



Revista de estudios y experiencias en educación

ISSN: 0717-6945

ISSN: 0718-5162

Universidad Católica de la Santísima Concepción. Facultad de Educación

Godoy, Michal Elías; Zúñiga Garay, Elisa; Tomljenovic Niksic, Marijana  
Desafíos del profesor de ciencias frente a estudiantes Millennials y Post-Millennials  
Revista de estudios y experiencias en educación, vol. 20, núm. 44, 2021, pp. 285-311  
Universidad Católica de la Santísima Concepción. Facultad de Educación

DOI: <https://doi.org/10.21703/0718-5162.v20.n43.2021.017>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=243169780018>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

---

## Revista de Estudios y Experiencias en Educación REXE

journal homepage: <http://revistas.ucsc.cl/index.php/rexe>

---

### Desafíos del profesor de ciencias frente a estudiantes *Millennials* y *Post-Millennials*

Michal Elías Godoy<sup>a</sup>, Elisa Zúñiga Garay<sup>b</sup> y Marijana Tomljenovic Niksic<sup>c</sup>  
Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Santiago, Chile.

Recibido: 08 de mayo 2020 - Revisado: 22 de octubre 2020 - Aceptado: 24 de febrero 2021

---

#### RESUMEN

---

Desde hace más de dos décadas, los movimientos sociales en Chile han exigido a la sociedad y al gobierno un cambio en la calidad de la educación, en búsqueda de una sociedad justa con oportunidades equitativas. En Chile, la calidad de la educación se mide a través de medios de evaluación asociados a la calidad educativa, este concepto considera indicadores estandarizados, tales como, los rendimientos en las evaluaciones nacionales e internacionales, mostrando resultados por debajo de los promedios internacionales. En este artículo se propone que la mejora en la calidad de la Formación Inicial Docente (FID) en ciencias de la naturaleza, en particular la Química, requiere mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje de estudiantes de generaciones altamente tecnologizadas. Los procesos de enseñanza-aprendizaje mediados por las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), se potencian como medios para captar el interés de los estudiantes (generación *Millennials*), para promover el logro de aprendizajes en la enseñanza de las ciencias, así como la formación de recursos humanos calificados para contribuir al desarrollo del país. Igualmente, el desarrollo de competencias tecnológicas en los futuros profesores de ciencias, les permitiría abordar los desafíos de su práctica pedagógica frente a la generación *Post- Millennials*.

Palabras clave: *Millennials*; *Post- Millennials*; TIC; Educación Química; FID.

---

\*Correspondencia: [michal.elias@umce.cl](mailto:michal.elias@umce.cl) (M. Elías).

<sup>a</sup>  <https://orcid.org/0000-0001-6496-8991> ([michal.elias@umce.cl](mailto:michal.elias@umce.cl)).

<sup>b</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-9232-6651> ([elisa.zuniga@umce.cl](mailto:elisa.zuniga@umce.cl)).

<sup>c</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-7295-9937> ([marijana.tomljenovic@umce.cl](mailto:marijana.tomljenovic@umce.cl)).

# Challenges encountered by science teachers when dealing with millennials and post-millennial students

## ABSTRACT

For the last two decades, social movements in Chile have been demanding from the government as well as from the society as improvement in the quality of education, which aims to achieve a fairer society with equal opportunities. The quality of education is measured through indicators provided by Educational Quality in Chile. The concept of the Educational Quality considers indicators such as performance on national and international outcomes, showing average results below international averages, from standard testing. This article proposes that the improvement in the quality of Initial Teacher Education (ITE) in Natural Sciences, particularly Chemistry, needs to improve teaching-learning processes applied to the new generations which have been highly influenced by technology. The Teaching-learning processes which make use of Information and Communication Technologies (ICT) have the potential, to capture the Millennials' interest, thus encouraging the learning of Sciences of Nature, as well as training of Qualified Human Resources needed to contribute to the country's development. The use of ICT in Educative Practices also aims to develop the technological skills of future Science Teachers, so they are sufficiently equipped to cope with the challenges posed, by their role in education of students Post-Millennial Generation.

*Keywords:* Millennials; Post-Millennials; ITC; Chemical Education; ITE; Learning.

## 1. Introducción

La visión que Chile presenta hacia el mundo es la de un país que busca avanzar, especialmente en la mejora de la calidad de la educación. Sin embargo, desde hace más de una década, el movimiento estudiantil en “El Año del Pingüinazo–2006” (Pardo, 2015) le exigió a la sociedad y al gobierno un cambio en la calidad de la educación, en búsqueda de una sociedad más justa con mejores oportunidades y así promover el desarrollo del país (Chávez y Heimer, 2017; Paredes y Araya, 2020; Peña, 2011). Lo cierto es que no han sido escuchados, transformándose la mejora en la calidad de la educación en una necesidad social que el 18 de octubre del año 2019 lideró el “Estallido Social”, en el cual participó una gran cantidad de estudiantes secundarios y sumó más de 75.000 personas solo en Santiago (capital de Chile). La gran desigualdad social presente en el país que condiciona todos los aspectos de los chilenos, como un sistema previsional precario, salud deficiente, el endeudamiento, las condiciones laborales, entre muchos otros focos de inequidad, han generado un Chile desigual que requiere una mejora urgente en la calidad de la educación (Luengo, 2019; Paúl, 2019). Para empeorar este escenario, hemos vivido dos años en pandemia Covid-19, frente a un virus que solo ha agravado las desigualdades sociales y educativas (CEPAL-UNESCO, 2020; Quiroz, 2020; Varguillas y Bravo, 2020).

Entidades, como la Organización de las Naciones Unidas (ONU) definen el concepto de “calidad educativa” con indicadores estandarizados, sin importar si se está en un enfoque **conductista** (asociado a la aplicación de pruebas estandarizadas) o un enfoque **constructivista** (focalizada en los procesos de aprendizaje), en torno a que los estudiantes construyan signi-

ficados y les den sentido a los aprendizajes esperados. Estos últimos, con el fin de asumir la responsabilidad de desarrollar ciudadanos integrales y sociedades más justas, equitativas y autónomas para la reducción de la pobreza ([Educación 2020, 2014; UNESCO, 2007](#)).

En concordancia a lo establecido por organizaciones internacionales como la ONU, Chile responde a través de comprometerse con la Agenda 2030, particularmente, con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) N°4, referente a la Educación de Calidad, el cual es transversal a los desafíos de reducir la pobreza y la desigualdad. Se pretende alcanzar un modelo económico que permita un desarrollo económico sostenible e inclusivo, e incluso, que fortalezca las instituciones y la democracia ([Consejo Nacional de Implementación de la Agenda 2030 y el Desarrollo Sostenible, 2017, pp. 16-18](#)). De manera similar, en la Declaración de Incheon, junto a otros 160 países, Chile se compromete a dar cumplimiento de este ODS (Educación de Calidad) para “garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa para los niños, jóvenes y adultos, al mismo tiempo que promueve oportunidades de aprendizaje a lo largo de la vida para todos” ([UNESCO, 2019, p. 38](#)). Si bien se agradece, sigue observándose la deuda en cuanto a una educación inclusiva ([Murillo y Duk, 2017](#)).

Por otra parte, los educadores nacionales reconocen la necesidad de responder a los requerimientos de los nuevos currículums, pero requieren herramientas para ello ([Reyes, Campos, Osandón y Muñoz, 2013](#)). Desde el Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas del MINEDUC (CPEIP), como organismo encargado de implementar la Ley que crea el Sistema de Desarrollo Profesional Docente y el Programa de Apoyo a la Calidad Docente 2018-2022 ([CPEIP, 2020](#)), se levanta un Modelo de Formación para el Desarrollo Profesional Docente y Directivo, que “se refiere a la formación que entrega nuevas herramientas, conocimientos disciplinares y pedagógicos, o del quehacer directivo, que evolucionan en el tiempo y que requieren incorporarse a las prácticas docentes para potenciar mejores procesos de enseñanza-aprendizaje y abordar nuevos desafíos colaborativamente, en contextos de mejoramiento institucional” ([CPEIP, 2017, p. 30](#)). Desde esta perspectiva, existen acciones para la mejora de la calidad de la formación, donde aún no se ven resultados. Pese a que se ha levantado el desafío de revertir la brecha socioeconómica y cambiar las actitudes de los estudiantes de estratos socioeconómicos más bajos, estos “presentan menos interés en las asignaturas de Lenguaje y Ciencias” y “sienten que sus colegios los han preparado menos para una carrera en el ámbito de las ciencias naturales” ([Agencia de la Calidad de la Educación, 2018a, p. 17](#)). En consecuencia, aún no se da respuesta a los referentes internacionales como la OCDE, la cual insiste en que se deben “dar más oportunidades de aprender ciencias a los estudiantes ...” como una forma de desarrollar una “competencia que ya resulta esencial en el siglo XXI, incluso para los alumnos que decidan no dedicarse a las ciencias más adelante” ([OCDE, 2016, p. 8](#)).

Pese a la necesidad de que el Profesor de ciencias lidere los procesos para obtener una educación de calidad, se siguen disminuyendo las horas asignadas a las asignaturas de ciencias. Desde el MINEDUC se propone flexibilizar el currículum y dar libertad de elección a los estudiantes. A la actividad curricular de “Ciencias para la Ciudadanía” se le asignaron solo 2 horas semanales frente al estudiante; para el Plan de Formación General y para el Plan de Formación Diferenciado si bien se dedicaron 6 horas semanales, en estos planes los estudiantes eligen 2 asignaturas entre 5 (Física, Química, Ciencias de la Salud, Biología de los Ecosistemas y Biología Celular y Molecular), con un claro énfasis en temas biológicos, siendo la Química finalmente, solo una de las posibilidades ([UCE, 2019](#)). Por su parte, los resultados obtenidos en la TIMMS 2019 mostraron un bajo rendimiento promedio en la prueba de ciencias (462), donde biología obtuvo el mayor valor (471) y química el valor más bajo (442) ([Agencia de la Calidad de la Educación, 2020](#)), por lo que los cambios curriculares parecieran acrecentar estos bajos resultados. Esta situación, que se mantiene en los últimos 5 años, fue fuertemente

discutida en nuestra universidad, y si bien se reconoce a la química como eje interdisciplinario y articulador con las otras ciencias, se ha producido una merma en el tiempo de trabajo con los estudiantes y en las horas de contrato de los profesores en el sistema escolar, por lo que no parece posible una mejora producto de los cambios curriculares en los resultados de las pruebas estandarizadas.

A nivel nacional, estudios como el SIMCE (Sistema de Medición de la Calidad de la Educación) y a nivel internacional, estudios como el ERCE (Estudio Regional Comparativo y Explanatorio), PISA (Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes), TIMSS (Estudio de las Tendencias en Matemáticas y Ciencias), ICCS (Estudio Internacional de Educación Cívica y Ciudadana), ICILS (Estudio Internacional de Alfabetización Computacional y Manejo de Información) y PIRLS (Estudio Internacional del Progreso en Competencia Lectora) buscan comparar los logros de los estudiantes chilenos con sus pares a nivel mundial, analizando su desarrollo a lo largo del tiempo, para así determinar fortalezas, debilidades de los aprendizajes y el logro de habilidades científicas. Los resultados de promedios nacionales a la fecha indican, en promedio, un bajo nivel de desempeño en todas las evaluaciones aplicadas en educación básica (1 a 8 años de educación obligatoria) y secundaria (9 a 12 años de educación obligatoria) ([Agencia de la Calidad de la Educación, 2015a, 2018b](#)). En el caso de los resultados de las pruebas internacionales; por ejemplo, en los resultados de PISA no se observan mejoras ni cambios significativos entre el año 2015 y el año 2018 ([OCDEa, 2018, p. 123](#)) (Tabla 1).

