



# Formación inicial de profesores en competencias digitales

## Una lectura desde las ecologías de aprendizaje

Linda Alejandra Leal Uruña



UNIVERSIDAD  
PEDAGÓGICA  
NACIONAL





# Formación inicial de profesores en competencias digitales





# **Formación inicial de profesores en competencias digitales**

**Una lectura desde las  
ecologías de aprendizaje**

Linda Alejandra Leal Urueña

## Catalogación en la fuente - Biblioteca Central de la Universidad Pedagógica Nacional

Leal Uruña, Linda Alejandra

Formación inicial de profesores en competencias digitales. Una lectura desde las ecologías de aprendizaje / Linda Alejandra Leal Uruña. - Primera edición. - Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, 2026.

280 páginas. —(Colección Comunicación, Tecnología y Culturas en Educación). Contiene Tablas y figuras.

Incluye: Referencias bibliográficas.

ISBN: 978-628-7851-52-8 Impreso

ISBN: 978-628-7851-53-5 PDF

ISBN: 978-628-7851-54-2 ePub.

1. Tecnología Educativa. 2. Innovaciones Educativas. 3. Enseñanza Con Ayuda de Computadores. 4. Materiales de Enseñanza. 5. Investigación Educativa. 6. Tecnología, Pedagogía y Conocimiento del Contenido. TPACK - Modelo. 7. Formación Profesional de Maestros - Competencias Digitales. 8. Ecología de Aprendizajes. 9. Tecnología. I. Tit.

371.33 21.ed.

### **Colección Comunicación, Tecnología y Culturas en Educación**

Formación inicial de profesores  
en competencias digitales

#### **Autora:**

Linda Alejandra Leal Uruña  
© Universidad Pedagógica Nacional

**ISBN impreso:** 978-628-7851-52-8

**ISBN PDF:** 978-628-7851-53-5

**ISBN ePub:** 978-628-7851-54-2

Primera edición, 2026

Helbert Augusto Choachí González

#### **Rector**

Paola Helena Acosta Sierra  
**Vicerrectora de Investigación,  
Extensión y Proyección Social**

Víctor Espinosa Galán

#### **Vicerrector Académico**

Yaneth Romero Coca

#### **Vicerrectora Administrativa y Financiera**

Gina Marcela Duarte Fonseca

#### **Secretaria General**

#### **Preparación editorial**

Grupo Interno de Trabajo Editorial  
Universidad Pedagógica Nacional

Calle 72 n.º 12-77

editorial.upn.edu.co

Teléfono: (601) 347 1190 - (601) 594 1894

Bogotá, Colombia

### **Alba Lucía Bernal Cerquera Coordinación**

Tomás Collazos Garay

#### **Edición**

Guillermo Casanova

#### **Corrección de estilo**

Paula Andrea Cubillos Gómez

#### **Diagramación**

Paula Andrea Cubillos Gómez

#### **Diseño de cubierta**

Carvajal Soluciones de Comunicación S.A.S.

#### **Impresión**

Hecho el depósito legal que ordena la Ley 44 de 1993 y decreto reglamentario 460 de 1995.



Esta publicación puede ser distribuida, copiada y exhibida por terceros si se mencionan los créditos correspondientes. No se puede obtener ningún beneficio comercial. No se pueden realizar obras derivadas.

*Entre el fuego de innovaciones tecnológicas  
y el ancla de lo humano imperecedero,  
forjaremos un sendero de hierro candente.*

*Críticos vigías en altamar cibernética,  
con brújulas certeras distinguiremos  
lo superfluo de lo profundamente formador.*

*Que las competencias digitales  
no sean férulas de un aprendizaje inerte,  
sino viento en velas hacia puertos elevados.*

*Abrazar las tecnologías es abrazo a Jano:  
faz de progreso, faz de esencia atemporal humana.*

*Paradoja resuelta con destreza pedagógica:  
arar la tierra de mentes con surcos de verdad,  
cosechar humanidad instruida y ética  
en la vorágine del cambio incesante.*

*Utopía no, sino misión de nuestro magisterio:  
usar las herramientas del presente  
para tallar el futuro del hombre trascendente.*

**CLAUDE.AI**



# Contenido

---

---

|         |    |
|---------|----|
| Prólogo | 15 |
|---------|----|

---

|              |    |
|--------------|----|
| Introducción | 19 |
|--------------|----|

---

|   |    |
|---|----|
| Contexto de la investigación: sociedades del aprendizaje, TIC y educación               | 33 |
| De las sociedades de la información y del conocimiento a las sociedades del aprendizaje | 34 |
| Evolución de las tecnologías educativas e innovaciones disruptivas                      | 44 |
| Discusión: configuración de los contextos del aprendizaje contemporáneo                 | 51 |

---

|  |    |
|--|----|
| Formación inicial en competencias digitales docentes: antecedentes y referentes conceptuales   | 59 |
| Estándares de la formación inicial en competencias digitales docentes  | 59 |
| Avances de la investigación en la formación inicial en competencias digitales del profesorado  | 73 |
| Discusión: estándares, políticas, resultados de investigación, oportunidades y retos de la formación inicial del profesorado en Colombia | 83 |

---

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| Problema y preguntas de investigación | 89 |
| Objetivos                             | 92 |

---

|   |     |
|---|-----|
| Nuevos enfoques para abordar la formación en competencias digitales docentes                  | 95  |
| Ecologías y potencialidades de aprendizaje  | 96  |
| Formación en competencias digitales docentes desde el paradigma de la ecología de aprendizaje | 107 |

---

|  |            |
|--|------------|
| <b>Diseño metodológico de la investigación</b> | <b>123</b> |
| Enfoque metodológico                           | 123        |
| Diseño y fases de la investigación             | 125        |

---

|   |            |
|---|------------|
| <b>Análisis y discusión de resultados</b>   | <b>137</b> |
| Formación en competencias digitales en la UPN   | 137        |
| Percepciones de autoeficacia y conocimientos TPACK  | 158        |
| Experiencias con las TIC durante el proceso de formación                                  | 179        |
| Perspectivas de los formadores de profesores sobre la formación en competencias digitales | 201        |
| Triangulación de los resultados   | 214        |
| Reflexiones de cierre del trabajo de campo  | 222        |

---

|  |            |
|--|------------|
| <b>Ecología para la formación en competencias digitales docentes</b> | <b>225</b> |
| Identificación de las necesidades de formación                       | 225        |
| Definición de las especificaciones de diseño                         | 231        |
| Prototipo de ecología de aprendizaje                                 | 237        |

---

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| <b>Conclusiones</b>          | <b>245</b> |
| Futuras investigaciones      | 258        |
| Limitaciones de este estudio | 259        |
| Consideraciones éticas       | 260        |

---

|                    |            |
|--------------------|------------|
| <b>Referencias</b> | <b>261</b> |
|--------------------|------------|

## Lista de tablas

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| Tabla 1.  | Competencias TIC para el desarrollo profesional docente (Colombia)   | 67  |
| Tabla 2.  | Competencias comunes en la formación inicial de competencias digitales a nivel docente                       | 70  |
| Tabla 3.  | Preguntas de investigación y objetivos específicos   | 92  |
| Tabla 4.  | Categorías para analizar los documentos institucionales  | 126 |
| Tabla 5.  | Definición operacional de las variables del estudio  | 129 |
| Tabla 6.  | Distribución de estudiantes por programa   | 132 |
| Tabla 7.  | Ambientes formativos con formación en TIC  | 138 |
| Tabla 8.  | Cursos de formación en TIC en los programas de titulación del profesorado en la UPN                          | 141 |
| Tabla 9.  | Cursos de formación en programación de computadores en los programas de titulación del profesorado en la UPN | 143 |
| Tabla 10. | Cursos electivos de formación en TIC con propósitos educativos   | 144 |
| Tabla 11. | Competencias desarrolladas a través de los cursos de formación en TIC  | 146 |
| Tabla 12. | Grupos y líneas de investigación en TIC  | 153 |
| Tabla 13. | Proyectos de investigación sobre TIC   | 153 |
| Tabla 14. | Estadística descriptiva del instrumento TPACK  | 160 |
| Tabla 15. | Estadística descriptiva de los ítems del cuestionario TPACK  | 161 |
| Tabla 16. | Estadística descriptiva del instrumento SQD  | 164 |
| Tabla 17. | Estadística descriptiva de los ítems del cuestionario SQD  | 164 |
| Tabla 18. | Correlaciones entre TPACK, modelos de TPACK, autoeficacia y edad   | 166 |
| Tabla 19. | Resultados de autoeficacia y TPACK por edad  | 167 |
| Tabla 20. | Resultados de autoeficacia y TPACK por género  | 168 |
| Tabla 21. | Resultados de autoeficacia y TPACK por recibir formación en TIC  | 168 |
| Tabla 22. | Resultados de autoeficacia y TPACK por integrar las TIC en la práctica educativa                             | 170 |
| Tabla 23. | Resultados de autoeficacia y TPACK por programa  | 172 |
| Tabla 24. | Diferencias significativas en el conocimiento tecnológico  | 173 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 25. Porcentaje de estudiantes que experimentaron el uso de las TIC | 174 |
| Tabla 26. Estrategias de implementación de los principios de diseño      | 236 |
| Tabla 27. Descriptores de las experiencias de aprendizaje                | 241 |
| Tabla 28. Descriptores de las actividades de aprendizaje                 | 242 |

## Lista de figuras

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Figura 1.  | Hitos en la evolución de las tecnologías educativas                         | 45  |
| Figura 2.  | Modelo ТРАСК  | 78  |
| Figura 3.  | Modelo SQD de preparación del profesorado en formación para usar tecnología | 80  |
| Figura 4.  | Componentes de la ecología de aprendizaje                                   | 112 |
| Figura 5.  | Perfil del profesorado en formación de la UPN                               | 228 |
| Figura 6.  | Perfil de los formadores de profesores de la UPN                            | 229 |
| Figura 7.  | Condiciones del contexto en la formación inicial de competencias digitales  | 230 |
| Figura 8.  | Diagrama de componentes de la ecología de aprendizaje                       | 238 |
| Figura 9.  | Trayectorias de aprendizaje del primer prototipo de ecología                | 240 |
| Figura 10. | Boceto de experiencia de aprendizaje  | 243 |



# Prólogo

En “La casa de los Orichas”,<sup>1</sup> Aliza, la protagonista, sostiene una relación bastante fraternal con Linda, una inteligencia artificial, que juega el rol de asistente en su vida cotidiana, su educación y su trabajo: “Aliza sonrió. Los algoritmos de Linda siempre sabían lo que la haría sentir mejor” (s. p.), describe un fragmento del texto. Este espíritu de renovación de lo humano, su cultura, su educación y la tecnología que lo acompaña es el que parece surgir cuando se lee este libro sugerente de la profesora Linda Alejandra Leal, que se ocupa de redescubrir un oculto sentido entre revolución digital y formación docente, al cual termina generándole una ruta pedagógica en modo de *ecologías de aprendizaje*.

En la era contemporánea, la transformación social y cultural provocada por la revolución científica digital de finales de siglo XX, que galopa aceleradamente desde comienzos del siglo XXI, ha puesto a la educación en el desafío de transformarse acelerada y creativamente. La naturaleza cambiante del estatuto social nos ha imbuido en una serie de saltos que intentan definir el cambio en que vivimos. A grandes rasgos, identificamos algunas categorías que reflejan dicha dinámica: sociedades de la información, sociedades del conocimiento, sociedades del aprendizaje, sociedades del dato, sociedades del cansancio y sociedad 5.0.

