predominar, es hora de que todos los educadores universitarios comencemos a incorporar la tradición transformadora (Jackson, 2002).

## **OBJETIVO**

El objetivo del presente trabajo fue analizar diferentes estrategias didácticas de contextualización y de enseñanza remota de emergencia. Para ello, se abordaron dos aspectos: la motivación del estudio de disciplinas abstractas como la química y la estadística mediante el uso de la inmunología considerando el contexto sanitario actual, y el uso de estrategias implementadas para la continuidad pedagógica analizando su posible transferencia a otras disciplinas y a su potencial uso durante la futura nueva normalidad.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LA PROPUESTA

La pandemia forzó la búsqueda y el uso de estrategias, aplicaciones y plataformas *online* para continuar con el proceso educativo. Dichas estrategias solían ser resistidas por la mayoría de la comunidad docente universitaria, pero el actual contexto sanitario logró derribar, al menos, una de las murallas del castillo al que hace referencia Campanario. Así, la pandemia resulta ser una oportunidad para mejorar las prácticas docentes en general y las universitarias en particular, utilizando este contexto en pos de una enseñanza poderosa (Maggio, 2018), que aplique diferentes estrategias didácticas que promuevan una universidad actual e inteligente (Perkins, 1995), que aplique aquellos saberes invisibles (Cobo Romaní y Moravec, 2011) y que motive intrínsecamente a los estudiantes.

### Contextualizando la química dentro de la inmunología

La incorporación de la inmunología podría ser un modo de acercar diferentes disciplinas contextualizando el contenido y contribuir así a la motivación intrínseca de los estudiantes. En este sentido, el requerido plasma de convaleciente por su efecto neutralizante puede utilizarse desde un punto de vista químico.

La unión de los anticuerpos (Ac) a los antígenos (Ag) representa una interacción química no covalente, reversible, espontánea, de alta afinidad y mediada por interacciones electrostáticas, puentes de hidrógenos, fuerzas de van der Waals e interacciones hidrofóbicas. La misma se ve afectada por factores como la temperatura, la proporción de Ag-Ac, el pH y la fuerza iónica. De lo descrito se desprende la existencia de un equilibrio dinámico para dicha unión, que determina una constante de asociación siendo su inversa la constante de disociación (Figura 1A). Vale aclarar que los Ac son inmunoglobulinas (Ig) y pueden ser moléculas monoméricas, diméricas o pentaméricas según su isotipo (Figura 1B). Cada monómero presenta dos sitios de unión idénticos (paratopes). La interacción con un solo paratope se rige mediante lo descrito previamente, mientras que, si participan más paratopes, la reacción se torna más compleja, y en este caso se habla de avides en lugar de afinidad, resultando ser la primera una interacción mucho mayor que la suma de las afinidades. Asimismo, un Ac puede reconocer diferentes Ag que sean similares desde el punto de vista estructural, siempre que exista complementariedad entre ambas moléculas, originando así reacciones cruzadas entre antígenos que presenten similares epitopes (sitio del antígeno reconocido por el anticuerpo) (Figura 1C).

De esta manera, la explicación de los diferentes fenómenos químicos nombrados podría desarrollarse en el contexto de la interacción antígeno-anticuerpo, considerando su potencial uso terapéutico frente al SARS-CoV-2, tema que está teniendo una gran difusión en nuestro país.

Asimismo, la naturaleza de los inmunoreactantes puede ser utilizada al explicar las macromoléculas, debido a que, las inmunoglobulinas son glicoproteínas (compuestas por dos cadenas livianas y dos cadenas pesadas unidas por puentes disulfuro), mientras que los antígenos pueden ser tanto proteínas como hidratos de carbono, lípidos o ácidos nucleicos.