**Tabla 1**

*Resultados promedio de pruebas estandarizadas de los estudiantes chilenos en los últimos 5 años.*

| Pruebas Estandarizadas Nacionales e Internacionales | Año de Aplicación |      |      |      |      | Promedio Nacional o intervalo de resultados de Ciencias (puntos) | Referencia   |
|---|-------------------|------|------|------|------|--|--|
|   | 2015              | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |  |  |
| TIMSS   |                   |      |      |      | x    | 469 (rendimiento bajo el promedio)                               | Mullis, Martin, Foy, Kelly y Fishbein (2020).              |
|   | x                 |      |      |      |      | 454 (nivel de rendimiento Bajo 400 - 475)                        | Agencia de la Calidad de la Educación (2015a).             |
| PISA  |                   |      | x    |      |      | 444 (OCDE 500)   | OCDE (2019a).  |
|   | x                 |      |      |      |      | 447 (OCDE 500)   | OCDE(2015b), OCDE (2016).                                  |
| SIMCE (segundo medio, 10 años de escolaridad)       |                   |      |      | x    |      | sin valores, no se evaluó ciencias                               |  |
|   |                   |      | x    |      |      | 241 (hombres) y 245 (mujeres)                                    | Agencia de la Calidad de la Educación (2015b, 2018, 2019). |
|   | x                 |      |      |      |      | 243 (hombres) y 240 (mujeres) (categoría 1 < 248, la más baja)   |  |
| PSU   |                   |      |      | x    |      | 18 puntajes nacionales   | Cooperativa (2020)   |
|   |                   |      | x    |      |      | 2 puntajes nacionales  | Yévenes (2018)   |

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los resultados de la prueba TIMSS 2019 muestra que Chile continúa presentando bajos resultados promedio en matemática (441) y ciencias (469), especialmente al compararlo con los resultados promedio de Singapur (616–matemática, 595–ciencias) o Estados Unidos (515–matemática, 539–ciencias) (Mullis, Martin, Foy, Kelly y Fishbein, 2020). En los últimos 5 años, Chile ha presentado bajos resultados en el área de ciencias, sin diferencias significativas en género, pero sí relacionadas con los rendimientos en matemáticas, porcentaje de adultos con educación secundaria obligatoria, el Índice Social, Económico y Cultural (ISEC) y el Producto Interno Bruto (PIB), con brechas muy marcadas con escuelas rurales y con niveles socioeconómicos.

Por su parte, los Informes de PISA evidencian que un gran número de jóvenes no son capaces de alcanzar las competencias mínimas en las áreas de lectura, matemáticas y ciencias (8º año de enseñanza básica obligatoria u 8 años de escolaridad primaria). En forma coherente, los resultados de la prueba SIMCE de ciencias naturales muestran para los estudiantes de 2º año de enseñanza media (10º año de escolaridad, nivel secundario obligatorio) resultados bajos, al igual que para lectura y matemáticas (Agencia de la Calidad en la Educación, 2019). A pesar de los resultados obtenidos, la mayoría de los estudiantes que rindieron la prueba manifestaron que existe un gran interés por temas científicos, reconociendo la importancia de la ciencia en el mundo, pero solo una minoría declaró participar en actividades de esta temática (OCDE, 2019b). Es imperativo mantener esta imagen positiva de las ciencias y en específico, por parte del MINEDUC se hace un llamado a los docentes y/o a las Facultades de Educación a promover de manera inclusiva las ciencias. También se plantea la necesidad de realizar estudios y caracterizaciones de las prácticas pedagógicas, para crear un mejor e informado diseño de políticas educacionales a nivel nacional, local y de la escuela, que permitan tomar medidas que fomenten el aprendizaje (OCDE, 2015a).

Los antecedentes antes mencionados ponen en evidencia el bajo rendimiento académico en las pruebas estandarizadas nacionales e internacionales y pareciera que el profesor es uno de los agentes importantes en la mejora de la educación de calidad, aunque no se le den las horas suficientes de trabajo en el aula. Este artículo centra la atención en la formación de profesores, iniciando en cómo se forman en Chile y por qué es necesario para el desarrollo del país. Así también, se presentan a las TIC como un medio para promover el aprendizaje de las ciencias en escenarios que requieren responder a las motivaciones y recursos de los estudiantes.

## 2. Desarrollo

Al término de la enseñanza media (nivel de enseñanza secundaria), los futuros profesores de ciencias, al igual que todos los estudiantes chilenos, deben definir su futuro profesional y para acceder a una formación inicial deben rendir una prueba estandarizada, que hasta el año 2019 se denominó Prueba de Selección Universitaria (PSU). A partir del año 2020, la prueba está en una etapa de transición, donde se han implementado las Pruebas de Admisión Transitorias a la Educación Superior 2020 y se espera que se consolide el año 2022 (DEMRE, 2020). Este cambio se produce por el alto cuestionamiento a las brechas socioeconómicas y de género que la PSU evidenciaba; sin embargo, las pruebas de transición siguen en cuestionamiento, puesto que producen segregación, especialmente porque no se toman en cuenta los contextos de los estudiantes (Durán, 2019). Los resultados de la PSU, específicamente en la prueba de ciencias naturales del año 2018 (año académico 2019), que incluyen Biología, Física y Química, fueron los más bajos de los últimos 10 años, obteniéndose solo 2 puntajes nacionales, dos menos que el 2017 que fueron 10 de un total de 209 (Yévenes, 2018). En cuanto a la brecha de género, los resultados de la prueba PSU (2010 - 2016) muestran un desempeño promedio favorable al género masculino, donde un “75,5% de los hombres postulantes fueron seleccionados, versus un 65,8% de las mujeres postulantes” (MINEDUC, 2017, p. 59).

Los estudiantes que quieren ser profesores deben acceder al proceso de Formación Inicial Docente (FID). Se ha observado que estos estudiantes presentan un comportamiento similar en relación a los resultados de la PSU. Si se toma como ejemplo a la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (UMCE), institución con una extensa tradición en la formación inicial de profesores de ciencias que trabajan en el sistema nacional de educación, se observan intervalos acotados de resultados, que no incluyen puntajes nacionales (puntajes máximos y mínimos de cohorte 2019: biología 740-551, física 699-568, matemáticas 714-578 y química 691-522 puntos) (UMCE, 2019), observándose además, que en esta universidad los puntajes de corte están por debajo de otras universidades públicas. Estos antecedentes muestran que los estudiantes chilenos de mayor rendimiento en esta prueba estandarizada no quieren ser profesores. Lamentablemente, lo que se observa en la UMCE es una realidad nacional, tanto así, que no se han podido aumentar los valores de los puntajes de ingresos mínimos, manteniéndose hasta el año 2026, donde se espera que sea de 550 puntos el ingreso a todas las carreras de pedagogía chilenas (Educación Superior, 2019; MINEDUC, 2017).

Debido a los bajos puntajes PSU obtenidos por los estudiantes de FID de Pedagogías en Ciencias, se hizo necesario abordar las debilidades de ingreso de los estudiantes. Nuevamente, se presentan las acciones que se han realizado en la UMCE, como ejemplo de universidad estatal formadora de profesores, esperando que puedan servir de ejemplo para abordar la formación de profesores de ciencias.

Desde el año 2014, la UMCE mide el nivel de desarrollo de competencias científicas de ingreso, interviniendo a los estudiantes de primer semestre de la Facultad de Ciencias Básicas, donde están adscritas las carreras de Pedagogía en Ciencias, con un plan de nivelación de competencias científicas basado en el modelo de Indagación Científica. En el marco del proyecto UMC1302 (2014-2016), se observó al ingreso de los estudiantes un logro general insuficiente (80,8%), al igual que para las competencias de razonamiento lógico (65,4% de logro insuficiente), de modelización (92,3% de logro insuficiente) y de argumentación (65,4% de logro insuficiente), lo que resulta coherente con los puntajes de ingreso a la carrera (UMC 1302, 2016). De manera similar, desde el año 2015, se comenzaron a diagnosticar las habilidades matemáticas y de lenguaje, las que se han abordado desde el Centro de Acompañamiento del Aprendizaje (CAA), realizando acciones de mejora, tales como, talleres y tutorías de pares. Ya desde el año 2019, se han instalado acciones en los Planes de Estudio, tales como, las asignaturas de “Fortalecimiento de habilidades científicas de entrada” o “Habilidades comunicacionales” en Pedagogía en Química o “Fortalecimiento de habilidades entrada” de Pedagogía en Física (UMCE, 2020).

Los futuros profesores de ciencias, así como su FID, deben mejorar para promover la mejora de la educación, tan exigida por los jóvenes en los movimientos sociales. Así también, deben responder a las nuevas formas de enseñar que la Pandemia nos ha definido. Para ello, es necesario que los futuros docentes posean las competencias necesarias para formar a sus futuros estudiantes, quienes conforman a un nuevo ciudadano, que requiere de una forma de aprendizaje propia y característica del siglo XXI (Carvallo y Pinaud, 2014), la que está centrada en las nuevas tecnologías de la comunicación (Pardo, 2015), al igual que todos los futuros profesionales en formación. Este grupo etario se denomina *Post-Millennials* (nacidos a partir del año 2000) (Brownstein, 2018; Dimock, 2018) y requiere de una evolución en los procesos de enseñanza-aprendizaje, de acuerdo a una sociedad tecnológica dinámica (Chávez, 2020; Lazovska, 2018).

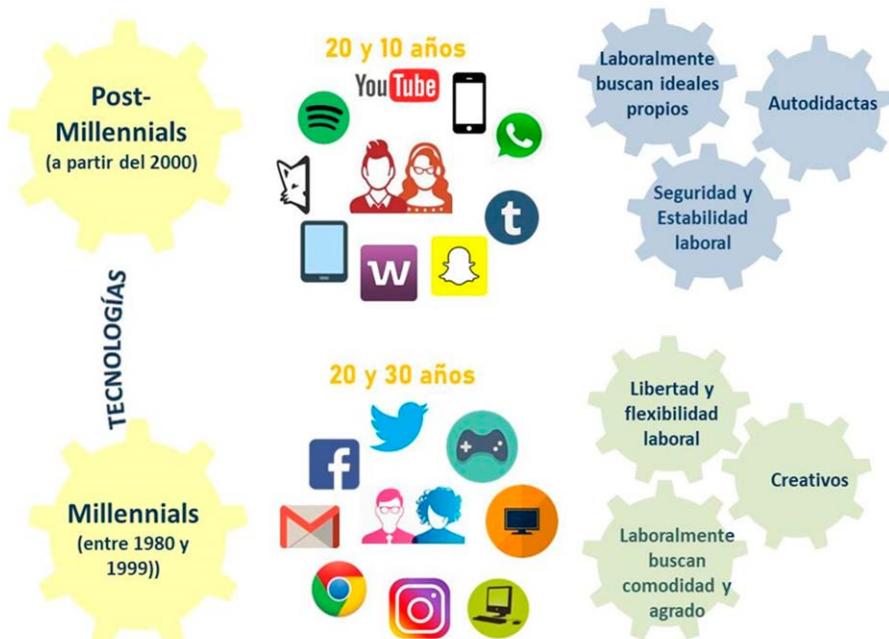
A su vez, la tecnologización de la educación va de la mano con la evolución global de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), las que actualmente han impactado en los docentes y en los estudiantes que participan en los procesos de Formación Inicial. La FID no está ajena a este impacto (Flores-Lueg y Roeg, 2016), más aún cuando las tecnologías

se transformaron en las nuevas salas de clases que permiten conectarse con los estudiantes a través de un computador o un teléfono móvil. De esta forma, el sistema educativo nacional está evolucionando y se está preparando para tomar la posta tecnológica presente en los *Millennials* (nacidos entre 1980 y 1999) (Díaz, López y Roncallo, 2017), quienes deberían integrar las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje de los *Post-Millennials* (Meneses y Antaki, 2013; Time, 2015).

Se reconoce que las herramientas, medios o recursos educativos en base a TIC median los procesos de enseñanza-aprendizaje, especialmente a través de la realización de tareas múltiples; sin embargo, el fin último de cada generación de estudiantes es diferente; por ejemplo, mientras los *Millennials* se caracterizan por la responsabilidad social que poseen y aspiran a una estabilidad financiera, los *Post-Millennials* centran sus aspiraciones en tener un trabajo de ensueño (Adrada, 2017; Bastida, 2016; Ramos-Barajas, 2017; Rosen, 2011) (Figura 1).

**Figura 1**

*Características tecnológicas de Millennials y Post-Millennials.*



Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes en formación inicial pueden ser *Millennials* o *Post-Millennials*, los primeros responden, tanto al modelo educativo tradicional como a las nuevas técnicas digitales; sin embargo, los *Post-Millennials* se inclinan más por modelos y técnicas digitales (realidad virtual, realidad aumentada, por ejemplo). En relación a cómo se comunican, los *Millennials* prefieren los mensajes de texto o voz; los *Post-Millennials* prefieren los videos para comunicarse (Thomas, 2011). De tal forma que, si bien ambas generaciones manipulan medios digitales, no tienen las mismas preferencias de uso.