Esta dinámica de la sociedad y su organización en torno al sentido de trascendencia de los seres humanos ha tenido un

---

1 “La casa de las Orichas” es un cuento de ciencia ficción escrito por Héctor Castaneda Langlois, originario de El Salvador. Su historia es la ganadora del primer 10x Learning Prize de TecPrize, un concurso de retos de innovación abierta para construir el futuro de la educación superior.

acompañamiento discreto, pero fundamental, a lo largo de la historia por parte del artefacto que, como las sociedades, se ha transformado según el contexto y el espíritu de la época. Para no extender la explicación a esta fructífera relación, comentaremos de manera breve tres momentos en los cuales se aprecia de manera clara y en perspectiva del artefacto creado para pensar y generar conocimiento.

El primer momento reflexionado es el descrito por Platón (2008) en el diálogo de “Cratilo”, en donde expone la teoría de Sócrates acerca del conocimiento del usuario. El filósofo se pregunta quién tiene más conocimiento y, por ende, más autoridad para ofrecer la última palabra a la creación del artefacto, y responde de manera contundente: “el usuario”, pero no es un usuario como el del siglo XXI, Sócrates habla del ciudadano griego experto que pueda dar dirección a la naturaleza del objeto:

SÓCRATES. —¿Quién decidirá si a un trozo de madera se le ha dado la forma propia de una lanzadera? ¿Será el que la ha hecho, el carpintero; o el que debe servirse de ella, ¿el tejedor?

HERMÓGENES. —Lo más probable, Sócrates, es que sea el que se ha de servir de ella. (p. 54)

El segundo momento de esta alianza acontece en el siglo XVII. En este punto, se activa la relación al dar protagonismo al fabricante; situación que permite a sir Francis Bacon exponer el diálogo con la razón y la naturaleza, como el lugar más adecuado para definir el vínculo entre el artefacto y el sujeto. Todo ello para lograr un acercamiento más preciso al conocimiento: “nos señala una nueva dirección, antiplatónica, según la cual, nosotros, como agentes epistémicos, solo podemos saber lo que hacemos como fabricantes. Esta es una gran perspectiva provocada por Bacon, y más tarde por la revolución científica” (Floridi, 2011, p. 11).

El tercer momento sucede a finales del siglo XX y principios del XXI, cuando surge el enfoque del *prosumidor*, que parece convertirse en una síntesis de las dos anteriores. El término aparece en los años setenta del siglo XX, por sugerencia de Marshall McLuhan y

Barrington Nevitt, en su libro *Take Today* (1972), en donde proponen que, con el advenimiento de la tecnología electrónica, los consumidores serían productores al mismo tiempo. Esta fuerte idea es llevada al mundo educativo en los años ochenta por Seymour Papert para argumentar que, en la cultura informática, los niños en primera instancia aprenden a seguir las instrucciones de la computadora, en segunda instancia, aprenden a programar la computadora y, en tercera instancia, aprenden a programar soluciones de problemas del mundo real. Es un aprendiz epistemólogo (Papert).

En este tercer momento, se inscribe el trabajo y los intereses de la profesora Leal. Una apuesta por formar capacidades de acción de una sociedad digitalizada. Es innegable que la transformación digital se identifica con cada rincón de la vida social y cultural de las sociedades actuales. La pregunta que sigue es: ¿cómo ofrecer competencias y capacidades a los docentes para avanzar en medio de tanta novedad digital que atraviesa todos los sectores, y cómo proponerles rutas a quienes, a su vez, tienen el desafío de formar generaciones de estudiantes sumergidos en estas tecnologías? El gran desafío de los formadores de formadores.

La *formación docente*, entendida como el proceso de preparación y desarrollo profesional de los educadores, adquiere una relevancia en un mundo donde las tecnologías digitales desempeñan un papel central. Los docentes deben estar equipados con las capacidades y competencias para entablar, de manera efectiva, un diálogo entre la transformación digital y su práctica educativa y pedagógica. La adquisición de competencias digitales involucra no solo el conjunto de habilidades técnicas para utilizar dispositivos, aplicaciones o plataformas, sino también las capacidades para pensar de manera creativa, lógica, crítica y alfabetizada los proyectos educativos y pedagógicos que proponen a sus estudiantes.

Pensar las competencias digitales como habilidades y capacidades, no solo pedagógicas sino educativas, les propicia proyectar a sus estudiantes a dimensiones más sintonizadas con las sociedades y sus problemas reales, al promover en ellos figuras como la ciudadanía digital, la colaboración global, el estudiante que aprende a lo

largo de su vida, el diseñador de sus propias rutas de aprendizaje, el constructor de conocimiento a partir de las tecnologías de su época, fomenta, desde muy temprana edad, su capacidad para comunicar creativamente sus ideas y, en una época cada vez más marcada por las máquinas informáticas, promueve su pensamiento computacional.

De esto se trata la articulación de las competencias digitales en los procesos de formación de docentes, a través del desarrollo de ecologías de aprendizaje, en esta propuesta. Se refiere a un conjunto de entornos físicos y digitales organizados en modos de rutas de aprendizaje, en donde los estudiantes adquieren conocimientos y habilidades. El diseño propuesto por la profesora Leal ofrece la oportunidad de pensar el aprendizaje en cualquier momento y lugar, así como obtenerlo de múltiples maneras, la ventaja de aprender de manera activa, al elaborar artefactos para aprender y pensar, la necesidad de un aprendizaje colaborativo más global y en red, y, en especial, la oportunidad de que los estudiantes piensen los problemas del mundo real con condiciones y artefactos adecuados para ello.

**Julio Ernesto Rojas Mesa**

Profesor del Doctorado en Educación  
Universidad Santo Tomás

# Introducción

Vivimos en un entorno caracterizado por el cambio permanente, la innovación y el avance acelerado del conocimiento, la ciencia y la tecnología, en el que las habilidades para aprender a aprender y aprender a lo largo de la vida se han vuelto indispensables. Asimismo, el irrevocable tránsito de las sociedades contemporáneas hacia sistemas sociales tecnocientíficos, como la *Cuarta Revolución Industrial* (Schwab, 2017), la *Sociedad 5.0* (Council for Science Technology and Innovation, 2015) y las *ciudades del aprendizaje* (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco], 2013), sustentados en las crecientes capacidades de procesamiento computacional, automatización e inteligencia artificial, refuerzan la necesidad de adquirir un amplio conjunto de competencias tecnológicas para desempeñarse, de manera satisfactoria, en sociedades cada vez más digitalizadas.

Ante este escenario, el desafío inicial en esta investigación consiste en aproximarse a la comprensión de los efectos de estas transformaciones en los ámbitos social y educativo, en particular a sus implicaciones en la formación de ciudadanía, como una de las funciones primordiales de la educación. Estas nuevas formas de ciudadanía, intermediadas e interactuadas digitalmente en muchas de sus condiciones, requieren ser comprendidas a cabalidad al tratarse de un concepto en evolución y que entraña grandes riesgos. Debido a que mientras muchos celebran, de manera impetuosa, la llegada de un nuevo concepto de sociedad, economía, ciencia, tecnología y educación, que acarrea la transformación radical positiva de los sujetos que la habitan, otros advierten sobre las repercusiones de un cambio con profundos desbalances en beneficio de un pensamiento tecnoeconómico, en el que priman los intereses

del capital sin rostro humano y en el cual las brechas social y digital se exacerban. Por citar solo un caso, la integración en todos los ámbitos de tecnologías, como la inteligencia artificial, requiere acuerdos de uso e impacto consensuados, para evitar grandes y múltiples tipos de exclusión (Unesco, 2019).

Estas profundas transformaciones también traen desafíos éticos emergentes, derivados de fenómenos como la humanización de las tecnologías —que nos hablan, recuerdan, sugieren y nos adiestran en formas de expresión comprensibles por los artefactos tecnológicos—; la maquinización de las actividades humanas, por ejemplo, en los trabajos susceptibles de automatización y, en general, de sus usos con intenciones de manipulación, falsificación de la realidad y polarización oportunista (Gaviria, 2019), que encuentran terreno fecundo en poblaciones con niveles deficientes de alfabetización digital; así producen masas que consumen información y la reproducen al unísono sin verificarla. En estas condiciones, se espera que los sistemas educativos implementen enfoques más progresivos respecto a la capacitación en nuevos alfabetismos que garanticen el ejercicio de la ciudadanía digital, en aras de conocer, analizar, comprender y actuar de manera crítica ante las nuevas reglas de juego y ser selectivos en las condiciones que aceptamos y cómo lo hacemos (Cobo Romani, 2019).

En el caso colombiano, pese a las brechas social y digital, que aún persisten, se ha logrado mantener un ritmo de mejoramiento académico, en medio del desalentador desempeño de la región latinoamericana en las competencias evaluadas por las pruebas PISA. Los esfuerzos realizados propician, desde las mediciones del 2006, reducir el porcentaje de estudiantes que no alcanzan el nivel 2 de las pruebas, al pasar del 60,2 % al 49 %. Indicadores que son importantes en esta investigación, pues se piensa que los estudiantes que no alcanzan este nivel son incapaces de entender conceptos y procedimientos básicos (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2016), los cuales dificultan el logro de competencias de mayor complejidad, entre

ellas, las competencias digitales, las cuales resultan demandantes por su acelerado ritmo de cambio.

Además, producto de los programas de ampliación del acceso a las tecnologías y a la conectividad, el 4 % de los estudiantes colombianos, que se presentaron a las pruebas PISA en el 2015, manifestó interés en trabajar en ocupaciones relacionadas con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), en comparación con el promedio general de la prueba, que se ubicó en el 2.6 % (Documento CONPES 3975 del 2019). Esta es una condición idónea para que la población aprenda a usar mejor y de manera más intensiva las tecnologías y las apropie para impulsar la transformación productiva del país, a partir de la creación de capacidades de innovación, así como para satisfacer la demanda de profesionales en el área tecnológica, cuyo déficit, en el 2019, fue superior a 45 000 (Cifuentes, 2019). Un desafío educativo que demanda no solo formar en las competencias requeridas por los entornos laborales, sino en la formación de talentos en un mundo conectado y digitalizado (Durán Pabón, 2019).