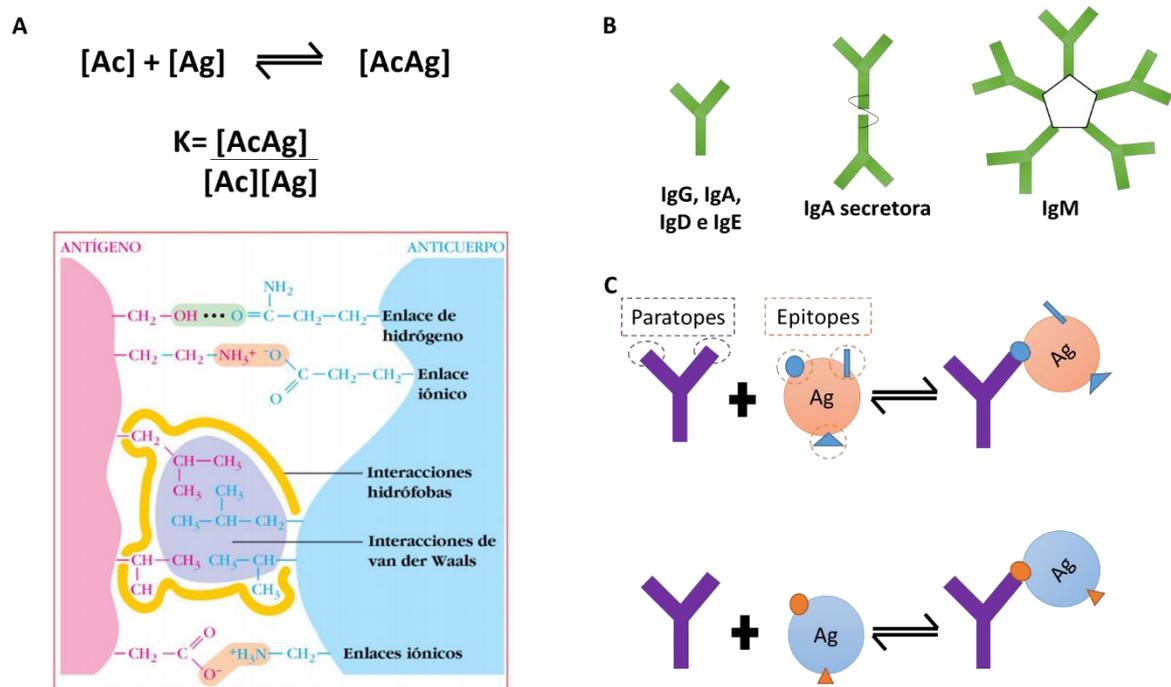


Figura 1. (A) Representación de la interacción antígeno (Ag)- anticuerpo (Ac). Panel inferior Adaptado de Goldby y col. (2000). (B) Diferentes isotipos de inmunoglobulinas (Ig). Sus diversas estructuras impactan sobre sus diferentes funciones biológicas. En el suero, pueden encontrarse las diferentes Ig monoméricas y la IgM, que desde el punto de vista funcional es pentavalente y no decaivalente por impedimento estérico. (C) Reacción cruzada frente a diferentes antígenos que poseen epitopes similares, con la consecuente neutralización de ambos.

Otro contenido de la inmunología que podría ser empleado como disparador podría ser la vacunación, la cual cobró interés público debido a la pandemia actual. Las vacunas buscan desarrollar en el individuo una respuesta inmune con la consecuente generación de células de memoria que, al enfrentarse y reconocer al antígeno para el cual son específicas, se activarán dando una rápida respuesta efectora y evitando así que nos enfermemos. Dentro de las células de memoria que se generan, se encuentran aquellas que producen los anticuerpos y que son capaces de ejercer diferentes funciones, entre ellas, la ya mencionada neutralización. Así, en el ejemplo desarrollado inicialmente se utilizan los anticuerpos producidos por un individuo recuperado como estrategia para tratar a otro individuo enfermo (otorgando inmunidad de modo pasivo), mientras que por medio de la vacunación se busca que el individuo genere activamente su inmunidad. Para potenciar y direccionar la respuesta inmune, en las vacunas se utilizan adyuvantes. En la mayoría de las vacunas aprobadas, el adyuvante utilizado es una sal de aluminio (fosfato de aluminio o hidróxido de aluminio) cuyo mecanismo de acción, además de la inmunomodulación, es el efecto depot. Este último se basa en la insolubilidad de dichas sales, permitiendo de este modo abordar el concepto de constante de solubilidad de modo contextualizado. Más aún, otros adyuvantes representan ejemplos de emulsiones (como por ejemplo el MF59, que es una emulsión aceite

(escualeno) en agua y que forma parte de formulaciones de vacunas anti-gripales) y de liposomas (aún en investigación).