Los *Millennials* son pragmáticos, de múltiples tareas, pero tienen una corta capacidad de atención (Corbisiero y Ruspini, 2018). El estilo de aprendizaje debe responder a la rapidez con que se debe presentar la información a fin de capturar su atención, considerando el período de atención corto y comportamiento de fácil distracción. Por su parte, los *Post-Millennials*

exploran las alternativas educativas, siguen el paso a paso de las soluciones de aprendizaje, siguiendo instrucciones de tutoriales de *YouTube*; y en el ámbito laboral, prefieren el desarrollo profesional. Es decir, es atractivo un trabajo donde los empleadores ofrecen oportunidades de capacitación y de desarrollo y prefieren aprender observando y haciendo más que escuchando y leyendo, diferenciándose de otras generaciones (Shatto y Erwin, 2016; Swanzen, 2018).

Los *Millennials* y los *Post-Millennials* utilizan entre 16 a 21 horas diarias de medios, lo que indica que pasan la mayor parte de sus horas de vigilia utilizando las tecnologías (Sandoval, Rodríguez y Maldonado, 2017). La tecnología y su permanente disponibilidad *on line* capta completamente la atención de estos estudiantes (Del Barrio, 2016), haciendo necesaria la generación de espacios que permitan reorientar las didácticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje y que, además, se promuevan aprendizajes de las ciencias.

Si bien las ciencias se reconocen como eminentemente experimentales y han cautivado por siglos a los estudiantes, los medios educativos experimentales son poco utilizados en la educación secundaria municipal, principalmente por la carencia de recursos e infraestructura (Viera et al., 2017). Por otro lado, los multimedios les son tremadamente interesantes y presentan requerimientos menores en infraestructura, lo que ha servido para reconocerlos como facilitadores de procesos de aprendizaje contextualizados en sus intereses, ya que permiten relacionar las tecnologías con el conocimiento (Cofré et al., 2010; Domínguez, 2015).

## 2.1 Formación Inicial Docente y tecnologías

Volviendo a la FID, las universidades formadoras de profesores tienen el desafío de responder como educadores y no solo como entrenadores de habilidades profesionales y habilidades blandas. Los futuros docentes deben entender las expectativas y preferencias de las nuevas generaciones, para seleccionar las herramientas y métodos adecuados para lograr los aprendizajes comprometidos en el currículum. La única constante con la que se puede contar es el rápido cambio de la sociedad debido a la evolución tecnológica y así, se debe contar con la evolución del paradigma educativo (Popescu, Popa y Cotet, 2019).

La utilización de TIC para la promoción de la educación a nivel nacional se ve claramente descrito como proyecto país en la Red de Enlaces, que nace hace ya tres décadas en 1992. Esta iniciativa permitió la implementación de diversas tecnologías, *software*, capacitaciones, etc. Según Enlaces, el año 2015 se masificó la entrega de computadores portátiles para estudiantes, pero no se masificaron las propuestas didácticas en base a TIC para la utilización de esta tecnología y muchas de las existentes no están orientadas al mundo escolar. Pese a que hasta el año 2016 se habían entregado casi 95 mil computadores a lo largo del país, involucrando recursos por decenas de miles de millones de pesos, la mayoría de los docentes no modificó ostensiblemente los procesos de enseñanza aprendizaje. Finalmente, no se cumplió lo afirmado por la ex-Presidenta Michelle Bachelet donde expresaba que “con estas y otras medidas en infraestructura, docencia, convivencia escolar, con programas especiales para afrontar el *bullying*, estamos materializando lo que queremos: una educación pública, cada vez de mejor calidad, una educación que entrega a todos mayores oportunidades de aprendizaje y desarrollo”. Durante el año 2017, la Red de Enlaces y el Centro de Educación y Tecnología del Ministerio de Educación trabajó en diversas iniciativas en los distintos establecimientos subvencionados del país, invitándolos a participar en proyectos que incluían recursos y capacitación, iluminación Wifi, internet en los recintos educacionales, desarrollo del pensamiento computacional y programación en los estudiantes y el Acceso Universal que promueve el aprendizaje con TIC en estudiantes con necesidades educativas especiales. Ya para el 2018, la Red de Enlaces pasa a ser el Centro de Innovación enmarcado en el Plan Nacional de Calidad, el cual tiene como objetivo el desarrollo de técnicas de aprendizaje del siglo XXI, poten-

ciando la creatividad, el pensamiento crítico y la adaptabilidad de los estudiantes, dándoles el protagonismo de su propio aprendizaje, potenciando las TIC para fomentar procesos de aprendizaje personalizados. Para el 2019, se esperaba que los establecimientos educacionales que participaran en proyectos del Centro se capacitaran en acciones formativas a docentes y/o profesionales de la asignatura de Tecnología, incluyendo a otras asignaturas, distintas a la asignatura Tecnología y al equipo directivo del establecimiento ([Enlaces, 2017, 2019](#)). Para el año 2020, en el contexto del Plan Nacional de Lenguajes Digitales, se continuó con la entrega de equipamiento reacondicionado y capacitación por estrategias de aprendizaje basado en proyectos, con fines similares a los de años anteriores ([MINEDUC, 2019](#)). Sin embargo, debido al contexto de Pandemia, el Ministerio de Educación a dispuesto de un espacio digital, que tiene como finalidad dar apoyo a las clases *online* que actualmente están realizando los establecimientos educacionales del país, poniendo a disposición diversos recursos gratuitos para los profesores y estudiante, los cuales esperan suplir las clases presenciales, como el primer paso del Plan Paso a Paso; se espera en algún momento reanudar las clases presenciales ([MINEDUC, 2020b](#)).

A pesar de todos los proyectos realizados, desde insumos, capacitaciones, implementaciones de espacios educativos para el uso y manejo de las TIC como medio para los procesos de enseñanza-aprendizaje, solo se ha revisado el nivel de desarrollo de habilidades TIC en un momento, dentro de los últimos 7 años. La única evaluación nacional de Desarrollo de Habilidades TIC realizada por el MINEDUC fue durante el año 2013, donde se midió el nivel de logro de habilidades TIC de los estudiantes del sistema escolar chileno, observando que un 46,9% de los estudiantes se encuentran en un nivel Inicial, un 51,3% estudiantes se encuentran en un nivel Intermedio y solo un 1,8% en nivel Avanzado (integrar, analizar, generar, organizar y representar) ([Enlaces, 2014](#)). De manera general, se concluye que los estudiantes, a esa fecha, habían logrado desarrollar las habilidades necesarias para comunicarse con sus pares y buscar información en medios digitales; no así, las habilidades cognitivas más complejas, como el procesamiento y generación de información, las que fueron logradas por un porcentaje muy menor de los estudiantes ([Enlaces, 2019](#)).

La falta de medios de evaluación del impacto de los recursos digitales no ha permitido caracterizar el impacto de las políticas públicas en los estudiantes, que actualmente están en la educación media y/o superior, los que poseen formas de aprendizaje propias, que requieren medios de evaluación adecuados. Las competencias digitales, entre ellas las habilidades del uso de tecnologías que poseen los estudiantes *Millennials*, y con mayor razón los *Post-Millennials*, se condicen con los tipos de tecnologías que utilizan generalmente como medio de comunicación y auto-aprendizaje. Pese a que se han entregado recursos informáticos, los docentes del sistema nacional de educación presentan un bajo desarrollo de habilidades TIC, tanto en el uso de tecnologías, como en su implementación.

Desde hace dos décadas, el MINEDUC plantea que el docente debe generar estilos de trabajo que consideren las formas de aprendizaje de sus estudiantes y sus preconceptos, tanto de los estudiantes aventajados como de los de menor rendimiento ([MINEDUC, 2003](#)), con el fin de que los docentes sean capaces de lograr la motivación de los estudiantes y así generar aprendizajes, pero siempre considerando los siguientes puntos: a) el docente debe ser capaz de desarrollar didácticas motivantes; b) la motivación debe promover el aprendizaje, para que el estudiante active sus recursos cognitivos y aprenda de manera profunda; y c) la didáctica debe lograr un objetivo exitoso y no arbitrario, ya que el aprendizaje del estudiante debe tener sentido para él y a su vez generar aprendizajes significativos, de esta forma la inclusión de la cognición en la educación de los *Post-Millennials* es clave ([Kaplan, 2017; Valenzuela, Muñoz, Silva-Peña, Gómez y Precht, 2015](#)) y pareciera estar al debe.

Si se observa a Estados Unidos, como ejemplo de un país líder en desarrollo tecnológico, este ha realizado intervenciones educativas que demuestran que una vez que los docentes trabajan gran parte de los contenidos, a través del uso de las tecnologías, sus clases se vuelven más productivas y dan apoyo real a los estudiantes, permitiéndoles analizar, sintetizar y asimilar los conocimientos propuestos en el aula (Brevik, Björk, Lund y Aanesland, 2019; Johnson, Levine, Smith y Haywood, 2010).

Pese a estar en distinto hemisferio, los adolescentes estadounidenses y chilenos se comportan de manera similar frente a las tecnologías. Pasan al menos 9 horas usando los medios, es decir, más de las horas de sueño requeridas idealmente (CNN, 2015; Eligeducar, 2017). Los primeros informes comparativos indican que en EEUU, desde hace ya una década, solo un 79% de los jóvenes no apaga su celular a menos que sea necesario, en nuestro país el 74% replica este comportamiento; un 88% de los jóvenes en EEUU duerme con su celular, mientras que en Chile se acerca con un 86%, ambos utilizan el teléfono móvil como un medio de conexión (como la navegación en Facebook) más que de comunicación (Publimetro, 2012). Los jóvenes están acostumbrados a la inmediatez y a la autoformación *on line*, el 33% de los jóvenes estadounidenses aprenden a través de tutoriales en la red, más del 20% lee libros de texto en tabletas y el 32% trabaja con sus compañeros de clase vía Internet (Jones, 2014; Ruiz, 2013). Estudios en jóvenes chilenos plantean que 9 de cada 10 estudiantes secundarios utilizan las redes sociales con fines académicos (UNIVERSIA, 2017), situación que ha permanecido en el tiempo (Reuters Institute, 2018).

Por otro lado, el uso de aplicaciones en teléfonos móviles se ha posicionado como un medio de comunicación masiva que genera gran interés para los *Post-Millennials*, quienes tienen la capacidad de moverse entre cinco pantallas a la vez como: la televisión, el teléfono móvil, el PC de escritorio, el ordenador portátil y el reproductor de música (Medina, 2016). Estos jóvenes se caracterizan por su creatividad, por tener la posibilidad de buscar información en niveles cognitivos más complejos y en operar medios de comunicación multimediales. El 81% de los jóvenes menores de 18 años usa las redes sociales, socialmente son menos prejuiciosos y su medio de comunicación y navegación es *YouTube*, *Snapchat*, *Secret*, *Whisper* y *Tumblr*, siendo los creadores de sus propios canales de *YouTube*, ya que prefieren la imagen como forma de comunicarse (Los 40, 2016). Utilizan al menos tres horas diarias en aplicaciones de sus teléfonos móviles, siendo las tres primeras *YouTube* (96%), *WhatsApp* (85%) e *Instagram* (54%) (Censo Digital, 2018), potenciándose como un espacio interesante y estratégico para captar el interés de los estudiantes que podría promover sus aprendizajes.

Los jóvenes universitarios a su vez (hoy *Millennials*), en general utilizan la mayoría de las herramientas o aplicaciones que presentan los teléfonos móviles, principalmente la mensajería instantánea y las potencialidades en el ámbito multimedial de estos dispositivos, lo que les permite acceder a diferentes recursos audiovisuales (Merino, Cabello y Merino, 2017). Dada la autonomía de las nuevas generaciones y el contexto en el cual están insertos, los estudiantes son agentes activos en su propio proceso enseñanza aprendizaje, donde aprenden y construyen su propio conocimiento. El aprendizaje cognitivo centrado en este tipo de estudiantes hace converger diversas teorías, tales como, la teoría sociocultural, la teoría constructivista, el aprendizaje auto-regulado, la cognición situada, el aprendizaje cognitivo, el aprendizaje basado en la resolución de problemas, la teoría de la flexibilidad cognitiva y la cognición distribuida (Carvallo y Pinaud, 2014). En un contexto de aprendizaje significativo, todas las teorías mencionadas se encuentran presentes en las aulas de América Latina, pero no todas poseen el desarrollo tecnológico que posee nuestro país (Tenorio Bedoya y Quiñonez, 2017).