Estas mejoras son consecuencia, además, de más de tres décadas de implementación de programas orientados a reforzar las competencias digitales del profesorado colombiano. No obstante, esta sigue siendo una tarea por desarrollar, como lo refleja su inclusión en las más recientes políticas educativas (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2017; Resolución 18583 del 2017), al eco de la actualización de los estándares respecto a la formación de la competencia digital del profesorado, formulados por varios organismos internacionales (Unesco, 2011a; Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado [INTEF], 2017; Redecker, 2017; International Society for Technology in Education [ISTE], 2024).<sup>1</sup> Pese a la existencia de estos marcos

---

1 Para elaborar este libro, se utilizó la versión de 2017 del documento *Estándares para educadores*, de la Sociedad Internacional para la Tecnología en la Educación (ISTE). Dichos estándares fueron actualizados en el año 2024 con la inclusión de nuevos protocolos. A efectos de citación, se registrará la versión actualizada.

regulatorios, las instituciones formadoras del profesorado en Colombia, en el marco de su autonomía y autorregulación, han emprendido acciones para incluir esta preparación en su normativa. Como efecto, en la práctica, aún son pocos los programas de titulación del profesorado que ofrecen formación en competencias digitales. Condición que repercute negativamente en los resultados de los programas gubernamentales de impulso de integración de las TIC en la educación:

Sin embargo, el mero hecho de proporcionar computadoras de escritorio para las aulas en Colombia, sin que esos dispositivos estuvieran integrados de manera adecuada en los planes de estudios, no tuvo impacto en el aprendizaje. (Banco Mundial, 2018, p. 23)

Parece obvio que los recursos tienen que usarse para tener un impacto, pero muchas intervenciones que proporcionan insumos fallan exactamente porque no se piensa lo suficiente cómo se utilizarán los recursos. (Banco Mundial, 2018, p. 148) [traducción propia]

Asimismo, es inusual que se lleven a cabo procesos de evaluación y seguimiento al logro de las competencias digitales docentes, por lo que se conoce poco acerca de la efectividad de las acciones emprendidas por los centros de formación del profesorado; en consecuencia, se dispone de información limitada para renovar las políticas públicas, las micropolíticas y prácticas institucionales, lo que dificulta la oferta de una formación acorde con las realidades, perspectivas y retos de la época. Situación que concuerda con los hallazgos a nivel internacional, los cuales avalan el consenso de que los programas de formación inicial del profesorado no ofrecen una preparación adecuada para integrar la tecnología en las clases (Banerjee *et al.*, 2017), ni son efectivos en dotar de las competencias digitales indispensables para utilizar las TIC en los escenarios educativos contemporáneos (Aslan y Zhu, 2016). Esta formación inadecuada es un principal obstáculo para la plena aplicación de las TIC en las aulas (Swing, 2015; Silva *et al.*, 2019), al generar bajas percepciones de autoeficacia en el uso de

las TIC y condiciona, en muchos casos, actitudes de resistencia a la integración de los recursos tecnológicos al alcance de los centros educativos. Gran parte de la práctica educativa aún no se beneficia de las tecnologías, porque aún no forman parte regular de las experiencias de aula (Pérez-San Agustín *et al.*, 2017).

En contraste, el escenario global contemporáneo complejiza las demandas con respecto a la competencia digital del profesorado; esto constituye un importante desafío en los programas de formación de docentes (Liu, 2016; Instefjord y Munthe, 2017; Tondeur *et al.*, 2017; Gudmundsdottir y Hatlevik, 2018; Tondeur *et al.*, 2019a). Dentro de las recomendaciones en la literatura especializada para mejorar esta preparación y que pueden transferirse a la formación para mejorar su efectividad, se encuentran:

- Asumir una visión integradora de los conocimientos pedagógicos, tecnológicos y disciplinares (Fullan y Langworthy, 2014).
- Garantizar el aprendizaje a través de experiencias auténticas que permita vivenciar las posibilidades de integración de las TIC (Voogt *et al.*, 2016).
- Acompañar la integración de las TIC con una renovación de las prácticas pedagógicas (Kalantzis y Cope, 2015) y de los diseños curriculares (Agyei y Voogt, 2014), con la finalidad de ser acordes con los desafíos de la producción de conocimiento, las nuevas formas de aprendizaje y las tendencias de integración tecnológica en la educación.
- Diseñar estrategias de transición hacia modelos centrados en el estudiante, en función de aprovechar el potencial de las tecnologías para la innovación pedagógica (Uerz *et al.*, 2018) y la promoción de enfoques constructivistas y conectivistas, mediante la creación de artefactos de tecnología educativa (Güneş y Bahçivan, 2018; Mattar, 2018).

En este propósito, resulta clave la labor de los formadores del profesorado, no solo para ofrecer la preparación en estas competencias, sino para crear condiciones de motivación y pensamiento crítico, que permitan, de manera armónica y potenciadora, su instalación en el mundo educativo sobre los conocimientos disciplinares y pedagógicos. Por ello, hay que comprometer directamente la actuación de las instituciones formadoras del profesorado, que se ven abocadas a responder de manera eficaz al cambio tecnológico, a las nuevas condiciones del aprendizaje a lo largo de la vida, a la ampliación de las fronteras de los entornos formales de educación (Ruiz Corbella *et al.*, 2012), así como a las tendencias, desafíos y desarrollos tecnológicos en la educación (Observatorio de Innovación Educativa, 2017; Pérez-San Agustín *et al.*, 2017).

En esta vía, las tecnologías digitales ofrecen un escenario de posibilidades aprovechable para formar en competencias digitales del profesorado. Se propone aprovechar la web como ecosistema educativo por excelencia, en el que las instituciones formadoras del profesorado creen sus propias ecologías de aprendizaje, en interacción con esta vasta plataforma de contenidos y aplicaciones, en aras de fortalecer la preparación disciplinar, pedagógica y tecnológica de los futuros educadores. Para diseñar esta ecología, en esta investigación se analizan seis condiciones, que en su momento fueron conocidas como *eventos disruptivos*, los cuales, a la fecha, después de casi treinta años de análisis de la relación tecnología y educación, se entienden como *condiciones connaturales* a la sociedad contemporánea. A continuación, se introducen de manera breve.

## El aprendizaje ubicuo

Las tecnologías digitales han transformado la idea del aprendizaje como un proceso exclusivo del aula, con una estructura curricular predefinida, en un tiempo determinado y bajo la dirección de un profesor, por una noción de *aprendizaje ubicuo* (Burbules, 2012;

Cope y Kalantzis, 2017), en el que todos los contextos y momentos son potenciales escenarios de aprendizaje y en el que cada quien es agente de su aprendizaje (Downes, 2018). Este potencial de ubicuidad modifica la estructura de la educación formal en varios aspectos: genera un cambio en cuándo y dónde se aprende, reconfigura las relaciones de acceso a la información entre profesores y estudiantes, amplía las formas de evaluación de los aprendizajes y favorece la construcción de culturas colaborativas de conocimiento (Haniya y Rusch, 2017).

## El aprendizaje activo

El siglo XXI aún señala un cambio sobre el conjunto de habilidades y competencias que tienen valor real por su aplicabilidad en entornos cambiantes, entre ellas, la ideación original, la resolución creativa de problemas y la implementación activa de soluciones (ORS Impact, 2013; Freeman *et al.*, 2017). En este escenario, las ecologías de aprendizaje se fortalecen gracias a soportes tecnológicos que vinculan oportunidades para aprender activamente a través de la experimentación y la creación; por lo que fomenta la aplicación de enfoques pedagógicos constructivistas y construccionistas actualizados en el contexto de las competencias digitales.

## El aprendizaje colaborativo

Habilita el intercambio de conocimientos y recursos; a su vez, fortalece el aprendizaje dentro del aula y lo extiende fuera de ella; activa el compromiso de los participantes a través de las experiencias de interacción social colaborativa, reflexión social y solución de problemas sociales; incluso fortalece procesos de investigación y cooperación, al contribuir a la creación y expansión del conocimiento colectivo.

## El aprendizaje multimodal

Profundiza acerca de las maneras en que se produce, representa y comunica el conocimiento, así como los múltiples formatos y modos tecnológicos que garantizan dicha diversidad (Smith y Kennett, 2017). Esta forma de aprendizaje requiere de un perfil de competencia digital cada vez más complejo, en la medida en que el desarrollo de artefactos, formatos y aplicaciones evoluciona cada día. Desde esta perspectiva, en el mundo educativo, se enfatiza en la adquisición de experiencia con el uso de las aplicaciones digitales para leer y producir conocimiento multimodal y transcultural, además de aprender a construir sentido a través de la amplia gama de formas textuales y simbólicas que provee cada formato y en la interacción multimodal entre autores y lectores que asumen el rol de *prosumidores*.

## El aprendizaje auténtico

Emerge en las ecologías de aprendizaje por su potencial de poner el fenómeno educativo en contacto con problemas y situaciones del mundo real, a través de la conexión de múltiples contextos: locales —en el espacio físico en el que se encuentra el aprendiz—, globales —mediante los servicios de telecomunicaciones— o en entornos de realidad virtual. La potencialidad de establecer vínculos con situaciones reales impulsa, entre otros aspectos, a superar las brechas entre la formación recibida en las instituciones educativas y la complejidad de los problemas del mundo real, mediante la interacción con eventos y actores naturales o artificiales que enriquecen el escenario de aprendizaje.

## El aprendizaje personalizado

Surge como resultado de la flexibilización de los escenarios de aprendizaje, a través de diversas estrategias o desarrollos tecnológicos, que permiten a los aprendices seleccionar su ruta

de aprendizaje, además de escoger y ajustar dinámicamente la temática, el nivel de complejidad, el tipo de contenido y las pruebas de evaluación. Este proceso se realiza mediante intervenciones automatizadas, predefinidas por el docente o diseñador del escenario de aprendizaje, a partir de las habilidades, logros e intereses de cada estudiante o por decisión autónoma del aprendiz. El objetivo es facilitar el trabajo de los estudiantes, para que avancen por un camino de aprendizaje ajustado a sus necesidades y contribuya al mejoramiento de sus resultados.

Toda esta serie de disrupciones demanda que el profesorado adquiera un amplio repertorio de competencias digitales. Por ello, este ámbito de formación, que se ha manejado hasta ahora como un complemento opcional en los planes de estudio de los programas de titulación del profesorado, o como un conjunto de habilidades para ser adquiridas cuando se comienza a trabajar en las aulas, no debe mantener esta condición, si se espera superar y dar respuesta a los desequilibrios entre las competencias digitales demandadas al profesorado y las adquiridas durante el hecho formativo (Gudmundsdottir *et al.*, 2014; Gudmundsdottir y Hatlevik, 2018).

En la búsqueda de alternativas integradoras para actualizar y hacer más pertinente la formación en competencias digitales, se explora el paradigma de las *ecologías de aprendizaje*. Concepto surgido en el análisis de las formas de aprendizaje y construcción de conocimiento en la era digital, que se convierte en una ruta pedagógica apropiada para formar al profesorado en el buen uso de la tecnología, con propósito, con sentido, como competencia fundamental para afrontar el presente siglo. El devenir hacia un mundo cada vez más digitalizado muestra que, más que un asunto coyuntural, la competencia digital docente se ha convertido en un asunto esencial, básico, de supervivencia.

En el desarrollo de esta investigación, se seleccionó uno de los centros pioneros y de mayor tradición en la formación de educadores en Colombia: la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia (UPN), con sus quince programas de titulación del profesorado. En función de orientar este análisis, se formuló la siguiente pregunta:

¿cómo actualizar el componente de formación en competencias digitales en los programas de titulación del profesorado de la UPN con el empleo del paradigma de ecologías de aprendizaje?

En consecuencia, se seleccionó la metodología de investigación cualitativa y, dentro de esta, se escogió un diseño de estudio de caso de alcance múltiple: descriptivo, correlacional y propositivo, que integra diversos métodos, instrumentos y técnicas de análisis —cuestionarios, grupos focales, entrevistas y análisis documental—.

En cuanto a las contribuciones de esta investigación, los aportes se ubican en el ámbito teórico como en el práctico. En el aspecto teórico, presenta un análisis de las transformaciones que ha traído al mundo educativo la incursión masiva de las tecnologías digitales y los retos que de ellas se derivan para formar en competencias digitales docentes. Ofrece, además, una visión alternativa para orientar esta preparación a través de la lente de las ecologías de aprendizaje, al proponer una conceptualización específica junto a seis *potencialidades* de aprendizaje: ubicuo, activo, colaborativo, multimodal, auténtico y personalizado.