Por otra parte, las opiniones vertidas por los movimientos anti-vacuna podrían utilizarse para la enseñanza de la estadística, debido a que estos grupos utilizan de manera errónea dicha rama de la ciencia para fundamentar sus afirmaciones. A modo de ejemplo (muy simplificado), supongamos una población de 1000 individuos, en donde 990 de ellos se vacunan, mientras que 10 no lo hacen. Frente a un brote determinado, se enferman 10 de las personas vacunadas (individuos no respondedores) y 8 de las no vacunadas. El análisis que los grupos anti-vacunas realizan es que, de 18 personas enfermas en total, 10 diez de ellas estaban vacunados (más de la mitad), entonces la vacuna no previene la enfermedad. El problema aquí es que en dichos cálculos no se contempla el tamaño muestral diferencial de ambos grupos. Lo correcto sería postular que del total de personas vacunadas (990), se enfermaron 10 de ellas, es decir el 1%, mientras que, del total de personas no vacunadas (10), enfermaron 8, y este número representa al 80% de la población no vacunada. Dichos grupos también afirman que las vacunas generan autismo, y para ello analizan solamente el porcentaje de individuos vacunados dentro del grupo de personas con dicha condición. Este porcentaje suele ser elevado en aquellos países donde la vacunación es sistemática, como es el caso de nuestro país. El modo correcto de analizar la situación sería calcular cuántos individuos desarrollaron algún trastorno del espectro autista, tomando como muestra de análisis al total de la población vacunada. Así, se descartaría todo tipo de asociación posible.

Ambos ejemplos reflejan la importancia de la estadística en el análisis de cuestiones de salud pública, lo cual podría generar un estímulo intrínseco sobre dicha disciplina. Vale mencionar que la vacunación resulta de importancia, no sólo para el individuo que recibe la vacuna, sino también para aquellas personas que son no respondedores o que no pueden ser vacunados por ser inmunodeficientes o alérgicos a algún componente de las formulaciones. La ausencia de enfermedad en los individuos no vacunados radica en la no circulación de ciertos agentes infecciosos producto de la vacunación masiva (inmunidad de rebaño o de masas). Es valioso destacar que el agua potable y la vacunación son las dos intervenciones en salud pública que más vidas han salvado.

Como se puede observar en los párrafos anteriores, la inmunología se rige dentro de las leyes de la química y su análisis requiere de la estadística, por lo cual, podría utilizarse esto como tema disparador, incentivando el estudio de diferentes disciplinas, considerando la actualidad e intereses derivados de la pandemia, y siempre en la búsqueda de una enseñanza poderosa.

### **De clases invertidas y otras estrategias**

La imposibilidad de la presencialidad obligó a la implementación de la virtualidad para la continuidad pedagógica en los diferentes niveles educativos mediante la enseñanza remota de emergencia. Los desafíos fueron múltiples, al igual que las oportunidades de intentar mejorar. En este sentido, la estrategia pedagógica utilizada para abordar los seminarios y trabajos prácticos acordada por los docentes de la Cátedra de Inmunología

de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires fue el uso de clases invertidas y trabajo colaborativo de a pares con tutoría docente. Para ello, las explicaciones fueron grabadas utilizando zoom, compartiendo en la pantalla un archivo de PowerPoint con recursos visuales y animaciones de soporte, o incorporando el audio explicativo sobre cada diapositiva del archivo de PowerPoint. La duración de cada clase fue diferente, pero todas fueron inferiores o iguales al tiempo de cursada presencial habitual (cuatro horas semanales). De este modo, el lenguaje oral, simbólico y las representaciones gráficas buscaron actuar sinérgicamente para abordar conceptos y procedimientos propios de la disciplina.

Para la explicación de los trabajos prácticos se utilizaron videos de YouTube que realizaban una descripción de los diferentes procedimientos. Tanto los videos como las diapositivas utilizadas fueron compartidos mediante el campus virtual de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (plataforma Moodle: <http://virtual.ffyb.uba.ar/>).

Todas las explicaciones citadas fueron acompañadas de actividades que planteaban situaciones problemáticas y cuya resolución implicaba la aplicación de la información facilitada. Cada estudiante debió realizar una entrega semanal individual de cada tema abordado, que fue revisada y devuelta a modo de retroalimentación (utilizando el recurso Tarea del Campus Virtual). Dicha actividad fue planteada con el objetivo de reemplazar la asistencia del 75%, que habitualmente es requerida junto con dos exámenes para la regularización de la materia.

Todas las estrategias hasta aquí descriptas se apoyaron en el uso de la virtualidad, pero se realizaron de manera asincrónica. Además, cada semana se realizó una clase virtual sincrónica (no obligatoria pero recomendada) que se centró en la resolución de las actividades de aplicación, abordando diferentes alternativas, dudas y errores. De este modo, se buscó no sólo que el conocimiento sea recordado y comprendido, si no también que sea aplicado a la resolución de situaciones a las cuales podrían enfrentarse en la vida profesional, es decir, fomentando el uso activo del conocimiento.