Si la educación digital es una alternativa, los estudiantes deberían estar alfabetizados digitalmente, puesto que el año 2018 los estudiantes chilenos de 8º básico fueron parte del primer Estudio Internacional de Alfabetización Computacional y Manejo de Información (en sus siglas en inglés ICILS), obteniendo resultados bajo el promedio internacional. Este estudio tenía como base un enfoque de pensamiento crítico, colaboración y comunicación, lo que se evaluó a través de 4 dimensiones: a) Comprender el uso del computador, b) Recopilar información, c) Comunicación digital y d) Producir información. Por su parte, Chile obtuvo en promedio 476 puntos, sin diferencias significativas con los resultados obtenidos el año 2013, ubicándose en el Nivel 1 (407 a 492 puntos) de 4 niveles (Nivel 4: >661 puntos), demostrando solo un conocimiento funcional de computadores y una comprensión básica de cómo funcionan con una fuerte brecha socio económica, presentando diferencias de 93 puntos entre el Quintil 1 y 5. Estos resultados están lejos de países como Estados Unidos (519 puntos) y Finlandia (531 puntos) ([Agencia de la Calidad de la Educación, 2019; ICILS, 2018](#)).

Si se define la Educación Digital como “el acto de enseñar y aprender a través de tecnologías digitales” ([Bajpai, Semwal, Bajpai, Car y Ho, 2019](#)), se requiere que los docentes cuenten con competencias digitales. Según [Valenzuela et al. \(2015\)](#) y [Kaplan \(2017\)](#), los docentes competentes serían capaces de lograr la motivación de los estudiantes y así cumplir con el logro de aprendizajes, considerando los siguientes puntos: a) el docente debe ser capaz de desarrollar didácticas motivantes; b) la motivación debe promover el aprendizaje, para que el estudiante active sus recursos cognitivos y aprenda de manera profunda; y c) la didáctica debe lograr un objetivo exitoso y no arbitrario, ya que el aprendizaje de cada estudiante debe tener sentido para sí mismo, y a su vez generar aprendizajes significativos desde su contexto, como se ha descrito son los medios digitales. De esta forma, se lograría una educación motivante que tenga sentido para los *Post-Millennials*, donde los medios digitales van más allá de la entretenición, pues se convierten en espacios de educación.

[García, Gros y Noguera \(2013\)](#) realizaron diversas intervenciones educativas que demuestran que una vez que los docentes trabajan gran parte de los contenidos, a través del uso de las tecnologías, sus clases se vuelven más productivas y dan apoyo real a los estudiantes, permitiéndoles analizar, sintetizar y asimilar los conocimientos propuestos en el aula. Cuando se les pregunta a los estudiantes sobre la incorporación de las TIC como herramienta de apoyo en los procesos de enseñanza-aprendizaje, estos declaran percibirlas como una “herramienta didáctica dinámica, moderna, participativa e innovadora, que permite la interacción entre docente y participantes. Así mismo, favorece el trabajo colaborativo entre los estudiantes, la comunicación entre el grupo, la motivación y la superación de limitaciones” ([Carmona, 2020, p. 230](#)), por lo que a través de la utilización de las TIC se contribuiría a la formación integral de los estudiantes.

## 2.2 La Profesión Docente y el desarrollo del país

Como ya se ha descrito, para enfrentar las nuevas generaciones de estudiantes, el país debe contar con profesores calificados (ODS N°4-c de aumentar la formación de profesores calificados), competentes con el uso de TIC como medios educativos, situación que debería ser clave en entornos desfavorecidos que caminan a una sociedad más justa, siendo prioritario intervenir colegios de zonas rurales, centros educativos públicos y escuelas que reciben estudiantes vulnerables o en riesgo.

Por otra parte, se requiere aumentar las exigencias a los centros educativos superiores formadores de profesores, para garantizar que los graduados dispongan de los conocimientos y competencias necesarios para enseñar ([OCDE, 2015a](#)). En este tenor, se generó la Prueba INICIA (2008 al año 2015) la que esperaba medir, en conjunto con Universidades y expertos,

la calidad de la Formación Inicial Docente de los egresados de pedagogía en conocimientos disciplinares y pedagógicos, así como habilidades de la comunicación escrita. Los resultados arrojados de la última evaluación de esta prueba (año 2015) determinaron que el 82% de los docentes evaluados eran parte del sistema municipal, y de ellos un 70% fueron calificados como competentes (MINEDUC, 2019).

A partir del año 2016, se aplica la Prueba de Evaluación Nacional Diagnóstica (PEND), la cual se diseñó con la finalidad de medir la mejora de la FID de los futuros docentes y consta de una Prueba de Conocimientos Pedagógicos Generales (PCPG), una Prueba de Conocimientos Disciplinarios y Didácticos (PCDD) y un cuestionario de caracterización de los estudiantes de pedagogía. Actualmente, esta evaluación es un requisito de titulación para quienes cursan su penúltimo año en una de las 51 instituciones de educación superior que imparten carreras de pedagogía (CPEIP, 2019).

Los resultados de la PEND 2016, aplicada el año 2016 para profesores de química, mostraron que la Prueba de Conocimientos Didácticos y Disciplinarios de Química tuvo un porcentaje promedio nacional de logro superior al 50%. El año 2017, los dos resultados más bajos se observaron en la Prueba de Conocimientos y Contenidos Generales “La profesión docente y el sistema educacional chileno” (49%) y en la Prueba de Conocimientos Disciplinarios y Didácticos para los contenidos de compuestos orgánicos e inorgánicos: estructura y reactividad (60%) y en “Habilidades de pensamiento científico” (59%). De manera similar, los resultados en la PEND 2018 mostraron que los temas más descendidos de la Prueba de Conocimientos Disciplinarios y Didácticos corresponden a Conocimientos Científicos y su Aprendizaje (48% de respuestas correctas), seguido de Compuestos Orgánicos e Inorgánicos; Estructura y Reactividad (49% de respuestas correctas) y finalmente un 67% promedio de aprobación en “Habilidades de pensamiento Científico”, para el programa Regular de FID (CPEIP, 2019). Los resultados de las pruebas estandarizadas de la FID en ciencias, en particular la de química, han permitido identificar las áreas que se deben mejorar.

Pero, ¿Por qué hay que enseñar ciencia en Chile? ...quizás porque la educación científica, y en particular la educación química, se ha potenciado como un medio para caminar hacia el desarrollo sustentable por ser parte del problema y de la solución (Jegstad y Sennes, 2015; OCDE, 2018b).

Los resultados de las pruebas estandarizadas muestran bajos resultados en química; sin embargo, Chile posee como principal ingreso económico a la industria minera; sus minerales de Cobre, Litio y Yodo están en el primer lugar de reservas de toneladas de minerales en el ranking mundial y se espera que en los próximos años se continúe con este liderazgo, especialmente para las reservas mineras de Litio.

Las empresas mineras presentan un déficit en la mano de obra especializada, capaces de manejar tecnologías de última generación, por lo que se requiere trabajadores, técnicos y profesionales altamente especializados que permitan el desarrollo del país (CCM, 2017). Las proyecciones económicas demandan que a corto plazo el país se expanda y diversifique su economía (extracción de recursos), incremente su aporte en el conocimiento de las cadenas globales de valor y favorezca la productividad (OCDE, 2015b, 2018a). Como resultado, la naturaleza de la actividad minera genera la necesidad de que Chile aprenda química, ya que el desarrollo del país requerirá especialización en esta área y desarrollo tecnológico de punta que permita mejorar su competitividad.

Así también, el desarrollo de un país se puede medir entorno al ingreso del Producto Interno Bruto (PIB) y su inversión en innovación e I+D (Investigación y Desarrollo). Nuestro país posee unos de los menores PIB en innovación (0,4% desde el 2017 al 2019); sin embargo, lidera el Índice Mundial de Innovación (2020) en la región (América Latina y el Caribe), aun-

que su inversión sea de las más bajas. La OCDE plantea que existe una relación entre la mejora de la calidad de la educación y el aumento del crecimiento económico de un país ([OCDE, 2019a](#)) lo que pareciera seguir en deuda hasta la actualidad y más en tiempos de Pandemia.

Si Chile avanzara en el conocimiento científico, podría tener un desarrollo tecnológico mayor y podría caminar hacia el desarrollo y no solo ser un vendedor de materias primas, beneficiando la calidad de vida y avanzando a una sociedad más justa e inclusiva. La Ley N° 20.903 de Educación Superior recoge esta reflexión y plantea que el país debe tender al desarrollo y al cumplimiento de desafíos, especialmente en ámbitos sustentables, donde el sistema educacional tiene como función constituir un pilar fundamental, mejorando la calidad de manera transversal e integral en todos los niveles educativos, repositionando la educación pública en todo el territorio nacional.

En este mismo sentido, las universidades han planteado una serie de necesidades en base a las ciencias y a las tecnologías desarrolladas en el país, proponiendo la creación del Ministerio de Ciencias y Tecnología, el cual busca generar innovación tecnológica, fomentar la formación de investigadores y vincular de manera más significativa el quehacer científico-tecnológico e innovativo con las necesidades sociales a nivel nacional y regional ([MICITEC, 2016](#)), buscando como fin último promover el desarrollo del país.

En el ámbito de la educación superior, la OCDE planteó una Reforma Educativa que debe centrarse en mejorar el acceso y la calidad para los buenos estudiantes que procedan de grupos desfavorecidos, siendo un objetivo eliminar la brecha de acceso a la educación superior. Por otra parte, el financiamiento de la educación de estos estudiantes debe traducirse en mejores perspectivas profesionales ([OCDE, 2015a; 2018a](#)). Es por ello, que la formación de profesores es un punto trascendental, pues son los encargados de enseñar y capacitar a las nuevas generaciones de docentes, que motivarán y formarán los futuros profesionales en ciencias que el país requiere, encargándose de promover y desarrollar un pensamiento crítico en las nuevas generaciones que se harán cargo de las necesidades del país.

Si bien Chile ha aumentado su inversión en educación, las bases curriculares diseñadas por el MINEDUC han disminuido las horas presenciales con los estudiantes, pues solo se disponen de 2 horas para la asignatura de química en enseñanza secundaria (enseñanza media), en contraste a las 4 horas para la asignatura de matemática por semana ([MINEDUC, 2016](#)). Se ha observado que, pese a que se invierte en ciencias, esto no se aplica en la enseñanza en el aula, poniendo en cuestionamiento el logro de los aprendizajes en ciencias necesarios para innovar. Esta visión contradictoria limita el espacio de desarrollo para las ciencias en la educación secundaria (enseñanza media).

### 3. Propuesta

Dados los intereses de las generaciones *Millennials* y *Post-Millennials* y sus soportes digitales, los teléfonos móviles se potencian como medios capaces de captar su atención. Por otra parte, el cómo aprenden y se apropián de conocimientos, así como la forma en que utilizan las aplicaciones y navegan permanente en redes sociales, la educación digital promovería el logro de aprendizajes. A su vez, la manera autodidacta de cómo aprenden, replicando múltiples veces un mismo proceso, les permitiría lograr el desarrollo de una habilidad deseada de manera más autónoma ([Espinosa, 2017](#)). De esta forma, los procesos de enseñanza-aprendizaje se alinearán al contexto sociocultural y realidad de los estudiantes, promoviendo la alfabetización científica, visibilizando su utilidad para la vida y buscando una formación científica apropiada ([Rüschenpöhler y Markic, 2020](#)).