En el lado práctico, analiza en profundidad el caso de la formación en competencias digitales en los programas de la UPN, desde las políticas educativas nacionales y su adopción en los programas, las condiciones institucionales, las experiencias de uso de las TIC durante la preparación del profesorado, las percepciones de autoeficacia y el conocimiento técnico pedagógico del contenido (TPACK, por sus siglas en inglés) de los estudiantes y los puntos de vista de los formadores. En la UPN, se implementó la primera caracterización de la formación en competencias digitales, la primera medición de los conocimientos TPACK, las percepciones de autoeficacia y el primer intento en integrar miradas contemporáneas del aprendizaje a la formación profesoral. Este análisis llevado a cabo en una universidad dedicada a la formación del profesorado, de carácter público y con funciones asesoras del MEN en la definición de políticas de formación del profesorado, conforma un aporte valioso en el mejoramiento de las condiciones de preparación y desarrollo efectivo de las competencias digitales del profesorado colombiano.

Representa, además, una contribución al escaso número de estudios realizados en Colombia sobre el desarrollo de los conocimientos TPACK y la autoeficacia para integrar las TIC en el aula. Por ello, es la tercera validación del instrumento TPACK y la primera del instrumento del modelo de síntesis de evidencia cualitativa (SQD), de acuerdo con el rastreo de publicaciones en revistas indexadas. Su importancia radica en que las percepciones de autoeficacia son predictoras de la integración de tecnología en el aula (Kavanoz *et al.*, 2015; Tondeur *et al.*, 2017) y el desarrollo de los conocimientos TPACK facilita el uso significativo de tecnología con propósitos educativos (Scherer *et al.*, 2017), por lo que son dos variables fundamentales para evaluar la competencia digital del profesorado. Comprender estas percepciones y contrastarlas con la manera en la que se está llevando a cabo la preparación del profesorado en Colombia, se convierte en una estrategia para superar las deficiencias que aún marcan este proceso.

Los hallazgos obtenidos, a partir de los análisis conducidos, ofrecen un panorama de aspectos por fortalecer y transformar, ante la necesidad de actualizar la formación en competencias digitales del profesorado, de forma consistente con las demandas de las sociedades del siglo XXI. Asimismo, la recopilación de las discusiones llevadas a cabo durante la elaboración del marco conceptual y la identificación de las necesidades particulares de la población objeto de este estudio confirman la viabilidad de adoptar el paradigma de las ecologías de aprendizaje. Este trabajo propone un prototipo que incluye: principios de diseño, estrategias de implementación, trayectorias, experiencias y evidencias de aprendizaje; con miras a su futura aplicación, evaluación y mejora.

Los resultados de esta investigación se organizan en ocho capítulos. El capítulo uno da contexto a la investigación, a través de la presentación del tránsito de las sociedades de la información, del conocimiento y del aprendizaje, como consecuencia del desarrollo e integración de las TIC en todos los ámbitos. Predomina la categoría *aprendizaje*, como concepto central y recurrente en el desarrollo pedagógico, la política educativa y la evolución de la

tecnología educativa, en las repercusiones de este devenir en el mundo educativo. El segundo capítulo despliega los antecedentes y referentes teóricos de la formación inicial en competencias digitales docentes, especialmente en América Latina y particularmente en el caso colombiano. En su delimitación, son significativas, por una parte, las visiones expresadas en los estándares internacionales, las prospectivas en materia de desarrollos de tecnología para la educación secundaria y la construcción de políticas públicas. Por la otra, los avances alcanzados por la investigación, cuyos hallazgos tienen potencial para transferir el conocimiento en los escenarios de formación docente. El tercer capítulo presenta el problema de investigación, las preguntas y los objetivos que orientaron el estudio.

En la búsqueda de nuevas aproximaciones para afianzar las competencias digitales, se aporta en el cuarto capítulo una definición del concepto de *ecologías de aprendizaje*, a partir del cual se configura un escenario para superar las barreras que han supuesto las disyuntivas en torno a los paradigmas de educación virtual y presencial; las discusiones, aún persistentes, sobre la utilidad de las TIC en la educación; el acelerado ritmo de cambio tecnológico y la armonización de las relaciones entre el profesorado y la tecnología a través de las formas de aprendizaje contemporáneas.

El marco metodológico se desarrolla en el quinto capítulo. Se describe el diseño de la investigación, su alcance, los métodos, instrumentos y análisis conducidos en cada una de sus fases. El sexto capítulo discute sus resultados: la caracterización de la formación en competencias digitales que llevan a cabo los programas; las percepciones de autoeficacia y conocimientos TPACK, así como sus relaciones entre ellas y con otros factores; una sinopsis de las experiencias de integración de las TIC durante el proceso formativo y una discusión de su impacto en las valoraciones de autoeficacia y TPACK, las perspectivas de los formadores y los resultados de la triangulación de los datos obtenidos a través de las diferentes técnicas.

A partir de las dinámicas de producción de conocimiento y aprendizaje en la época contemporánea, los avances de la

investigación, la conceptualización de las ecologías de aprendizaje y los avances, logros y desafíos particulares de la formación en competencias digitales en los programas de la UPN, se propone, en el capítulo siete, el diseño de la ecología de aprendizaje. El último capítulo se dedica a las conclusiones, limitaciones de este estudio y perspectivas de futuras investigaciones.

Para finalizar, en coherencia con el valor de la perspectiva de género, las denominaciones empleadas en esta investigación en género masculino, para hacer referencia genérica a representantes o miembros de la comunidad educativa —profesor, estudiante, formador—, abarcan a hombres como a mujeres, es decir, que se entienden indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeña.



# Contexto de la investigación: sociedades del aprendizaje, TIC y educación

**E**ste capítulo aborda el análisis de las transformaciones sociales y educativas derivadas de la masiva integración de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). En la primera parte, se presenta la argumentación que sustenta la transición de las *sociedades de la información y del conocimiento* hacia las *sociedades del aprendizaje*, tras el creciente protagonismo de la categoría *aprendizaje* como una actividad a lo largo de la vida, centrada en el estudiante, que se desarrolla en múltiples ámbitos y que supone reconocer la participación de nuevos actores: los artefactos tecnológicos. Se glosa una síntesis de la evolución de las tecnologías, a partir de las tendencias que, en consonancia con las variaciones de dicho concepto, han marcado su desarrollo. Por ello, se introduce la discusión alrededor de las innovaciones disruptivas con impacto en el mundo educativo y las alteraciones causadas en las formas y condiciones de formación y producción de conocimiento. Para finalizar, se analizan las repercusiones de tales eventos en el ámbito educativo, en especial, desde el surgimiento de competencias y alfabetizaciones para afrontar el siglo XXI, las pedagogías emergentes y los cambios en las formas de relación entre profesores-estudiantes y de estos con los procesos de construcción de conocimiento. El capítulo concluye con una discusión sobre la configuración de los contextos de aprendizaje contemporáneo, como lugares de acción y formación de los futuros profesores.

# De las sociedades de la información y del conocimiento a las sociedades del aprendizaje

A finales de la década de los ochenta del siglo pasado, el concepto de *sociedad de la información* capturaba la esencia de una cultura que entraba en una era de globalización, inédita hasta ese momento, cuyo principal rasgo de identidad se encontraba en el valor otorgado al concepto de *información* en sí y a las habilidades para acceder, distribuir y gestionar los grandes volúmenes de datos que empezaban a circular a través de internet.

Como Manuel Castells lo explicó en su obra *La era de la información: economía, sociedad y cultura* (1997), una vez asentadas las redes informáticas, la sociedad identificó un nuevo sistema de comunicación global que, por la condición tecnológica en la cual se desarrolló, posibilitó hablar de un nuevo lenguaje: el *lenguaje digital*. En dicho sistema, la información se convierte en un activo de transacción social, cultural, económica, política, territorial y tecnológica. En términos tecnológicos, se trata de unos (1) y ceros (0), al navegar por los canales de comunicación que integran las redes informáticas; en términos sociales, son representaciones culturales que toman la forma de sonidos, palabras e imágenes, clasificadas con detalle —el nuevo sistema lo permite— en identidades, producción económica, política y referentes individuales y colectivos. Con ello, la información adquiere un nuevo carácter como elemento independiente y transaccional de la cultura y la sociedad.

Aunque una característica fundamental en este tipo de sociedad era la preponderancia de la relación entre información y sistema tecnológico —*hardware*, *software* y redes— (Peres y Hilbert, 2009), también se intentó establecer un vínculo entre información y conceptos, como saber y conocimiento, a pesar de que, en ese momento, eran tratados de manera secundaria.

Posterior a ello, en la primera década de los 2000, la categoría de *conocimiento*, propuesta por Peter Drucker en 1969, y que hasta

entonces había estado en segunda línea, se revitalizó y generó interpretaciones acerca de lo que estaba ocurriendo en las sociedades de finales del siglo xx. En el texto de la Unesco (2005), *Hacia las sociedades del conocimiento: informe mundial de la Unesco*, se hizo un llamado a ampliar la perspectiva de las sociedades guiadas por los flujos de información que circulaban a través de las redes de telecomunicaciones, en dirección a una interpretación más integral, dado que “el nacimiento de una sociedad mundial de la información, como consecuencia de la revolución de las nuevas tecnologías, no debe hacernos perder de vista que se trata sólo de un instrumento para la realización de auténticas sociedades del conocimiento” (p. 16).

Las *sociedades del conocimiento* se acercaban mucho más al cambio de paradigmas que ocurrieron en ese periodo: una concepción global, local, simultánea, ubicua y pluralista del mundo, que enfatizaba en el reconocimiento de las diferencias culturales:

El hecho de que nos refiramos a sociedades, en plural, no se debe al azar, sino a la intención de rechazar la unicidad de un modelo ‘listo para su uso’ que no tenga suficientemente en cuenta la diversidad cultural y lingüística, único elemento que nos permite a todos reconocernos en los cambios que se están produciendo actualmente. (Unesco, 2005, p. 17)

El sentido plural del uso de las TIC acentuó la conciencia de una sociedad globalizada y, a la vez, altamente diversa. Se ratificó, entonces, que la divulgación del conocimiento sería universal, pero su producción siempre sería local y ligada a la cultura. Este hecho marcó los rasgos de identidad y contexto como principios imprescindibles de la gestión de conocimiento en las sociedades.

Esta época también se caracterizó por la coexistencia de concepciones de transmisión de información, propias de la Web 1.0, con otras formas de intercambio y participación en la creación de información, a través de la naciente Web 2.0. A esta última, Castells (2013) la denominó, en principio, la relación entre *la red y el yo*, a partir de la cual, más adelante, desarrolló la categoría de *sociedad red*.

En este principio de la sociedad del conocimiento, la educación juega un papel fundamental. De acuerdo con Lorenzo García Aretio (2012), en el mundo educativo, la información tiene la posibilidad de convertirse en conocimiento. La metáfora más significativa del conocimiento es el contenido, el cual es el producto de intercambio en las redes:

La conectividad, la interacción, la hipertextualidad, el hipermedia, están cambiando, tienen que cambiar profundamente la idea de escuela, la concepción del aula física, del recinto escolar y, naturalmente, del hacer de los docentes y del aprender de los estudiantes. La escuela tiene que mediar para que la ingente información que llega pueda, una vez procesada, ordenada y bien seleccionada, convertirse en conocimiento. (p. 12)

El *conocimiento*, concebido como contenido, va a representar la manera en que la cultura se aloja en las redes, la educación materializa sus representaciones de docencia e investigación, mientras las comunidades y redes intercambian conocimiento. En este marco, emerge el campo de la gestión de conocimiento y con él una concepción más amplia de este concepto que, según Ronald Anderson (2008), abarca ideas, valores y otras cogniciones tácitas, que se convirtieron, junto con el *know-how*, en las fuentes de valor de la nueva economía del conocimiento.