A modo de cierre de la materia, se planteó una actividad de integración con problemas de aplicación y que debió ser resuelta y expuesta por los estudiantes, trabajando de a pares y con la tutoría de los docentes. De esta manera, se pretendió favorecer el trabajo colaborativo. La exposición fue realizada sincrónicamente a través de Zoom. La actividad se propuso dos semanas previas a la exposición, ya que requería haber abordado todos los contenidos para poder integrarlos mediante el análisis, reflexión y pensamiento crítico, creyendo en la visión de cognición distribuida, con función ejecutora radicada en el estudiante (Perkins, 1993).

Durante las exposiciones, se evidenció en todos los estudiantes seguridad, incorporación del lenguaje propio de la disciplina y de conceptos, planteo de múltiples soluciones frente a las situaciones problemáticas planteadas, analizando ventajas y desventajas de cada una de ellas. Este aspecto resultó llamativo, ya que habitualmente no todos logran alcanzar el nivel descripto.

Otros dos indicadores que se pueden considerar para analizar el impacto de la metodología utilizada son el índice de deserción y el de aprobación de exámenes regulatorios, que fueron el menor y el mayor, respectivamente, en mis doce años de docencia universitaria. El cursado de la asignatura fue concluido por todos los estudiantes que lo iniciaron (la deserción fue nula). Siete estudiantes desaprobaron alguno de los dos parciales regulatorios, con lo cual debieron rendir examen recuperatorio, el cual fue aprobado por seis de ellos. Así, el nivel de regularización alcanzado fue del 97%. Habitualmente, en las comisiones que estuve a cargo, la deserción rondó el 20% mientras que la cantidad de recursantes varió del 10 al 20%. Podría pensarse que el uso de esta metodología tan diferente favoreció un seguimiento más cercano, implicando un mejor andamiaje que impactó directamente en los aspectos citados. Sin embargo, dichos resultados son preliminares, por lo cual se requeriría seguir estudiándolos. Una visión más cercana podrá obtenerse a futuro utilizando las clases invertidas y analizando los resultados obtenidos de modo adecuado. Asimismo, la nueva estrategia resulta superadora en términos de buena enseñanza, planteando una universidad inteligente en la que el estudiante sea el protagonista, mientras que el docente ejerza su rol como tutor, brindando explicaciones e incitando al pensamiento crítico y reflexivo.

Otro modo de analizar la estrategia empleada puede ser mediante las opiniones del estudiantado manifestadas en la encuesta anónima de finalización del curso. Todas las respuestas brindadas dan cuenta de la buena recepción de la metodología empleada, destacando la motivación y la comprensión lograda. Algunos de los comentarios de los estudiantes, de la comisión de la cual estuve a cargo, pueden apreciarse a continuación:

- "Siento que la dinámica empleada en la modalidad virtual fue muy buena dada las condiciones, en particular en mi comisión (2) las explicaciones de los ejercicios a desarrollar fueron muy claras y la duración de las mismas fueron adecuadas, además la devolución de los ejercicios enviados como "tareas" también fueron muy útiles para la comprensión de los temas".
- "Las clases por Zoom me resultaron muy didácticas, para terminar de entender los ejercicios que se entregaban previa a la clase, ya que en algunos temas al momento de hacer los ejercicios me resultaban dificultosos por lo que las resoluciones en el zoom me resultaron de ayuda. También la paciencia de jtp como adyuvantes a responder dudas que se hacían y las aclaraciones de cada ejercicio".
- "En general la cursada me resultó muy amena, gracias a la disposición y diligencia de la JTP y las ayudantes que lo dieron todo para mantenernos muy interesados pese a la virtualidad. De hecho, ya extraño mis clases los martes a la mañana..."

Como una desventaja de la metodología empleada se puede citar la necesidad de acceso a internet y dispositivos tecnológicos, que podría impactar negativamente en términos de inclusión genuina (Maggio, 2005). Si bien en nuestro caso particular esto no fue un inconveniente, se deberían buscar alternativas para aquellos estudiantes que no dispongan de las herramientas que requiere la estrategia implementada.