A nivel de competencias, el uso de TIC potenciaría el desarrollo de competencias instrumentales, la comunicación verbal y escrita, la comprensión lectora, competencias sistémicas,

como el aprender a aprender, el pensamiento crítico, el pensamiento complejo, las competencias intrapersonales o también denominadas habilidades blandas, el trabajo en equipo, el liderazgo, el emprendimiento y la responsabilidad social (Santos, Simões y Vieira, 2019; Morales, Benítez y Santos, 2013). Sin embargo, Bentes, Bravo y Hernández (2017) mostraron que solo el 15% de los profesores de educación secundaria (de una muestra de 20 profesores de las áreas de Lenguaje, Matemáticas, Ciencias, Historia e Inglés) son capaces de integrar las TIC eficazmente con el currículo.

Esta situación es distinta entre los académicos universitarios, quienes poseen una buena percepción sobre la Integración curricular de las TIC en la Educación Superior, por lo que la problemática a este nivel debería centrarse en incorporar las TIC en la FID; Alburquerque (2016) plantea que los estudiantes tienen facilidad para aprender de las herramientas tecnológicas, pero no con ellas. El utilizar las TIC como medios educativos se considera una competencia imprescindible que deben poseer los profesores, pues de esta manera serían capaces de motivar el uso de tecnologías en sus estudiantes, no solo con fines recreativos, sino como una herramienta de aprendizaje. De esta forma, la FID debe dar las herramientas tecnológicas para que cumplan su rol docente y logren la integración curricular de las TIC.

Boada (2017) promueve el uso de TIC y de dispositivos (computador, tabletas, teléfonos móviles, etc.), ya que incentivan la enseñanza en un ambiente inmersivo, lúdico y atrayente, así como favorecer la dedicación y concentración en las tareas, lo que aún falta desarrollar es la investigación y la validación de los medios, plataformas y recursos en los procesos de enseñanza aprendizaje, tanto en el aula como en la FID.

Rubilar, Alveal y Maldonado (2017) mostraron que los estudiantes de educación superior de carreras de pedagogía poseen un gran acceso a los recursos TIC, ya que son considerados la generación *Millennials*, así como un alto grado de alfabetización digital, lo que les permitiría acceder y utilizar las tecnologías con facilidad. Sin embargo, pareciera que no conocen ni usan programas específicos para el campo de la educación y tampoco saben cómo este dominio que poseen se puede traducir en su futuro desempeño profesional, especialmente a nivel aula.

En tiempos de Pandemia, las TIC se han potenciado como un medio estratégico para continuar el desarrollo de procesos de enseñanza-aprendizaje en todo el mundo, cuando es posible contar con los medios tecnológicos necesarios. Pese a la desigualdad en el acceso a medios tecnológicos; el aula se ha transformado en un aula virtual, especialmente en educación superior. Se reconoce que el acceso a la tecnología es segregador, tanto para los estudiantes como para los profesores. En el primer caso, está condicionado al nivel socioeconómico que provenga el estudiante; y para el profesor se centra en torno a las competencias digitales que posea.

Si se reconoce el rol trascendental del docente en la sociedad, como encargado de promover los conocimientos científicos y tecnológicos de los futuros profesionales que el país requiere, la FID debe tener una base sólida en ciencias y en el desarrollo de competencias que le permitan reforzar habilidades científicas, tales como, la creatividad, el pensamiento crítico, el trabajo cooperativo y todo ello a través de la utilización eficaz de las tecnologías (Ngai, 2017), por lo que es urgente la incorporación de TIC y competencias digitales.

Aún más, en la situación de Pandemia que actualmente vive el país y el mundo, donde los profesores chilenos reconocen la importancia de estar comunicados con sus estudiantes, los cuales ya hace casi un año no logran tener una clase presencial. Las tecnologías se han transformado en el medio de comunicación que les ha permitido conectarse en clases virtuales, compartir información, saber cómo están de salud, de ánimo o sus dificultades en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Por ejemplo, aplicaciones de telefonía móvil, como el What-

sApp, han permitido una comunicación más inmediata ([Biblioteca del Congreso Nacional, 2020](#)) entre profesores y estudiantes.

Entonces, para los jóvenes de hoy en día, el factor clave para mejorar la calidad de la educación es la integración de las TIC en medios educativos. Lo que se requiere es que los estudiantes en formación de profesores de ciencia usen los *softwares* como medios educativos, en especial en el aprendizaje de la Química, vital para el desarrollo del país.

Según [Hernández, Fernández y Baptista \(2013\)](#) y [Figueiredo, Neves, Gomes y Vicente \(2016\)](#), las TIC contribuyen al desarrollo de futuros profesionales con competencias que le permitan ser ciudadanos informados, interdisciplinares y calificados en el uso de las tecnologías, con habilidades de investigación.

Muchas de las temáticas consideradas altamente complejas en la Educación Química, como por ejemplo en Química Orgánica la temática de “Nomenclatura Orgánica”, presente en el currículum de enseñanza secundaria y terciaria, se ha abordado a través del desarrollo de *softwares* libres como *Avogadro* y *Chemsketch*, los que han resultado ser efectivos en la enseñanza y en el aprendizaje de estos contenidos complejos, mejorando los resultados en las evaluaciones, captando la atención de los estudiantes en todo momento y logrando una mayor autonomía acorde al tiempo y estilo de aprendizaje de los estudiantes. Además, se encontró que este medio educativo contribuye de manera positiva a la complejidad y abstracción de los contenidos, como una herramienta de aprendizaje complementaria ([Becerril y Chávez, 2015](#); [Benítez, 2017](#); [Moreno, 2013](#)). De manera similar, los softwares educativos, como plataformas multimediales desarrollados en base a TIC se han potenciado como herramientas didácticas integrales, ya que poseen diversos medios didácticos, que apuntan a trabajar los distintos estilos de aprendizaje dentro del aula ([Elías y Tomljenovic, 2017](#); [Qurat-ul-Ain, Aleem, Islam, Iqbal y Yousaf, 2019](#); [Schindler, Burkholder, Morad y Marsh, 2017](#)) (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Componentes descriptivos del uso de software en educación química.*

| Contenido   | Componentes Descriptivo   | Referencia  |
|---|---|---|
| Uso de <i>software</i> como Medio Educativo Aprendizaje de la Química | Estratégico para el desarrollo del país a través de la formación de los futuros profesionales con competencias que le permitan ser ciudadanos informados, interdisciplinares y cualificados en el uso de las tecnologías que además le permiten abordar habilidades de investigación.   | Hernández Fernández y Baptista (2013); Figueiredo, Neves, Gomes y Vicente (2016). |
| Utilización en Química Orgánica                                       | Avogadro y <i>ChemSketch</i> (de libre acceso)  | Moreno (2013); Becerril y Chávez (2015); Benítez (2017).                          |
| Enseñanza de la Química   | Ha sido efectivo en la enseñanza en el aprendizaje de estos contenidos, observándose una mejora en los resultados en las evaluaciones, captando la atención de los estudiantes en todo momento y logrando una mayor autonomía acorde al tiempo y estilo de aprendizaje de los estudiantes, en base a un trabajo cooperativo. Además, se encontró que este medio educativo contribuye de manera positiva a la complejidad y abstracción de los contenidos, como una herramienta de aprendizaje complementaria. | Moreno (2013); Becerril y Chávez (2015); Benítez (2017).                          |

|   |   |  |
|---|---|--|
| Softwares Educativos Multimediales  | Presentados como herramientas didácticas integrales, ya que poseen diversos medios de explotación didáctica, que apuntan a trabajar los distintos estilos de aprendizaje dentro del aula.   | Elías y Tomljenovic, 2017; Schindler, Burkholder, Morad y Marsh, 2017; Qurat-ul-Ain, Aleem, Islam, Iqbal y Yousaf, 2019. |
| Uso de TIC y dispositivos (computador, tabletas, teléfonos móviles, etc.) | Tienen como objetivo incentivar la enseñanza en un ambiente inmersivo, lúdico y atrayente, así como favorecer la dedicación y concentración en las tareas, aún es necesario investigar y validar estos medios en los procesos de enseñanza aprendizaje. | Boada, 2017.   |

Fuente: Elaboración propia.

El desarrollo de estrategias didácticas, modelos y enfoques educativos que permiten desarrollar entornos de aprendizaje complementados con el uso de TIC, como es el caso del modelo Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK, por sus siglas en inglés) elaborado por [Mishra y Koehler \(2006\)](#) y [Koehler y Mishra \(2008\)](#), quienes se basaron en el análisis del conocimiento didáctico del Contenido (PCK), diseñado inicialmente por [Shulman \(1986, 1987\)](#), actualmente es considerado un modelo integral-sistémico. Según [Colorado, Morales y Zárate \(2017\)](#) este modelo podría permitir que los futuros docentes logren integrar de manera didáctica el Conocimiento Tecnológico (TK) en sus prácticas. Tanto el TK, como el Conocimiento Contenido (CK), el Conocimiento Pedagógico (PK) y sus posibles interrelaciones, permitirían definir en qué contexto serán desarrollados. El TPACK se considera como “un modelo integral-sistémico que pueda sobreponer cierto determinismo tecnológico o pedagógico” (Tabla 3).

[Salas-Ruedas \(2018\)](#) implementó el modelo TPACK utilizando recursos TIC como el software *Raptor*, los videos de *YouTube* y la red social Facebook en actividades escolares de la asignatura de Matemáticas Computacionales, con ello, lograron mejorar el rendimiento académico en la asignatura de Lógica de Predicados para la carrera de la Licenciatura en Gestión de Negocios y Tecnologías de Información. En química, también existen acciones en base a este modelo desde un contexto que aborda problemáticas de la Química. [Rodríguez-Becerra et al. \(2020\)](#) mostraron que los estudiantes en formación de profesores de química declaran una buena percepción del uso de softwares del área de la química computacional, logrando un medio óptimo para desarrollar aprendizajes en química (interacciones moleculares) y el desarrollo de habilidades científicas (Tabla 3).

**Tabla 3**

*Componentes del Modelo del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK).*

|   | Componentes Descriptivo   | Referencia  |
|---|---|---|
| Elaborado inicialmente por Shulman                    | Basado en el análisis del conocimiento didáctico del Contenido (PCK).   | Shulman (1986, 1987); Mishra y Koehler (2006); Koehler y Mishra (2008). |
| Modelo Integral-Sistémico                             | Puede ir más allá del determinismo tecnológico o pedagógico.  | Aguilar (2017); Cabero (2014).  |
| Se integra en la Práctica Docente de manera didáctica | Conocimiento Tecnológico (TK), Conocimiento Contenido (CK) y el Conocimiento Pedagógico (PK) y sus posibles interrelaciones, en un contexto a definir a ser desarrollado. | Aguilar (2017).   |