Ubicados en este escenario, surge otra tensión: el vertiginoso avance científico y tecnológico que hace que buena parte del conocimiento pierda vigencia con rapidez, al demandar aprender permanentemente y adquirir conocimiento y habilidades para mantenerse actualizado. Esta situación abre paso a la pregunta: ¿qué es lo que en realidad define a los seres humanos y a las sociedades? En la búsqueda de respuestas a este interrogante, la metáfora del aprendizaje comenzó a tener un lugar protagónico que antes no había tenido. El concepto de sociedad del aprendizaje desplaza al de sociedades del conocimiento en la medida en que el conocimiento no representa en sí la actividad humana.

La información y el conocimiento continúan siendo importantes, porque sin información no existe conocimiento. El conocimiento,

por su parte, estructura la construcción de sentido cultural de las sociedades: las unidades de sentido político, económico, social, territorial, científico y educativo que se encuentran sistematizadas y materializadas en unidades de contenido a las que denominamos conocimiento. De la misma manera que en las *sociedades de la información* el conocimiento se encontraba subordinado al lugar preponderante que ocupaba la información, en las *sociedades del conocimiento* el aprendizaje se subordina a la idea de conocimiento entendido como contenido. Desde una perspectiva educativa, esta es una situación interesante y se relaciona con la formulación de los modelos conductistas y cognitivistas que, en general, manejan el conocimiento como información y contenido, mientras que la ciencia y la tecnología como transferencia.

Desde la perspectiva de los economistas Joseph E. Stiglitz y Bruce C. Greenwald (2014), las *sociedades del aprendizaje* son aquellas en las que aprender a hacer las cosas mejor, a partir de la acumulación de capital social e intelectual y del progreso tecnológico, se convierte en insumo clave para su desarrollo. Así, “el ritmo de aprendizaje (innovación) es el determinante más importante para los aumentos en los niveles de vida” (p. 37). Por ende, resulta esencial que los miembros de estas sociedades desarrollen habilidades intelectuales y operativas que les permitan apropiarse, generar y aplicar conocimiento, lo cual exige “un perfil educativo muy diferente al formado por el sistema educativo que nació con la Revolución Industrial” (Velasco Toro, 2018, p. 130).

Este concepto no es nuevo puesto que, desde la década de los setenta del siglo pasado, se habla de un tipo de sociedad del aprendizaje cuya característica principal obedece a una educación que no se reduce espacialmente a las instituciones educativas, ni temporalmente a los ciclos formales de educación (Hutchins, 1968), junto con la preocupación, en los últimos años, por las competencias y habilidades para afrontar el aprendizaje a lo largo de toda la vida, al eco de la transformación del mundo económico, empresarial y del empleo (Unesco, 2005). En consecuencia, se resalta la construcción de un sujeto amoldado a las exigencias

del mundo económico contemporáneo. Alguien que requiere, a lo largo de su existencia, estar en disposición de adaptarse a diferentes espacios de empleabilidad, en un contexto subyacente de *sociedad postindustrial*. De acuerdo con Kenneth Wain (2010), en estas condiciones, el aprendizaje se convierte en un instrumento de control y evaluación del tipo de producto que necesita la economía *posfordista*, en la cual la innovación y el servicio son unidades cardinales para su estructura y funcionamiento.

Sin embargo, el conocimiento en el mundo humano forma parte de lo ya establecido. Es la materialización de las actividades con las cuales los seres humanos se comunican o intervienen el mundo. Ikujiro Nonaka e Hirotaka Takeuchi (1995) clasificaron a este conocimiento como *explícito*, para referirse a dicha materialización convertida en artefacto; mientras denominaron *conocimiento tácito* a aquel que aún se encuentra en el interior del cerebro de las personas y que forma parte de su experiencia, pero que no ha sido materializado en alguna unidad de contenido o artefacto.

El *artefacto* en sí, como unidad materializada del proceso de gestión de conocimiento, no es lo que representa al ser humano. De hecho, algunas tecnologías en el campo de la inteligencia artificial demuestran que dichas unidades se sitúan en agentes inteligentes que las traducen en métodos y artefactos altamente complejos y eficazmente elaborados. Los avances en este campo han alcanzado un punto tal, que el interés por el aprendizaje trasciende la esfera humana. La velocidad y progresión tecnológica generan grandes adelantos en el campo del aprendizaje automático o de las máquinas (*machine learning*) al crear métodos a través de los cuales las computadoras aprenden por su propia cuenta y generalizan comportamientos a partir de información dada mediante ejemplos o técnicas de inducción de conocimiento (Niño, 2018).

La conclusión a la que conlleva el avance cultural, político, económico y tecnológico logrado por las sociedades hasta el presente siglo es que los seres humanos no son solo información y conocimiento, aunque estos aspectos sean fundamentales en su desarrollo. El ser humano es esencialmente un *ser de aprendizaje permanente*.

En consecuencia, en la época actual, presenciamos cómo diversos sectores sociales —economía, tecnología, política, educación— están atravesados por el concepto de *aprendizaje*, más allá de la información, del conocimiento o su gestión, o del contenido como su expresión final. Las sociedades estructuran su desarrollo sobre ese aprendizaje en el transcurso de la vida, que da vía al artefacto a través de la gestión del conocimiento y permite el cambio de paradigmas y la resignificación de conceptos y principios fundamentales que orientan el hacer de las sociedades. Este hecho obliga a revisar de manera continua las competencias que se preparan para ello (Luna Scott, 2015).

La importancia de la categoría de aprendizaje en las sociedades de este tiempo amerita dedicar el siguiente apartado a identificar su devenir histórico y su consolidación como derrotero de las políticas educativas.

## Aprendizaje: transformación y resurgimiento de una categoría que toma protagonismo en la época contemporánea

Resulta difícil desmarcarse de la idea de *lo nuevo* cuando se escribe sobre fenómenos que retoman protagonismo en una época determinada. Sin embargo, es igual de desafiante distanciarse de la idea de que *ya todo ha sido contado* cuando se observan, en el surgimiento de dichos fenómenos, disrupciones en categorías que acompañan al ser humano desde las épocas más tempranas de su historia y que se dan por sentadas. Este es el caso del concepto de *aprendizaje*, inserto durante la historia del mundo educativo en medio de tensiones entre los enfoques de instrucción-enseñanza y autonomía-aprendizaje, con momentos de prevalencia de uno u otro, o épocas de su fusión en síntesis específicas que, en la actualidad, reaparece caracterizado por ser pensado como un proceso que dura hasta el final de la vida; centra buena parte de su desarrollo teórico y metodológico

en el aprendiz, mientras que debe integrarse con eficacia en la vida cultural de las sociedades, más allá de la arquitectura del claustro.

Esta perspectiva del aprendizaje es sustancial para comprender las transformaciones del mundo educativo en la época contemporánea. Entre ellas, la reorganización de su estructura, las funciones de cada uno de sus actores —el estudiante, el docente, el entorno familiar y social—, la entrada de nuevos agentes —en particular artefactos tecnológicos— y el lugar que ocupan en el acto educativo.

El enfoque del aprendizaje como proceso, que admite un alto grado de autonomía del estudiante, se observa de manera explícita y directa en las ideas del *Emilio, o de la Educación*, de Jean-Jacques Rousseau (2024);<sup>1</sup> junto a él, el comienzo de lo que se considera la *modernidad pedagógica*. A partir del concepto de *naturalismo pedagógico*, Rousseau (1712-1778) desarrolló una idea de respeto a la naturaleza del aprendiz, caracterizada por la apertura al *aprendizaje autónomo del niño*, al reprimir el excesivo verbalismo docente que marcaba el ejercicio educativo de la época. Este principio pedagógico conlleva a centrar el acto educativo en el aprendizaje y no en la enseñanza. Del pensamiento de Rousseau quedan varios principios pedagógicos que sustentan el concepto de aprendizaje en la actualidad: debe estar centrado en el aprendiz, se aprende de la experiencia, el aprendizaje requiere juego y diversión, implica la motivación y, en el aprendizaje, el mismo proceso es el fin (Vilafranca Manguán, 2012).

Dos rasgos en el seguimiento de la noción de aprendizaje propuesta por Rousseau van a ser profundizados por Heinrich Pestalozzi (1746-1827), quien, en el marco de la pedagogía naturalista, desarrolló el principio de *la libertad autónoma en el niño*, como meta de la educación (Soëtard, 1994). En concreto, el niño debe ser el centro de la acción educativa y el pedagogo debe colocarse en una posición que comprenda al niño, para que se constituya, de manera autónoma, durante el hecho educativo. Mediante su *método de la intuición*, es posible extraer las leyes de su desarrollo, crear

---

1 Trabajo original publicado en 1762.

un medio favorable en su progreso y promover su eficacia desde su capacidad de acción.

Esta orientación hacia un entorno más activo para el niño fue objeto de discusión y de observación de sus variaciones, sin que por ello se permitiera identificar una profundización en el campo del aprendizaje. Esta profundización surgió solo con los trabajos de John Dewey (1859-1952), en los que se reafirma el lugar del docente como director del proceso educativo y se establece la categoría que dirige su discurso: la enseñanza-aprendizaje.

Dewey asumió muchos de los postulados de Pestalozzi referidos al aprendizaje activo y a una consecuente construcción de significado. Desde un marco filosófico-pedagógico-pragmático-instrumental, él concibió la escuela como un continuo con la sociedad y el método pedagógico, una unidad sintética del método científico aplicada en el aprendizaje. Esta pedagógica investigativa, sintetizada en el *método problema*, se conocería, más adelante, como aprendizaje basado en proyectos. De sus trabajos, resulta de especial interés recuperar la característica de autonomía del niño que aprende y quien, por lo tanto, aprende a aprender (Dewey, 2024).<sup>2</sup> Este referente es esencial para entender el contexto del aprendizaje instruccional, en el que el docente se ocupa de diseñar el contenido que el estudiante debe aprender por su cuenta al adoptar sus propios métodos (González-Monteagudo, 2001).

En esta perspectiva en la cual los niños aprenden a aprender, se encuentran los trabajos de María Montessori (1870-1952), cuyo método pedagógico, científico o experimental, se fundamenta en el reconocimiento de las diferencias individuales, el respeto por el ritmo de aprendizaje, el favorecimiento de la libre actividad y la promoción de la espontaneidad y la expresión de los niños (Molins *et al.*, 2007). En adición, el concepto de *autoeducación*, propuesto por ella, determinó un replanteamiento del papel del docente, al fortalecer una perspectiva de autonomía del aprendiz y dar un fuerte tono de identidad a la categoría de aprendizaje, independizada de los modelos de enseñanza-aprendizaje.

---

2 Trabajo original publicado en 1916.

## Concepto de aprendizaje y desarrollos pedagógicos del siglo xx

Con la llegada del siglo xx, tuvo lugar una transformación un poco más acelerada de los modelos educativos hacia la psicología del estudiante. El concepto de aprendizaje se visibilizó de manera más frecuente en los estudios y análisis teórico-metodológicos del campo educativo. Richard E. Mayer (1992) sintetiza las modificaciones del concepto de aprendizaje ocurridas desde mediados del siglo xx, hasta principios del siglo xxi, en tres metáforas: el aprendizaje como *adquisición de respuestas*, el aprendizaje como *adquisición de conocimiento* y el aprendizaje como *adquisición de significado*.