## CONCLUSIONES E IMPLICANCIAS

En el presente artículo se reflexionó sobre dos grandes aspectos: por un lado, la contextualización de diferentes disciplinas, utilizando el interés surgido por la pandemia respecto al plasma de convaleciente, los anticuerpos, vacunas y movimientos anti-vacunas; y, por otro lado, la experiencia personal en la implementación de la educación remota de emergencia durante el confinamiento sanitario, pudiendo ser dicha experiencia transferible a diferentes disciplinas.

Un aspecto que se perdió en el contexto actual, y que resulta irremplazable y necesario para un aprendizaje integral, es la realización de las actividades experimentales durante los trabajos prácticos, los cuales requieren de presencialidad y cuya realización resulta sumamente enriquecedora y complementaria a lo desarrollado previamente. Por ello, una implementación conjunta de las diferentes estrategias podría favorecer la comprensión global e integral del contenido.

Las estrategias implementadas en la educación remota de emergencia parecen ser prometedoras, pudiendo ser transferibles a diferentes disciplinas y complementarias a otras herramientas ya utilizadas, representando una oportunidad de innovación (Lipsman, 2016; Litwin, 2008). Claramente pueden mejorarse para el potencial uso combinado de la virtualidad con la presencialidad, una vez instaurada la nueva normalidad postpandemia. Considerando los cambios socioculturales y los estudiantes que tenemos enfrente, tal como describen Gardner y Davis (2014) y Serres (2013), es de esperar que las estrategias empleadas resulten más cercanas al modo de comprensión de los pulgarcitos y pulgarcitas, resultando ser más interesantes y motivadoras.

De todo lo descrito se desprende que la inmunología, al igual que las demás disciplinas asociadas a la biología, puede ser utilizada como tema disparador en la enseñanza de disciplinas más abstractas y complejas, resultando un estímulo intrínseco. De este modo, la situación sanitaria y el creciente interés de la población en temas relacionados a nuestro sistema inmune, podría resultar en una motivación para aprender química, partiendo de que los diferentes mecanismos fisiológicos de nuestro organismo implican múltiples configuraciones bioquímicas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bruner, J. (1988). *Realidad mental y mundos posibles*. Barcelona: Gedisa.
- Campanario, J. (2002). Asalto al castillo: ¿a qué esperamos para abordar en serio la formación didáctica de los profesores universitarios de ciencias? *Enseñanza de las ciencias*, 20 (2), 315-325.
- Cobo Romaní, C y Moravec, J. (2011). *Aprendizaje Invisible. Hacia una nueva ecología de la educación*. Barcelona: Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona.

- Fenstermacher, G. (1989) Tres aspectos de la filosofía de la investigación sobre la enseñanza. En M. Wittrock. *La investigación de la enseñanza* (pp. 150-158) Barcelona: Paidós.
- Gardner, H. y Davis, K. (2014). *La generación APP. Cómo los jóvenes gestionan su identidad, su privacidad y su imaginación en el mundo digital*. Buenos Aires: Paidós.
- Goldsby, R., Kindt, T. y Osborne, B. (2000). *Immunology Kuby*. (4ta edición). W H Freeman & Co (Sd).
- Hodges, Ch., Moore, S., Lockee, B., Trust, T. y Bond, A. (2020). The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. *EDUCAUSE Review*. Recuperado de: <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
- Jackson, P. (2002). *Práctica de la enseñanza*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Lipsman, M. (2016). *La innovación con tecnologías en las propuestas de enseñanza de grado*. Buenos Aires: Noveduc.
- Litwin, E. (2008). *El oficio de enseñar. Condiciones y contextos*. Buenos Aires: Paidós.
- Lorenzo, M. G. (2017). Enseñar y aprender ciencias. Nuevos escenarios para la interacción entre docentes y estudiantes. *Educación y Educadores*, 20(2), 249-263.
- Maggio, M. (2018). *Reinventar la clase en la universidad*. Buenos Aires: Paidós.
- Maggio, M. (2012). *Enriquecer la enseñanza: los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad*. (1a ed.). Paidós.
- Maggio, M. (2005). Los portales educativos: entradas y salidas a la educación del futuro. En Litwin, E. (comp.) *Tecnología Educativa en tiempos de Internet* (pp. 35-70). Buenos Aires: Amorrortu.
- Perkins, D. (1995). *La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*. Barcelona: Gedisa.
- Perkins, D. (1993). La persona-más: una visión distribuida del pensamiento y del aprendizaje. En G. Salomon. *Cogniciones distribuidas* (pp. 126-152) Buenos Aires: Amorrortu.
- Serres, M. (2013). *Pulgarcita*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.