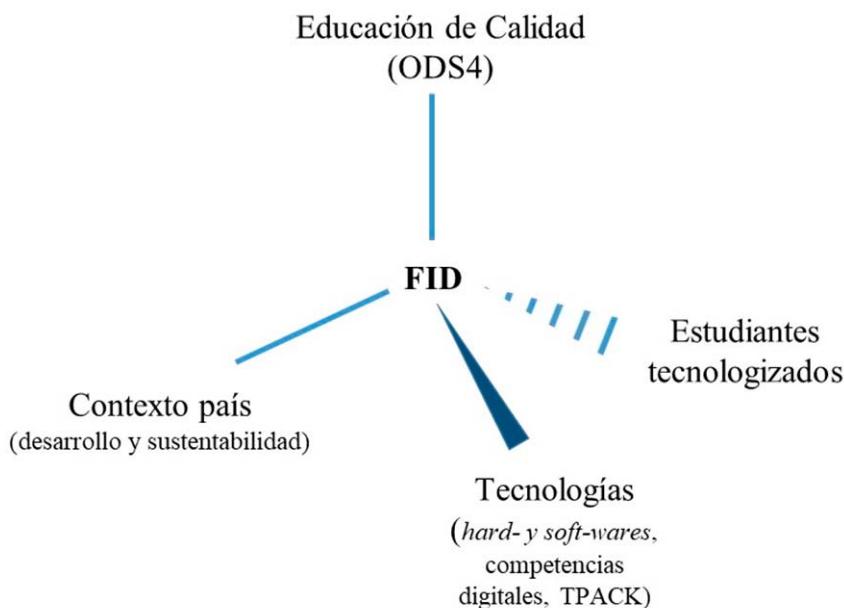
|   |  |  |
|---|--|--|
| Implementación TIC - Química                | Uso <i>software Raptor</i> , los videos de <i>YouTube</i> y la red social <i>Facebook</i> en las actividades escolares de la asignatura Matemática Computacional.  | Salas-Rueda (2018).  |
| Implementación con TIC Matemática - Química | Modelado informático y análisis estadístico (hojas de cálculo y gráficos, Excel, hojas de cálculo químicas, <i>Software</i> de modelado matemático y álgebra simbólica, Maple, Visor y editor de moléculas, Mecánica cuántica, Modelado QSAR/ADMET, Proyección virtual y diseño de ligandos, Dinámica molecular y Suites computacionales). Recursos web científicos (Base de datos bioinformática y quimioinformática).  | Rodríguez-Becerra, Cáceres-Jensen, Díaz, Druker, Bahamonde, Pernaa, et al. (2020).   |
| Implementación en Ciencias Sociales         | Blog titulado “Blog Queando”, medio para compartir información y conocimiento de manera permanente, entre docentes y estudiantes, divulga actividades y dinámicas colectivas.  | Medina y Parra (2017).   |
| Resultados de Investigaciones               | <p><b>Matemáticas:</b> Mejora en el rendimiento académico en la asignatura de Lógica de Predicados para la carrera de la Licenciatura en Gestión de Negocios y Tecnologías de Información.</p> <p><b>Química:</b> Medio óptimo para desarrollar aprendizajes en química y el desarrollo de habilidades científicas.</p> <p><b>Ciencias Sociales:</b> Capacitación en TIC de docentes y estudiantes de FID del área de Ciencias Sociales, como una estrategia mediadora que beneficia los procesos de enseñanza y aprendizaje motivados por transformar las prácticas de aula, desarrollar de habilidades de pensamiento crítico y generar aprendizajes significativos en los procesos de enseñanza y aprendizaje, donde el docente actúa como facilitador y guía debe propiciar estrategias innovadoras.</p> | <p>Salas-Rueda (2018).</p> <p>Rodríguez-Becerra, Cáceres-Jensen, Díaz, Druker, Bahamonde, Pernaa, et al. (2020).</p> <p>Medina y Parra (2017).</p> |

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, las TIC y los medios educativos digitales resultan ser estratégicos para abordar el aprendizaje de la química que, si bien es considerada una de las áreas de las ciencias naturales con mayor grado de dificultad para los estudiantes a nivel de educación secundaria y terciaria, es necesaria para el desarrollo del país (Figura 2).

**Figura 2**

*Propuesta de Formación Inicial Docente en el contexto de la sustentabilidad y el interés de los estudiantes.*



Fuente: Elaboración propia.

#### 4. Conclusión

Se reconocen los bajos rendimientos de las pruebas estandarizadas y su coherencia con las competencias de ingreso de los estudiantes, lo que hace urgente realizar ajustes en los procesos de enseñanza-aprendizaje que se traduzcan en una mejor preparación de los estudiantes. Una mejora en la calidad de la educación, especialmente en la FID en ciencias, se traducirá en que el profesor, como agente de cambio, dispondrá de las herramientas necesarias para abordar su rol docente en el contexto de sus estudiantes.

El aprendizaje de las ciencias es muy relevante, tanto en la enseñanza media (educación secundaria) como en la educación superior (educación terciaria), ya que en un país que centra su economía en la venta de materias primas, se requiere promover la generación de profesionales que el país requiere para caminar hacia la tecnologización y dar valor agregado a estas materias primas y así caminar al desarrollo sustentable del país.

El llamado es a posicionar el aprendizaje de las ciencias, particularmente la química, ya que se reconoce como un área de innovación en Chile, capaz de promover un desarrollo sustentable.

Así también, al intervenir la FID en las carreras de Pedagogía en Ciencias, con énfasis en el uso de TIC que respondan al desafío de considerar los intereses de sus futuros estudiantes *Post-Millennials*, desde las competencias que los motivan y las que ellos mismos deberían desarrollar.

Finalmente, el abordar el ODS N°4 “Educación de Calidad” desde la FID contribuiría a una educación de calidad, donde los profesores estuviesen calificados para formar en ciencias y

motivar a los jóvenes chilenos a lograr aprendizajes contextualizados, acordes con sus intereses. Seguir carreras científicas que desarrolle la Innovación y la I+D que requiere el país podría disminuir la tremenda desigualdad que vive Chile y lograr una sociedad más justa y equitativa.

### Agradecimientos

Se agradece al Programa de Doctorado de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, que mediante su programa de becas se hizo partícipe de este estudio. Se agradece a Gabriela Alarcón por su ayuda en la traducción al inglés del resumen del presente artículo.

### Referencias

- Adrada, R. (2017). *The Next Generation: Business Performance*. Blog Roque Adrada. Recuperado de <https://blogs.deusto.es/RoqueAdrada/>.
- Agencia de la Calidad de la Educación (2020). *TIMSS 2019, Estudio Internacional de Tendencias en Matemática y Ciencias. Presentación nacional de resultados*. Recuperado de [http://archivos.agenciaeducacion.cl/Resultados\\_TIMSS\\_2019\\_final.pdf](http://archivos.agenciaeducacion.cl/Resultados_TIMSS_2019_final.pdf).
- Agencia de la Calidad de la Educación (2019). *Resultados Educativos 2018*. Recuperado de [http://archivos.agenciaeducacion.cl/Conferencia\\_EERR\\_2018.pdf](http://archivos.agenciaeducacion.cl/Conferencia_EERR_2018.pdf).
- Agencia de la Calidad de la Educación (2018a). *Hallazgos en Estudios de Calidad de la Educación (2014-2017)*. Recuperado de [http://archivos.agenciaeducacion.cl/Estudio\\_hallazgos\\_FINAL.pdf](http://archivos.agenciaeducacion.cl/Estudio_hallazgos_FINAL.pdf).
- Agencia de la Calidad de la Educación (2018b). *Evaluaciones Nacionales e Internacionales de Aprendizaje Período 2004-2016*. Agencia de la Calidad de la Educación. Recuperado de [http://archivos.agenciaeducacion.cl/Evaluaciones\\_nacionales\\_e\\_internacionales\\_de\\_aprendizajes\\_2004\\_2016.pdf](http://archivos.agenciaeducacion.cl/Evaluaciones_nacionales_e_internacionales_de_aprendizajes_2004_2016.pdf).
- Agencia de la Calidad de la Educación (2015a). *Resultados TIMSS Chile 2015*. Agencia de la Calidad de la Educación. Recuperado de [http://archivos.agenciaeducacion.cl/TIMSS\\_presentacion\\_BAJA.pdf](http://archivos.agenciaeducacion.cl/TIMSS_presentacion_BAJA.pdf).
- Agencia de la Calidad de la Educación (2015b). *Informe Técnico SIMCE 2015*. Recuperado de [http://archivos.agenciaeducacion.cl/Informe\\_Tecnico\\_SIMCE\\_2015\\_Final.pdf](http://archivos.agenciaeducacion.cl/Informe_Tecnico_SIMCE_2015_Final.pdf).
- Alburquerque, C. (2016). Integración curricular de TIC en la Formación Inicial Docente: Uso y percepción de académicos universitarios. *Revista Estudios Hemisféricos y Polares*, 7 (2), 41-58. Recuperado de <https://www.revistaestudioshemisfericosypolares.cl/ojs/index.php/rehp/article/view/135>.
- Bajpai, S., Semwal, M., Bajpai, R., Car, J. y Ho, A. (2019). Health professions' digital education: review of learning theories in randomized controlled trials by the Digital Health Education Collaboration. *Journal of Medical Internet Research*, 21(3). Recuperado de <https://www.jmir.org/2019/3/e12912/>.
- Bastida, A. (2016). *Factores económicos que influyen en la compra de TICS en los Millennials de la ZMG*. Universidad de Guadalajara. Recuperado de <https://www.researchgate.net/project/Factores-económicos-que-influyen-en-la-compra-de-TICS-en-los-Millennials-de-la-ZMG>.
- Becerril, F. y Chávez, L. (2016). *Chemsketch para aprender química orgánica*. Escuela preparatoria UAEMex. Recuperado de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/32907/CHEMSKETCH+PARA+APRENDER+QU%CDMICA+ORG%C1NICA+C.pdf;jsessionid=628CABE9E71728B9817931834B893A32?sequence=1>.

- Benítez, G.M. (2017). Inserción de las TIC en el aula como utopía necesaria para la innovación de la Educación Superior. *Revista de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades*, 4 (1). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6069617>.
- Bentes, J., Bravo, L., y Hernández, F. (2017). Las TIC en la integración curricular transversal del quehacer educativo. *Conhecimento & Diversidade*, 9(17), 48-60. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.18316/rct.v9i17.3736>.
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (2020). *La comunicación entre docentes y estudiantes en el tiempo del COVID-19*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Recuperado de <https://www.bcn.cl/delibera/pagina?tipo=1&id=la-comunicacion-entre-docentes-y-estudiantes-en-tiempo-del-covid-19.html>.
- Boada, P. (2017). Software Educativo multimedia apoyado en tecnologías libres para apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje en la asignatura arquitectura del computador. *Dialéctica*, 1 (13), 59-84. Recuperado de <http://150.187.142.103/index.php/dialectica/article/view/5465>.
- Brevik, L., Björk, G., Lund, A., y Aanesland, T. (2019) Transformative agency in teacher education: Fostering professional digital competence. *Teaching and Teacher Education*, 86, 1-15. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.07.005>.
- Brownstein, R. (2018). *Parkland students are first glimpse of post-millennial wave that will change the country*, CNN. Recuperado de <https://edition.cnn.com/2018/02/27/politics/post-millennial-wave-generation-change-voters-diversity/index.html>.
- Carmona, C. (2020). Virtualidad como herramienta de apoyo a la presencialidad: Análisis desde la mirada estudiantil. *Revista de Ciencias Sociales*, 26(1), 219-232. Recuperado de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rccs/article/view/31321/32400>.
- Carvallo, P., y Pinaud, N. (2014). *Estudio de los Millennials Chilenos en el mercado laboral* (Tesis de Maestría). Universidad de Chile, Santiago, Chile. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117375/Carvallo%20Rencoret%20Paulina.pdf?sequence=1>.
- CCM (2017). *Consejo de Competencias Mineras. Fuerza Laboral de la Gran Minería Chilena 2017-2026 Diagnóstico y recomendaciones*. Consejo Minero. Recuperado de [http://www.ccm.cl/wp-content/uploads/2017/11/ReporteCCM\\_13-11\\_FINAL.pdf](http://www.ccm.cl/wp-content/uploads/2017/11/ReporteCCM_13-11_FINAL.pdf).
- Censo Digital (2018). *Censo Digital VTR Internet Segura 2018*. Recuperado de [https://www.subtel.gob.cl/wp-content/uploads/2019/02/PPT\\_Internet\\_Segura-1.pdf](https://www.subtel.gob.cl/wp-content/uploads/2019/02/PPT_Internet_Segura-1.pdf).
- CEPAL-UNESCO (2020). *La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19*. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf000374075?posInSet=1&queryId=6606d041-e555-4f06-b4c4-42ea1b4153e9>.
- Chávez, N. (2020). *Internet, tecnología... Los millennials están transformando la educación*. Sinembargo. Recuperado de <https://www.sinembargo.mx/02-02-2020/3722783>.
- Chávez, A., y Heimer, M. (2017). Desigualdad Educativa y el Neoliberalismo en la Educación Chilena. *INNOVA Research Journal*, 2(3), 167-175.
- CNN (2015). *Los adolescentes pasan 9 horas al día usando los medios*. CNN, Estados Unidos 2015. Recuperado en <https://cnnespanol.cnn.com/2015/11/03/los-adolescentes-pasan-9-horas-al-dia-usando-los-medios-segun-informe/#0,%20acceso:%2029%20de%20Mayo%202017>.
- Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibáñez, D., y Vergara, C. (2010). La educación científica en Chile: debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de ciencia. *Estudios Pedagógicos*, 36(2), 279-293. Recuperado de <http://www.scielo.cl/pdf/estped/v36n2/art16.pdf>.