Esta etapa en la evolución del campo pedagógico se inició con los modelos de intervención y modelamiento de la conducta del ser humano (Watson, 1984). De esta corriente, se heredan los modelos instruccionales asociados a la tecnología educativa. Del debate gestado al interior de esta corriente, entre Burrhus Frederic Skinner (1904-1990) y Edwin Ray Guthrie (1886-1959), el segundo concluyó que los resultados del trabajo sobre el condicionamiento en el sujeto tienen un alto componente cognitivo. Skinner se mantuvo en el trabajo de modelos biológicos y Guthrie se concentró en cómo se desarrolla la cognición en los seres humanos, lo que dio origen a los modelos cognitivistas. Aunque en el cognitivismo el concepto de aprendizaje prevalece, en la medida en que el objetivo es generar transferencia de conocimiento hacia el estudiante, el centro sigue siendo el contenido. El docente juega un papel fundamental, en la medida en que es quien debe diseñar y llevar a cabo las estrategias para enseñar dicho contenido al estudiante.

Luego de ello, surgió la preocupación por la integración de la relación entre el sujeto y el entorno social. El conocimiento y su estructuración interna son clave, pero, al tener como fin la construcción de significado, dicho significado se vincula con el grado de interacción con el entorno social y cultural; en palabras de Lev Vygotsky (1896-1934), es la *zona de desarrollo próximo* (2020). En esta corriente pedagógica, el sujeto como centro del acto educativo

vuelve a cobrar relevancia. Según el constructivismo, el estudiante es el responsable final de su aprendizaje, sus conocimientos previos son esenciales en la activación de nuevas experiencias; el docente cumple un papel mediador esencial en la articulación con los saberes socialmente establecidos y el aprendizaje es un proceso de reconstrucción de los conocimientos culturales.

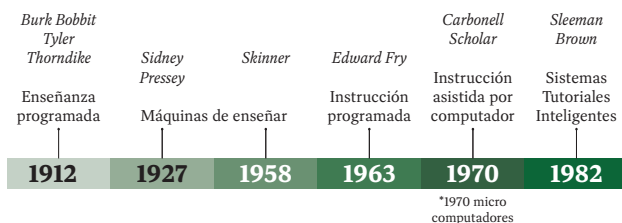
De lo anterior, se resaltan tres aspectos del constructivismo, presentes en muchas de las formas del concepto de aprendizaje en su enfoque contemporáneo. En primer lugar, el sujeto puede aprender en solitario, sin dependencia del entorno social, constructo al que aportan fuertes elementos teóricos Jean Piaget (1896-1980) y David Ausubel (1918-2008). En segundo lugar, el aprendizaje se puede mantener en un punto intermedio entre la individualidad y el medio social, es decir, el sujeto aprende solo, pero en interacción con pares aprende mejor y mucho más si son de diferente nivel. En tercer lugar, el conocimiento no es individual, sino social; por lo que, al aprender, se reconstruyen saberes ya posicionados culturalmente en el medio (Pozo, 2023).

En este recorrido, el concepto de aprendizaje ha tenido cambios estructurales a lo largo de las últimas tres centurias, que lo convierten en la actualidad en la categoría educativa central del siglo XXI, con alta autonomía conceptual y metodológica, porque modifica, de manera sustancial, las representaciones de sociedad. En la dimensión social, la pedagogía deja de ser un problema exclusivo de la institución educativa y del aula de clase, cuando se transforma en un asunto que compete a la sociedad entera. En la dimensión tecnológica, la consolidación de las tecnologías digitales fortalece las condiciones en el diseño de modelos de aprendizaje y el desplazamiento y transformación de los modelos de enseñanza. En la dimensión antropológica, se disuelve la discontinuidad tradicional entre hombre y artefacto, al permitir que la idea de aprendizaje y conocimiento sea compartida por hombres y máquinas, lo que genera su hibridación. Todos estos aspectos se analizan a lo largo de esta investigación.

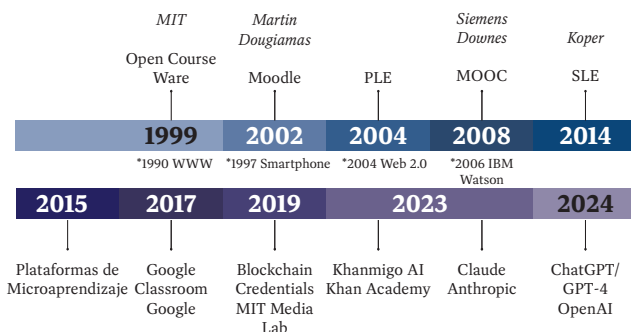
# Evolución de las tecnologías educativas e innovaciones disruptivas

La evolución de las tecnologías en el escenario educativo refleja las transformaciones de las corrientes pedagógicas y del aprendizaje discutidas en los numerales previos. De este modo, existen algunas tendencias bien definidas: lo instruccional y la cognición individual; lo constructivista y lo colaborativo; los ambientes virtuales y los ecosistemas digitales educativos, en los que la frontera entre el mundo físico y digital es cada vez más difusa. La siguiente línea de tiempo ubica los hitos más importantes de esta evolución (figura 1).

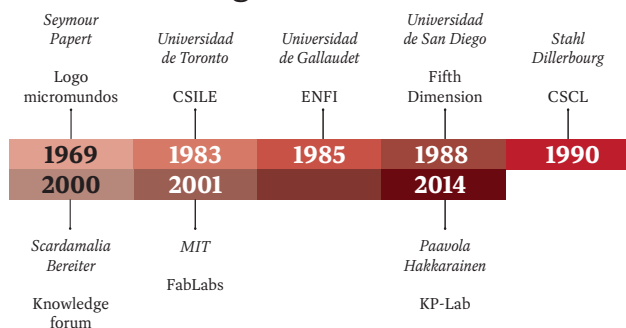
## Tecnologías instruccionales



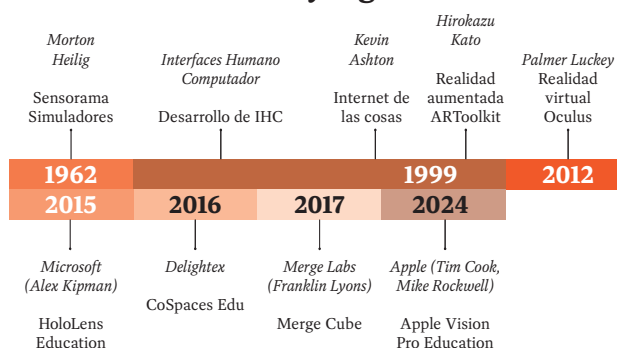
## Ambientes virtuales de aprendizaje y ecosistemas digitales educativos



## Tecnologías constructivistas



## Tecnologías que integran el mundo físico y digital



**Figura 1.** Hitos en la evolución de las tecnologías educativas

**Fuente:** elaboración de la autora.

Como se aprecia, los primeros desarrollos, en los comienzos del siglo xx, corresponden a la enseñanza programada y a sistemas instruccionales caracterizados por el determinismo. En estos sistemas, cada pregunta, respuesta y decisión debía ser anticipada por el diseñador, para dirigir a los usuarios en dirección al logro de objetivos predefinidos, proporcionando apoyos precisos en cada momento y garantizando un avance dosificado bajo el control permanente del sistema. Posterior a ello, desde finales de

los años sesenta del pasado siglo, se avanzó hacia ambientes más constructivistas, sensibles al comportamiento de los usuarios. En estos entornos no había un plan didáctico predefinido, lo que propiciaba la exploración libre del entorno, mientras que las actividades cognitivas eran modeladas indirectamente por los objetos manipulados a cargo de los estudiantes (Maldonado *et al.*, 2005).

Tales aspectos convivieron armónicamente con las prácticas educativas tradicionales, debido a su discreta presencia en los ambientes educativos. Esta condición hizo que el profesorado tuviese en sus manos la decisión de utilizarlos o no como apoyo de su trabajo en las aulas, con la intención de facilitar su labor, mejorar el logro académico o innovar en sus prácticas. Con frecuencia, se incluían dispositivos y programas en la enseñanza para tratar de *hacerlos encajar* con los modelos pedagógicos empleados a diario en las clases.

Con la llegada de internet, en los años noventa del siglo pasado, eclosionaron las plataformas de formación en línea, que permitieron la gestión de contenidos y la oferta de cursos bajo la administración de las instituciones educativas. En la década del 2000, enriquecidas con los servicios de la Web 2.0, estas plataformas evolucionaron a una segunda generación, en la que la interacción entre estudiantes y profesores supuso una formación de mejor calidad. Se construyó así una imagen de la plataforma como componente central del aprendizaje y único responsable de la funcionalidad para formar en línea, que, aunque ha ido perdiendo protagonismo, aún persiste en algunas instituciones (García-Peñalvo y Seoane Pardo, 2015).

Tras la masificación de los dispositivos y del acceso a internet, se alteraron las condiciones de incorporación de las tecnologías en los escenarios educativos, ya que la web no solo se convirtió en el principal medio de acceso a la información, sino que abrió paso a alternativas de formación abierta, masiva, de bajo costo y en competencias específicas, ajustadas a las condiciones socioeconómicas de un amplio porcentaje de la población, así como a las demandas de un entorno laboral cada vez más dinámico. De esta manera, la integración de la tecnología en la educación deja de

estar bajo el control del profesorado y de las instituciones, cuando se tornó en un escenario de trabajo común y cotidiano para estudiantes y profesores de todas las modalidades y niveles educativos.

En adición, con el acceso libre a los contenidos en línea —conferencias especializadas, textos, artículos— y la accesibilidad a la investigación científica promovida por el movimiento de ciencia abierta (*open science*), pero, en esencia, como consecuencia del influjo de los sistemas de *big data* e inteligencia artificial en la gestión de los procesos de aprendizaje, nuevos actores aparecieron en la escena educativa, que consolidaron su participación no solo en la capacitación, formación y profesionalización, sino en la investigación y producción de conocimiento (Holmwood y Marcuello Servós, 2019). Su creciente protagonismo, hoy en día, amenaza con desplazar a las instituciones educativas tradicionales. Esta situación se ha hecho evidente en países como Colombia, con el descenso sostenido de las matrículas de educación superior en los últimos años, gracias no solo al cambio demográfico y los elevados costos en las universidades privadas, sino de la oferta nacional e internacional de programas y cursos en línea (Redacción Semana, 2019; Rojas, 2019). A este fenómeno, en el que una innovación cambia una tradición con la cual se pone en riesgo y amenaza con desplazar a un líder establecido, se le denomina *innovación disruptiva* (Flavin, 2017).