- Colorado, B., Morales, B., y Zárate, R. (2017). *Las TIC para la enseñanza de las ciencias en la formación de docentes de educación*. Mérida, Yucatán - México. Recuperado de <http://www.conisen.mx/memorias/memorias/1/C200117-R118.docx.pdf>.
- Cooperativa (2020). *PSU Admisión 2019*. Recuperado de <https://www.cooperativa.cl/noticias/pais/educacion/psu/psu-seis-de-cada-diez-puntajes-nacionales-se-concentraron-en-la-region/2020-02-24/184949.html>.
- Consejo Nacional de Implementación de la Agenda 2030 y el Desarrollo Sostenible (2017). *Informe Nacional Voluntario*. Recuperado de <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/15776Chile.pdf>.
- Corbisiero, F., y Ruspini, E. (2018). Millennials and Generation Z: Challenges and Future Perspectives for International Tourism. Guest editorial. *Journal of Tourism Futures*, 4(1), 3-6. Recuperado de <https://doi.org/10.1108/JTF-03-2018-069>.
- CPEIP (2020). *Marco Referencial para la Calidad Docente*. Recuperado de <https://www.cpeip.cl/instrumentos-referenciales-calidad-docente/>.
- CPEIP (2019). *Informe complementario Resultados de Evaluación Nacional Diagnóstica de la Formación Inicial Docente 2018*. CPEIP. Recuperado de <https://www.cpeip.cl/wp-content/uploads/2019/06/Informe-complementario-END-2018.pdf>.
- CPEIP (2017). *Catálogo de Acciones Formativas 2017*. CPEIP- Ministerio de Educación. Recuperado de <https://bibliotecadigital.mineduc.cl/bitstream/handle/20.500.12365/2128/mono-948.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- DEMRE (2020). *Prueba de Transición Universitaria*. Recuperado de <https://demre.cl/la-prueba/que-es-la-prueba-transicion/tablas-comparativas-admision-2020-admision-2021>.
- Del Barrio, A. (2016). *Así usan los Millennials las redes*. El Mundo. Recuperado de <https://www.elmundo.es/tecnologia/2016/03/08/56dd5c02ca47418f6a8b458a.html>.
- Díaz, S., López, L., y Roncallo, L. (2017). Entendiendo las generaciones: una revisión del concepto, clasificación y características distintivas de los Baby Boomers, X y Millennials. *Clío América*, 11(22), 188-204. Doi: 10.21676/23897848.2440.
- Dimock, M. (2018). *Defining generations: Where Millennials End and Post-Millennials Begin. Report from the Pew Research Center*. Recuperado de <http://pewrsr.ch/2GRbL5N>.
- Domínguez, R. (2015). Nuevas Tecnologías y Educación en el siglo XXI. *Eticanet*, 4, 1-13. Recuperado de [http://www.ugr.es/~sevimeco/revistaeticanet/Numero4/Articulos/Formateados/NTIC\\_SXXI.pdf](http://www.ugr.es/~sevimeco/revistaeticanet/Numero4/Articulos/Formateados/NTIC_SXXI.pdf).
- Durán, F. (2019). Pruebas estandarizadas para el acceso a la educación superior en Chile: performatividad y subjetividad de los estudiantes. *Calidad en la educación*, (50), 180-215. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.31619/caledu.n50.723>.
- Educación 2020 (2014). *La reforma educativa que chile necesita*. Recuperado de <http://www.educacion2020.cl/sites/default/files/hdr.pdf>.
- Educación Superior (2019). *Proyecto de ley amplía plazos para aumento de puntajes de ingreso a carreras de Pedagogía*. Recuperado de <https://educationsuperior.mineduc.cl/2019/12/26/proyecto-de-ley-amplia-plazos-para-aumento-de-puntajes-de-ingreso-a-carreras-de-pedagogia/>.
- Eligeducar (2017). *El 32% de alumnos chilenos navega más de seis horas al día*. Recuperado de <http://www.eligeducar.cl/32-alumnos-chilenos-navega-mas-seis-horas-al-dia>.
- Elías, M., y Tomljenovic, M. (2017). Propuesta Educativa para el desarrollo de habilidades TIC con un enfoque didáctico en el área de la química orgánica en la Educación Secundaria (Enseñanza Media). *Revista Chilena de Educación Científica*, 16 (1), 43-50.

- Enlaces (2019). *Ministro de Educación lanza Centro de Innovación Mineduc y presenta el Plan Nacional de Lenguajes Digitales*. Recuperado de <http://www.enlaces.cl/ministro-de-educacion-lanza-centro-de-innovacion-mineduc-y-presenta-el-plan-nacional-de-lenguajes-digitales/>.
- Enlaces (2017). *Proyectos Enlaces*. Recuperado de <http://www.enlaces.cl/proyectos/?cat-año=174&cat-proyecto=0&sp=1>.
- Enlaces (2014). *Informe Resultados SIMCE TIC 2013*. Recuperado de <http://www.enlaces.cl/evaluacion-de-habilidades-tic/simce-2013/resultados/>.
- Espinosa, A. (2017). Profesores "migrantes digitales" enseñando a estudiantes "nativos digitales". *MediSur*, 15(4), 463-473. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/ms/v15n4/ms04415.pdf>.
- Espinosa, R., Rodríguez, R., y Olvera, M. (2017). *El uso de las TIC, TAC, TEP, para desarrollar competencias empresariales y comunicativas en los estudiantes universitarios*. Tecsistecatl, Grupo Eumed.net (Universidad de Málaga). Recuperado de <https://ideas.repec.org/a/erv/tecsis/y2017i2103.html>.
- Figueiredo, M., Neves, J., Gomes, G., y Vicente, H. (2016). Assessing the Role of General Chemistry Learning in Higher Education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 228, 161–168. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042816309508>.
- Flores-Lueg, C., y Roig, R. (2016). Percepción de estudiantes de Pedagogía sobre el desarrollo de su competencia digital a lo largo de su proceso formativo. *Estudios pedagógicos*, 42(3), 129-148. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052016000400007>.
- García, I., Gros, B., y Noguera, I. (2013). Autorregulación del aprendizaje mediante un PLE: definición del entorno just4Me. (Ed.). *Aprendizaje y educación en la sociedad digital*, (pp. 26-48). Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Hernández, S., Fernández, C., y Baptista, L. (2013). *Metodología de la Investigación* (5ta Edición.), Mc Graw Hill.
- ICILS (2018). *Entrega de Resultados ICILS 2018 de la Agencia de la Calidad de la Educación*. Recuperado de [http://archivos.agenciaeducacion.cl/PRESENTACION\\_ICILS.pdf](http://archivos.agenciaeducacion.cl/PRESENTACION_ICILS.pdf).
- Índice Mundial de Innovación (2020). *Informe del índice mundial de innovación 2020 ;Quién financiará la innovación? Principales Conclusiones*. Recuperado de [https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/reportpdf/GII\\_2020\\_KeyFindings\\_ES\\_web.pdf](https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/reportpdf/GII_2020_KeyFindings_ES_web.pdf).
- Jegstad, K., y Sinnes, A. (2015). Chemistry Teaching for the Future: A model for secondary chemistry education for sustainable development. *International Journal of Science Education*, 37(4), 655-683. Doi: 10.1080/09500693.2014.1003988.
- Jones, M. (2014). *5 Ways to Redefine and Retell your Brand's Story*. Marketo Blog. Recuperado de <http://blog.marketo.com/2014/08/5-ways-to-redefine-and-retell-your-brands-story.html>.
- Johnson, L., Levine, A., Smith, R., y Haywood, K. (2010). Key emerging technologies for elementary and secondary education. *Education Digest*, 76, 36-40. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/284378007\\_Key\\_emerging\\_technologies\\_for\\_elementary\\_and\\_secondary\\_education/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/284378007_Key_emerging_technologies_for_elementary_and_secondary_education/citation/download).
- Kaplan, D. (2017). Online Teacher Training of Cognition and Learning in Education. *Psychology*, 8, 373-386. Recuperado de <https://doi.org/10.4236/psych.2017.83023>.
- Lazovska, D. (2018). *Millennials quieren empleos en compañías responsables*. Expoknews. Recuperado de <https://www.expoknews.com/etiqueta/generacion-millennial/>.

- Los 40 (2016). *¿A qué generación perteneces según tu edad?*. Recuperado de [https://los40.com/los40/2016/02/05/actualidad/1454681312\\_862482.html](https://los40.com/los40/2016/02/05/actualidad/1454681312_862482.html).
- Luengo, P. (2019). *Cabros, esto no prendió: protestas estudiantiles, desobediencia civil y estallido social en Chile*. CIPER/Académico. Recuperado de <https://ciperchile.cl/2019/10/26/cabros-esto-no-prendio-protestas-estudiantiles-desobediencia-civil-y-estallido-social-en-chile/>.
- Medina, C. (2016). Los millennials su forma de vida y el streaming. *Revista Gestión y Estrategia*, 50, 121-137. Recuperado de <https://goo.gl/3P1zP7>.
- Meneses, M., y Antaki, V. (2013). *Perspectivas en Comunicación y Periodismo 3. Tecnológico de Monterrey*. Primera Edición. México. Recuperado de [https://www.academia.edu/7291372/Perspectivas\\_en\\_Comunicaci%C3%B3n\\_y\\_Periodismo\\_3](https://www.academia.edu/7291372/Perspectivas_en_Comunicaci%C3%B3n_y_Periodismo_3).
- Merino, E., Cabello, J., y Merino, E. (2017). El teléfono móvil y los estudiantes universitarios: una aproximación a usos, conductas y percepciones. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 51, 81-96. Recuperado de <https://recyt.fecyt.es/index.php/pixel/article/view/61737>.
- MICITEC (2016). *Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación*. Gobierno de Chile. Recuperado de <https://www.gob.cl/ministerios/ministerio-de-ciencia-tecnologia-conocimiento-e-innovacion/>.
- MINEDUC (2020a). *Plan Común de formación general - Ciencias para la ciudadanía*. Recuperado de [https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-140116\\_programa.pdf](https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-140116_programa.pdf).
- MINEDUC (2020b). *Abrir las escuelas paso a paso*. Recuperado de [https://sigamosaprendiendo.mineduc.cl/?gclid=Cj0KCQiAqo3-BRDoARIsAE5vnaK0ikp8XbDiAIJkEGCjeC-VBg\\_H2eoxp-hYemitiBrrw2953xfT4e0JQaAsg7EAJw\\_wcB](https://sigamosaprendiendo.mineduc.cl/?gclid=Cj0KCQiAqo3-BRDoARIsAE5vnaK0ikp8XbDiAIJkEGCjeC-VBg_H2eoxp-hYemitiBrrw2953xfT4e0JQaAsg7EAJw_wcB).
- MINEDUC (2019). *Chile Aprende Más: el Plan de Mineduc para lograr una educación de calidad*. Ministerio de Educación. Recuperado de <https://www.mineduc.cl/2019/03/05/chile-aprende-mas/>.
- MINEDUC (2017). *Documento de Trabajo N°2 - Brechas de género en el Sistema Único de Admisión a la Educación Superior*. Centro de Estudios del MINEDUC. Recuperado de <https://centroestudios.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/100/2017/06/DctoTrabajo2-Genero.pdf>.
- MINEDUC (2016). *Resultados Evaluación Docente 2015*. Recuperado de [https://www.docentes.cl/docs/Resultados\\_Evaluacion\\_Docente\\_2015.pdf](https://www.docentes.cl/docs/Resultados_Evaluacion_Docente_2015.pdf).
- MINEDUC (2003). *Marco para la Buena Enseñanza*. Ministerio de Educación, Santiago, Chile, Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas. Recuperado de <https://www.cpeip.cl/marco-buena-ensenanza/>.
- Morales R., Benítez H., y Santos, D. (2013). Habilidades para la vida (cognitivas y sociales) en adolescentes de una zona rural. *REDIE: Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 15(3), 98-113. Recuperado de <https://redie.uabc.mx/redie/article/view/564/820>.
- Moreno, G. (2013). *Efectividad del uso del software Avogadro en la enseñanza y aprendizaje de la nomenclatura orgánica* (Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales) Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/12698/1/8412011.2013.pdf>.
- Murillo, J., y Duk, C. (2017). El ODS 4 (y el 16) como meta para los próximos años. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 11(2), 11-13. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-73782017000200001>.