A este escenario de tensión, se suma la reiterada crítica a los sistemas educativos formales, de los cuales se afirma que sus planes de formación, pensados en el umbral del siglo xx, se presentan desarticulados de la realidad social y cultural del momento; lo más crítico es que poseen poca utilidad para el acceso y mejoramiento del mercado laboral y el talento humano. Se afirma que no están conectados con el mundo real y que los sujetos pasan muchos años en las aulas y cuando egresan no saben hacer nada. Es decir, se ha expuesto la carencia de sentido y utilidad de las formas tradicionales de educación (Unesco, 2015), al poner en duda la vigencia de los títulos universitarios y al atribuir a esta condición el desinterés de las nuevas generaciones de estudiantes, quienes no están

desarrollando las competencias que necesitan para prosperar en un mundo en el que el conocimiento se actualiza aceleradamente. Hechos que se sustentan con las elevadas tasas de deserción del sistema educativo, que inciden en los indicadores de desempleo, reducción de la productividad, pobreza y exclusión. En este sentido, José Velasco Toro (2018) afirma:

La organización escolar fundada en el paradigma enseñanza-aprendizaje, donde el alumno no actúa sino reacciona, se muestra retrógrada ante la dinámica del cambio derivado de la Sociedad del Conocimiento que exige aprender en el hacer con autonomía a lo largo de la vida, cultivar la imaginación para mantener la capacidad de asombro y saber asumir la incertidumbre con creatividad [...] el conocimiento es un factor de valor y por tanto componente de orden económico y social que está en constante cambio, realidad que en el contexto laboral impone a las personas la necesidad de su permanente actualización. (p. 128)

Al respecto, Leidy Muñoz Hurtado (2017) indica que no es la primera vez que se enuncia una crisis mundial del sistema educativo como resultado de la desincronización de su acción con los acelerados cambios y la eficiencia de los sistemas económicos y productivos. Aunque, a su vez, plantea que esta crisis nunca había sido tan evidente, producto de las innovaciones disruptivas de base tecnológica que impulsan la participación de grandes oferentes de formación y que privilegian el lugar de trabajo como el espacio por excelencia para llevar a cabo el aprendizaje y la innovación.

Ante tal coyuntura, y con el fin de ajustarse a las dinámicas de la sociedad digital, las instituciones educativas más flexibles han generado adaptaciones en sus prácticas y diseños educativos. La diversificación de la oferta de formación, capacitación, reentrenamiento y certificación en las universidades se ha realizado a través de los  *cursos en línea masivos (massive open online courses [MOOC])*, así como de las *Minerva schools* —actual Minerva University, proyecto que posibilita cursar pregrados con el uso de una sofisticada plataforma de educación virtual, combinada con experiencias en contexto en siete campus alrededor del mundo—. Este movimiento apunta a que comprender las potencialidades de las tecnologías, es decir,

las posibilidades de extender sus usos más allá de los propósitos para los cuales son diseñadas y aprovecharlas en la educación, constituiría un factor diferencial.

En esta perspectiva, se altera otra vez el enfoque de integración de las tecnologías en los escenarios educativos. No se trata de *adaptarlas* a los modelos pedagógicos existentes, incluso ante el resurgimiento de los modelos activos de las tecnologías para *aprender haciendo* (*learning by doing*), sino de aprovecharlas con creatividad en función de ajustar las acciones educativas a los modos, formas y lugares de aprendizaje que habilitan los ecosistemas emergentes. De la capacidad y velocidad de adaptación parece depender la supervivencia de las instituciones de educación formal, no solo en el nivel superior, sino en la secundaria.

En consecuencia, el diseño de ambientes de aprendizaje se inclina hacia escenarios menos instruccionales, más sociales y con perspectivas de integración, a través de metáforas ecológicas que trascienden la acumulación de tecnologías (García-Peñalvo y Seoane Pardo, 2015) e integran diferentes espacios y lugares (Walther *et al.*, 2020). Estas propuestas se construyen a partir de la premisa de que el aprendizaje es multidireccional, multimodal y parte de la vida en diferentes contextos socioculturales, la cual no tiene lugar exclusivo dentro de los confines de la educación formal (Gros, 2016).

Dentro de esta tendencia, destacan los entornos personales de aprendizaje (PLE) y las redes personales de aprendizaje (PNL), a través de los cuales el estudiante articula los recursos, aplicaciones, servicios y conexiones para conformar su ecosistema personal, en contraste con los sistemas institucionalizados de gestión del aprendizaje (Gros, 2016). Con ello, puede “vincularse en un ecosistema digital de agenciamiento de procesos de aprendizaje y producción de saber que integran aplicaciones de la Web 1.0, 2.0 y 3.0” (Rojas-Mesa y Leal-Urueña, 2017, p. 71).

No obstante, los retos asociados al cambio tecnológico no culminan aquí. La conjugación de las dimensiones física, digital y biológica del mundo, con la consecuente afectación de las

disciplinas, economías, industrias y gobiernos, desafía las ideas sobre lo que significa ser humano, al dar forma a la denominada *Cuarta Revolución Industrial* (Schwab, 2017). Esta revolución plantea escenarios prospectivos mediante la convergencia y mutua ampliación de tecnologías: internet de las cosas, inteligencia artificial, robótica, manufactura aditiva, *blockchain*, *big data*, *cloud computing*, biotecnología, nanotecnología, por nombrar algunas.

Quizá el punto que genera mayor polémica es la inminente expansión de la inteligencia artificial a todos los sectores —industria, comercio, banca, salud, gobierno, educación— y su impacto en el desplazamiento de la fuerza de trabajo; situación que plantea desafíos directos al mundo educativo. La investigación pronostica que, hacia el año 2035, muchos de los estudiantes de hoy ingresarán al mercado laboral, el 10 % de los empleos actuales experimentará un aumento en la demanda, el 20 % verá una disminución y el 70 % tendrá una incertidumbre (Aron, 2019). Por lo tanto, la preparación que requiere este siglo supone formar para el trabajo conjunto con la inteligencia artificial, la capacitación permanente y la actualización. En palabras de Joseph Aoun, rector de la Universidad de Northeastern:

la necesidad de que los colegios y universidades se adapten es clara. Debemos diseñar e implementar un plan de estudios que permita a los seres humanos ser ‘a prueba de robots’ y hacer los trabajos que solo los humanos pueden hacer. (Northeastern University y Gallup, 2018, p. 1)

Ante este escenario, los sistemas educativos están llamados a armonizar sus acciones con el fin de responder a las demandas del presente, sin descuidar su responsabilidad con la generación del conocimiento y la formación para el mundo político, la sociedad y la cultura. En otras palabras, reconectar al sistema educativo con las realidades sociales y culturales, con respecto a la generación de ciencia, tecnología e innovación y la formación de ciudadanos autónomos y socialmente responsables, que contribuyan a la solución de las necesidades más sensibles de sus comunidades, para salir de la opacidad de una cotidianidad saturada por las

reacciones inmediatas, al valorar la importancia de detenerse en las cuestiones fundamentales y en las realidades más significativas (Moncayo, 2018). En este sentido, las instituciones educativas de todos los niveles han de sincronizar sus funciones para constituirse en organizaciones de aprendizaje (Montoya Castaño, 2024), en las que docentes y estudiantes, como agentes activos en la gestión de conocimiento, cuestionen, identifiquen problemas, analicen, exploren, experimenten y diseñen soluciones que respondan a necesidades reales y concretas de sus localidades, en la medida de, o al retar, sus posibilidades, es decir, ser gestores de cambios e innovaciones sustentables (Fernández y Pinzón, 2017).

## Discusión: configuración de los contextos del aprendizaje contemporáneo

Este capítulo ha ofrecido una lectura acerca de la relación educación-sociedad y la influencia que ha tenido la tecnología en su construcción desde mediados del siglo pasado. Este marco general resulta fundamental para la formación inicial en competencias digitales docentes, porque permite entender los escenarios y formas en los que se lleva a cabo el aprendizaje en la actualidad, para integrarlos como objeto de estudio y campo de práctica. El análisis presentado parte de la idea de que cada época construye sus propios artefactos, los cuales en nuestro tiempo están vinculados con las TIC. En este sentido, la comprensión del papel de las tecnologías ofrece una visión de los diferentes intentos de definición de sociedad y de educación de las últimas décadas.

En esta perspectiva, el primer punto de análisis abordado propone *la transición* de las sociedades de la información y del conocimiento hacia las sociedades del aprendizaje, a raíz de la búsqueda de aquello que nos hace humanos, en un mundo cada vez más permeado por la automatización, la inteligencia artificial y en el que se acrecienta la idea de que la tecnología funcionaría de

forma autosuficiente. La discusión sobre el sentido de lo humano es relevante en el ámbito de la educación al considerar que los avances tecnológicos crearían grandes tragedias sociales, económicas y políticas, en la medida en que no se reconozca y valore el lugar de los seres humanos. Por el contrario, estos avances pueden ofrecer grandes oportunidades de progreso colectivo, desarrollo y bienestar de la humanidad, si se adoptan posturas abiertas y equilibradas frente a su utilización.

Acoger esta segunda perspectiva, de cara a la integración de las TIC en la educación, es un pilar para armonizar la relación tecnología-pedagogía en el imaginario docente. La formación del profesorado en competencias digitales debe poseer como uno de sus ejes fundamentales las *relaciones armónicas entre la tecnología y la educación*. Esto posibilitaría avances hacia la recuperación del sentido de lo humano en relación con los artefactos de esta época y el empoderamiento de los sujetos de forma individual y colectiva.

En este contexto, se discute el resurgimiento de la categoría de aprendizaje como actividad humana, porque “ser es aprender” (Burbules, 2009, p. 20). De aquí emana el segundo punto de análisis formulado, la relevancia del concepto de *aprendizaje* en la época contemporánea. Debido a que este se ha configurado de los conceptos de enseñanza e instrucción de manera independiente, fue necesario llevar a cabo una lectura histórica transversal para recuperar sus orígenes y contextualizarlo. Por ello, se exploran los desarrollos que le hacen una categoría controvertida en el mundo educativo actual, al resultar estratégicamente adecuada en las sociedades del momento, su tipo de economía y, sin embargo, también riesgosa para el sujeto de derecho construido en la modernidad.

La génesis del concepto se encontró en 1762, en los trabajos de Rousseau y Pestalozzi, quienes plantearon principios de autonomía, creatividad, libertad y flexibilidad; los mismos que recrean la noción de aprendizaje que se maneja en la actualidad. Más adelante, en los trabajos de Dewey y Montessori, surgieron otras categorías conexas al concepto de aprendizaje utilizadas en la actualidad: aprendizaje activo, autonomía del aprendiz, aprendizaje ligado a

la investigación, aprendizaje basado en problemas y aprender a aprender. En particular, los análisis de Dewey constituyen un hito en el desarrollo de este concepto en referencia a la tecnología, pues en ellos ocurrieron, por primera vez, las posibilidades de articulación de artefactos tecnológicos con modelos de aprendizaje.

Para completar la reconstrucción, fue necesario detenerse y detallar las formulaciones de los modelos conductista, cognitivista y constructivista concebidas durante buena parte del siglo xx, en las cuales el aprendizaje es visto como proceso de adquisición de respuestas, de conocimiento y de sentido. De esta evolución surgieron modificaciones que delimitan el concepto que utilizamos hoy en día; la más importante es quizá que el proceso educativo desplazó del *protagonismo* al profesor, para constituirse en un hecho centrado en un alto porcentaje en el estudiante. De esta concepción, se derivan múltiples implicaciones asociadas con los cambios de rol en la relación pedagógica entre profesores-estudiantes y de estos últimos con el conocimiento y la tecnología, las cuales revelan otro de los aspectos esenciales a considerar durante la preparación inicial del profesorado.

En adición, resultó relevante revisar la evolución del concepto de aprendizaje en el ámbito de la política internacional, dado su predominio en la definición de las políticas educativas en el siglo xxi. A través del rastreo histórico, se precisa de qué manera este concepto empezó a desenvolverse con el impulso de las políticas de educación para adultos, a través de las nociones: educación a lo largo de toda la vida, educación permanente y educación continua, que orientaron la definición de una política educativa desde finales de los años cuarenta hasta los años ochenta del siglo pasado.