- Mullis, I., Martin, M., Foy, P., Kelly, D., y Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science*. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. Recuperado de <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/international-results/>.
- Ngai, C. (2017). *An Investigation of Chemical Identity Thinking* (Tesis de Maestría). University of Massachusetts Boston. Recuperado de [https://scholarworks.umb.edu/doctoral\\_dissertations/336/](https://scholarworks.umb.edu/doctoral_dissertations/336/).
- OCDE (2019a). *Perspectivas económicas de América Latina 2019*. Desarrollo en transición, OECD Publishing, Paris. Recuperado de <https://doi.org/10.1787/g2g9ff1a-es>.
- OECD (2019b). *PISA 2018 Results* (Volume I). What Students Know and Can Do, PISA, OECD Publishing, Paris. Recuperado de <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>.
- OCDE (2018a). *Estudios económicos de la OCDE: Chile, 2018*. Recuperado de <https://www.oecd.org/economy/surveys/Chile-2018-OECD-economic-sruvey-Spanish.pdf>.
- OCDE (2018b). *Sustainable Chemistry*. Recuperado de <http://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/sustainablechemistry.htm>.
- OCDE (2016). *PISA 2015 Resultados Claves*. Recuperado de [http://www.dgec.mep.go.cr/sites/all/files/dgec\\_mep\\_go\\_cr/pisa\\_documentos\\_adjuntos/resultados\\_pisa\\_2015\\_espapdf](http://www.dgec.mep.go.cr/sites/all/files/dgec_mep_go_cr/pisa_documentos_adjuntos/resultados_pisa_2015_espapdf).
- OCDE (2015a). *Estudios económicos de la OCDE Chile*. Recuperado de <https://www.oecd.org/eco/surveys/Chile-2015-vision-general.pdf>.
- OCDE (2015b). *Programa para la evaluación internacional de estudiantes OCDE*. Agencia de la Calidad de la Educación. Recuperado de [http://archivos.agenciaeducacion.cl/Resultados\\_PISA2015.pdf](http://archivos.agenciaeducacion.cl/Resultados_PISA2015.pdf).
- Pardo, M. (2015). Nuevas Reformas de Participación Ciudadana en Chile: Hacia un Demócracia del siglo XXI. *Revista de Estudios Políticos y Estratégicos*, 3, 14-41. Recuperado de <http://revistape.blogutem.cl/files/2015/09/revista-epe-vol3-n1-nuev-formas-de-participacion-ciudadana-en-chile-hacia-una-democracia-del-siglo-XXI-pag14-41.pdf>.
- Paredes J., y Araya, C. (2020). La educación chilena, ¿no se vende? Movilización estudiantil y la configuración del problema público universitario. *Polis Revista Latinoamericana*, (57), 251-271. Doi: <http://dx.doi.org/10.32735/S0718-6568/2020-N57-1573>.
- Paúl, F. (2019). *Protestas en Chile: 4 claves para entender la furia y el estallido social en el país sudamericano*. BBC. Recuperado de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-50115798>.
- Peña, C. (2011). Desigualdad Educativa y la necesidad de un enfoque de justicia social en la Formación Docente. *Revista del Centro Telúrico de Investigaciones Teóricas*, 1(2), 1-20. Recuperado de <http://www.pedagogiapucv.cl/wp-content/uploads/2017/02/Pe%C3%81la.-2011.-Desigualdad-Educativa-Y-La-Necesidad-De-Un-Enfoque-De-Justicia.pdf>.
- Popescu, D., Popa, D., y Cotet, B. (2019). Preparando a los estudiantes para la Generación Z: consideraciones sobre el currículo de impresión 3D. *Propósitos y Representaciones*, 7(2), 240-268. Doi: <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.280>.
- Publimetro (2012). *La mayoría de los jóvenes en Chile y EEUU usan los celulares para enviar mensajes*. Publimetro. Recuperado de <https://www.publimetro.cl/cl/teknik/2012/12/04/mayoria-jovenes-chile-eeuu-celulares-enviar-mensajes.html>.
- Quiroz, C. (2020). Pandemia Covid-19 e Inequidad Territorial: El Agravamiento de las Desigualdades Educativas en Chile. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 9(3). Recuperado de <https://revistas.uam.es/riejs/article/view/12143>.

- Qurat-ul-Ain, S., Aleem, M., Islam, M., Iqbal, M., y Yousaf, M. (2019). A Review of Technological Tools in Teaching and Learning Computer Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(11), em1773. Doi: <https://doi.org/10.29333/ejmste/109611>.
- Ramos-Barajas, A. (2017). *Los millennials y la cultura de innovación en las empresas de TI*. (Tesis Maestría). Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente. Tlaquepaque, Jalisco: ITESO. Recuperado de <https://repositorio.iteso.mx/bitstream/handle/11117/4839/Los+millennials+y+la+cultura+de+innovaci%F3n+en+las+empresas+de+TI.pdf;jsessionid=A618A4E6AE1C22FCAD65839289EA3B4?sequence=2>.
- Reuters Institute (2018). *Reuters Institute Digital News Report 2018*. University of Oxford. Recuperado de <http://media.digitalnewsreport.org/wp-content/uploads/2018/06/digital-news-report-2018.pdf?x89475>.
- Reyes L., Campos J., Osandón L., y Muñoz, C. (2013). El profesorado y su rol en la formación de los nuevos ciudadanos: desfases entre las comprensiones, las actuaciones y las expectativas. *Estudios pedagógicos*, 39(1), 217-237. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052013000100013>.
- Rodríguez-Becerra, J., Cáceres-Jensen, L., Díaz, T., Druker, S., Bahamonde, V., Pernaa, J., y Aksela, M. (2020). Developing technological pedagogical science knowledge through educational computational chemistry: a case study of pre-service chemistry teachers' perceptions. *Chemistry Education Research and Practice*, 638-654. Doi: 10.1039/C9RP00273A.
- Rosen, L. (2011). *Teaching the iGeneration. EL-Educational Leadership*. Recuperado de <http://www.ascd.org/publications/educational-leadership/feb11/vol68/num05/Teaching-the-i-Generation.aspx15>.
- Rubilar, P., Alveal, F., y Maldonado, A. (2017). Evaluación de la alfabetización digital y pedagógica en TIC, a partir de las opiniones de estudiantes en Formación Inicial Docente. *Educação e Pesquisa*, 43(1), 127-143. Recuperado de [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-97022017000100127&script=sci\\_abstract&tlang=es](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-97022017000100127&script=sci_abstract&tlang=es).
- Ruiz, P. (2013). Nuevas tecnologías y estudiantes chilenos de secundaria. Aportes a la discusión sobre la existencia de nuevos aprendices. *Estudios Pedagógicos*, XXXIX, 2, 279-298. Recuperado de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0718-7052013000200018&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-7052013000200018&lng=es&nrm=iso).
- Rüschenpöhler, L., y Markic, S. (2020). Secondary school students' chemistry self-concepts: Gender, culture, and the impact on learning behaviour. *Chem. Educ. Res. Pract.* Doi: 10.1039/c9rp00120d.
- Salas-Rueda, R. (2018). Uso del modelo TPACK como herramienta de innovación para el proceso de enseñanza-aprendizaje en matemáticas. *Perspectiva Educacional*, 57(2), 3-26. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4151/07189729-vol.57-iss.2-art.689>.
- Sandoval, P., Rodríguez, F., y Maldonado, A. (2017). Evaluación de la alfabetización digital y pedagógica en TIC, a partir de las opiniones de estudiantes en Formación Inicial Docente. *Educação e Pesquisa*, 43(1), 127-143. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/298/29849949009.pdf>.
- Sánchez, J. (2003). Integración curricular de TICs: conceptos y modelos. *Enfoques educacionales*, 1(5), 51-65. Recuperado de <https://enfoqueseducacionales.uchile.cl/index.php/REE/article/view/47512>.
- Santos, J., Simões, A., y Vieira, M. (2019) Innovative pedagogical practices in higher education: An integrative literature review. *Nurse Education Today*, 72, 12-17. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2018.10.003>.

- Schindler, L., Burkholder, G., Morad, O., y Marsh, C. (2017) Computer-based technology and student engagement: a critical review of the literature. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14, 25. Doi: <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0063-0>.
- Shatto, B., y Erwin, K. (2016). Moving on from Millennials: Preparing for Generation Z. *Journal of Continuing Education in Nursing*, 47(6), 253-254. Recuperado de <https://doi.org/10.3928/00220124-20160518-05>.
- Swanzen, R. (2018). Facing the generation chasm: the parenting and teaching of generations Y and Z. *International Journal of Child, Youth and Family Studies*, 9(2), 125-150. Doi: 10.18357/ijcys92201818216.
- Tenorio, P., Bedoya, A., y Quiñonez, Z. (2017). Nuevas concepciones sobre el aprendizaje y las teorías que las respaldan. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, 3, 372-377. Recuperado de <http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/download/404/465>.
- Thomas, M. (Ed.) (2011). *Deconstructing Digital Natives: Young People. Technology and the New Literacies*. Routledge, New York, NY. Recuperado de <https://www.routledge.com/Deconstructing-Digital-Natives-Young-People-Technology-and-the-New-Literacies/Thomas/p/book/9780415889964>.
- Time (2015). *Here's What MTV Is Calling the Generation After Millennials*. Recuperado de <http://time.com/4130679/millennials-mtv-generation/>.
- UCE (2019). *Presentación de "Nuevo Currículum de 3° y 4° medio Ciencias" de la Unidad de Currículum y Evaluación (UCE) del MINEDUC*. Recuperado de [https://www.curriculum-nacional.cl/614/articles-89597\\_recurso\\_16.pdf](https://www.curriculum-nacional.cl/614/articles-89597_recurso_16.pdf).
- UMC 1302 (2016). *Informe de cierre de proyecto UMC 1302 "Plan de Mejoramiento para la nivelación de competencias científicas aplicado a estudiantes de primer año de Formación Inicial Docente" de las carreras de Facultad de Ciencias Básicas de la UMCE*.
- UMCE (2020). *Mallas de las carreras de Pedagogía en Química y Física*. Recuperado de <http://pregrado.umce.cl/index.php/carreras/45-licenciatura-en-educacion-en-quimica-y-pedagogia-en-quimica-plan-con-menciones> y [http://pregrado.umce.cl/fisica/malla\\_tradicional\\_2019.pdf](http://pregrado.umce.cl/fisica/malla_tradicional_2019.pdf).
- UMCE (2019). *Puntajes 2019 cuadro estadístico de alumnos ingreso 2019 vía PSU, matriculados al 18-03-2019*. Recuperado de <http://pregrado.umce.cl/index.php/puntajes>.
- UNESCO (2007). *Santiago, Educación de Calidad para todos un Asunto de Derechos Humanos*. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe, Argentina. Recuperado de [http://www.unesco.org/new/es/santiago/resources/single-publication/news/quality\\_education\\_for\\_all\\_a\\_human\\_rights\\_issue\\_educational/](http://www.unesco.org/new/es/santiago/resources/single-publication/news/quality_education_for_all_a_human_rights_issue_educational/).
- UNESCO (2019). *Educación 2030 Declaración de Incheon y Marco de Acción para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4*. UNESCO Biblioteca Digital. Recuperado de [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656_spa).
- UNIVERSIA (2017). *9 de cada 10 adolescentes chilenos usan las redes sociales con fines académicos*. Chile. Recuperado de <http://noticias.universia.cl/educacion/noticia/2017/03/27/1150894/9-cada-10-adolescentes-chilenos-usan-redes-sociales-fines-academicos.html>.
- Valenzuela, J., Muñoz, C., Silva-Peña, I., Gómez, N., y Precht, A. (2015). Motivación escolar: Claves para la formación motivacional de futuros docentes. *Estudios Pedagógicos*, 41(1), 351-361. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052015000100021>.

- Varguillas, C., y Bravo, P. (2020). Virtualidad como herramienta de apoyo a la presencialidad: Análisis desde la mirada estudiantil. *Revista de Ciencias Sociales (RCS)*, 26(1), 219-232. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7384416>.
- Viera, L., Ramírez, S., y Fleisner, A. (2017). El laboratorio en Química Orgánica: una propuesta para la promoción de competencias científico-tecnológicas. *Educación Química*, 28(4). Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2017.04.002>.
- Yévenes, P. (2018). PSU: proceso de admisión 2018 parte con menos puntajes nacionales. *La Tercera*. Recuperado de <https://www.latercera.com/noticia/psu-proceso-admision-2018-parte-menos-puntajes-nacionales/>.