En los años noventa, tras la aparición de las TIC y su integración al mundo educativo, la política internacional dio un giro en dirección a las necesidades básicas de aprendizaje: aprender a conocer, a hacer, a ser y a vivir juntos; el aprendizaje flexible; las oportunidades de aprendizaje formal, no formal e informal; y el aprendizaje a lo largo de toda la vida, instituido como derrotero de la educación del siglo xxi y orientador de la actual política

global educativa. El *resurgimiento* de la categoría de aprendizaje, en la política educativa internacional, ha estado ligado con el progresivo interés hacia el aprovechamiento del *potencial de las TIC* en la educación. Este movimiento se manifestó, en un inicio, en la reconfiguración de la educación a distancia y en el surgimiento de la educación virtual expuesta en los últimos años, hasta convertirse en un pilar de las políticas y los planes para todas las modalidades y niveles educativos, al responder a los requerimientos del paradigma de la ecología del aprendizaje.

Este escenario político, educativo y tecnológico constituye el tercer punto de discusión que desarrolla este capítulo, asociado con el lugar indiscutible que, en la actualidad, ocupan los *artefactos tecnológicos* en el mundo educativo, no como simples herramientas, sino como parte fundamental del aprendizaje del siglo XXI. Este hecho implica que las instituciones educativas y formadoras de profesores no pueden ser ajenas a la discusión y reflexión sobre el uso, oportunidades y riesgos de las tecnologías; en particular, porque se considera que los profesores son actores decisivos para que niños y jóvenes construyan una relación más productiva, creativa, democrática, reflexiva, crítica y segura con las TIC. Sobre este asunto, se proyectan varias consideraciones sobre la formación inicial del profesorado.

En primer lugar, las condiciones actuales de expansión de las TIC determinan, en gran medida, las *competencias* con las que debe contar el *docente contemporáneo*. Por ello, la competencia digital del docente se convierte en componente clave de la función educativa y supone la construcción de un marco pedagógico de referencia amplio que garantice su desarrollo desde la formación inicial, así como su actualización a lo largo de la vida profesional de los educadores. Esta preparación debe realizarse mediante el empleo de escenarios y tecnologías que dan forma a los ecosistemas educativos más recientes, de modo que el profesorado se familiarice con el constante ritmo de cambio tecnológico y genere visiones prospectivas que le permitan aprovechar las potencialidades de estos escenarios, al tiempo que aprenda a enfrentar los riesgos que de ellos se derivan.

En segundo lugar, se hace cada vez más evidente que las *potencialidades* de las TIC configuran múltiples contextos para el aprendizaje que el docente debe estar en capacidad de aprovechar. La *tecnología*, como artefacto cultural, viabiliza nuevas formas de relación con la información, con el conocimiento y con otros actores, mientras flexibiliza estas relaciones en el espacio-tiempo. El acceso a fuentes de información, a la interacción sincrónica y asincrónica, a recursos educativos abiertos, a cursos masivos en línea, entre otras alternativas, genera potenciales escenarios para aprender, construir conocimiento, comunicarlo y difundirlo. Estos espacios, hasta hace poco inéditos, vinculan nuevas competencias para profesores y estudiantes.

El punto crítico en este tema es que, a pesar de todas estas posibilidades, adoptar las tecnologías con la intención de mejorar los procesos educativos sigue siendo una situación nueva para muchos profesores y, para aquellos que poseen algún tipo de experticia, las dificultades que enfrentan son múltiples y variadas. Son suficientes los casos en los que el desconocimiento de las potencialidades de las TIC ha hecho que se reciclen prácticas tradicionales con nuevas tecnologías, al limitar las posibilidades para enriquecer y crear mejores oportunidades de aprendizaje. Lograr las condiciones mínimas para que los profesores intenten formas alternativas de relación con los estudiantes y con el conocimiento, que les propicie innovar e integrar las TIC en su trabajo, es otro de los grandes desafíos para la formación inicial del profesorado.

El tercer punto de análisis planteado en este capítulo tiene que ver con *la crisis* desatada por las innovaciones disruptivas que *amenazan* a los sistemas educativos formales al hacer imprescindible su renovación. En medio de los cambios acelerados y la incertidumbre forjada por las crecientes capacidades de procesamiento computacional, los sistemas educativos se encuentran en el centro del debate. Existe una tensión, una brecha, entre lo que se aprende en las instituciones y ciertas formas de conocimiento y habilidades, más asociadas con la práctica y con la experiencia adquiridas en espacios informales, que no están siendo validadas por las instituciones educativas,

pero sí valoradas por el mundo laboral, entre ellas, las habilidades blandas o competencias en el siglo XXI. Esto se aprecia con claridad en la industria de los servicios digitales, que exige habilidades y destrezas especializadas en el ámbito tecnológico, caracterizadas por su alta mutabilidad, lo que a su vez requiere el diseño de nuevas formas de validación del *know-how* que, al igual que las competencias que certifican, requieren ser renovadas permanentemente en un ciclo que, se anticipa, durará toda la vida.

Ante este escenario de múltiples retos, oportunidades y amenazas, se espera la actuación dinámica de los sistemas educativos que, más allá de formar a los nuevos perfiles del mercado de trabajo, generen propuestas que contribuyan a superar las desigualdades e inequidades que anticipa la Cuarta Revolución Industrial, con el fin de aprovechar sus ventajas y extender sus beneficios al conjunto de la población. En el ámbito de la educación secundaria, esto supone orientar sus acciones hacia la formación en habilidades para adaptarse a un mundo en constante cambio, incluidas las competencias digitales, como condición básica para participar en la sociedad digital.

La discusión permanece abierta en medio de grandes incertidumbres. Los sistemas educativos se debaten entre aprender a funcionar bajo la lógica del sistema digital, al apostar por una mayor especialización en la formación y la diversificación en sus formas de entrega, o perseverar en una posición más independiente y crítica. En ambos casos, deben intentar mantener su vínculo inescindible con el conocimiento, sin perder su conexión con las realidades sociales, sus contradicciones y problemáticas, en función de mantenerse al servicio de las personas, sobre todo de los más vulnerables. Sin embargo, estos sistemas educativos, otrora esenciales en la formación de ciudadanos y profesionales, aparecen prescindibles para calificar la nueva corte de *operarios ubicuos* para la economía digital. Su más grande competidor: *una inteligencia artificial*, que ahora sabe aprender por sí misma.

En este contexto, emerge la necesidad de *conceptualizar* sobre las competencias para el siglo XXI, a través de alfabetizaciones y

modelos pedagógicos acordes con las posibilidades de construcción de conocimiento que generan los ecosistemas educativos. Este punto constituyó el quinto tema de discusión en este capítulo, en el que se abordaron las implicaciones de estas transformaciones en la educación. En primer lugar, las nuevas competencias que demanda el entorno social y el sistema económico exigen del sistema educativo la formación de sujetos dotados de un complejo sistema de multialfabetismos, para que aprendan a aprender, trabajen con tecnología, resuelvan problemas reales, sean autónomos, entre otras habilidades para desempeñarse en la economía digital. Resulta indispensable contar con docentes formados y con capacidades para orientar acciones educativas acordes con estas representaciones de sociedad, desde perspectivas multidisciplinares, multifocales y de interacción en red.

Estas condiciones han impulsado enfoques pedagógicos que suponen la renovación de las dinámicas de interrelación y comunicación; lo que se traduce en nuevos roles para profesores y estudiantes. El estudiante es cada vez más un agente activo y cocreador de su aprendizaje, mientras que el profesor se desempeñará como diseñador de estrategias pedagógicas, al abandonar su rol de experto en el contenido, para convertirse en orientador y facilitador en la creación de entornos y redes personales de aprendizaje por parte del estudiantado. Así, en un contexto en el que el conocimiento y la tecnología se actualizan de forma persistente, estudiantes y profesores ahora son aprendices permanentes. Estos cambios de rol representan otro de los grandes desafíos en la formación inicial del profesorado, cuando tiende a tomar en cuenta la prevalencia de los modelos de docencia tradicional, caracterizados por el protagonismo del docente y la pasividad del estudiantado, localizado en el aula de clase y con pocas mediaciones.

Todas estas transformaciones, junto a sus retos, no se eximen de múltiples riesgos, en particular, para el profesorado. Vemos cómo aquellos que no modifican sus imaginarios del ser docente, sobre los procesos de transferencia de información, están enfrentando grandes crisis por las presiones que impone el cambio. La reinención

de sus roles, a partir de las ventajas expresas en el discurso general, acarrear grandes esfuerzos, tanto para profesores como para las instituciones que los forman, al tener que construir rutas propias para constituir al docente en un sujeto de saber, acompañamiento y promoción de experiencias de aprendizaje. El estudiantado, por su parte, está cada vez más próximo a sus nuevos roles, efecto de la proliferación de información y de aplicaciones para crearla, curarla, clasificarla y ponerla a disposición de los usuarios en corto tiempo, lo que sin duda aumenta la tensión en los sistemas educativos en todos los niveles.

Por otro lado, con respecto a la inserción del artefacto tecnológico en el mundo educativo, aún son problemáticas las desigualdades en las condiciones de infraestructura de las instituciones educativas, las limitaciones de conexión, el insuficiente equipamiento tecnológico y su rápida obsolescencia. El tiempo que los profesores deben dedicar a aprender a manejar con suficiencia artefactos y aplicaciones tecnológicas, así como al diseño de estrategias para su integración pedagógica, constituye otra de las más significativas tensiones, debido a que este trabajo, muchas veces, necesita hacerse en el tiempo libre del docente, con el agravante del ritmo de la innovación tecnológica, que en este caso supone que deba emplear más tiempo para actualizarse y adecuar sus estrategias a las tecnologías que arriban a la escena social y educativa.

Este complejo panorama de tensiones encuentra un nuevo cauce para fluir. Se trata de una metáfora construida en torno a modelos ecosistémicos, que generan discursos integradores y posibilitadores de nuevos lugares para el docente, el estudiante, la tecnología y el conocimiento. En este capítulo, se introdujo la discusión frente a estas perspectivas ecosistémicas, sin embargo, dada su relevancia en la investigación, las potencialidades de estas perspectivas para los procesos de aprendizaje, la integración de las TIC en la educación y la formación inicial del profesorado, serán objeto de análisis en el tercer capítulo.

# Formación inicial en competencias digitales docentes: antecedentes y referentes conceptuales

**E**ste capítulo desarrolla los referentes teóricos de la formación inicial del profesorado en el campo de las competencias digitales en América Latina, en particular en el caso colombiano. En primer lugar, se analizan los estándares definidos por diferentes organizaciones internacionales, las perspectivas de las tecnologías para la educación secundaria y los desafíos asociados con su integración en las instituciones educativas, según los informes de los consorcios especializados en esta materia. Luego, se expone un panorama de las políticas de formación en TIC y de los programas desarrollados a su tenor. Para finalizar, se presenta una síntesis de los principales avances de la investigación en el campo de la formación de educadores en TIC, recopilados a partir de la construcción del estado de arte en el periodo 2012-2018. El capítulo concluye con una discusión sobre las oportunidades y retos de la integración de los estándares, tendencias, políticas y resultados de investigación en la preparación inicial del profesorado en Colombia.

## Estándares de la formación inicial en competencias digitales docentes

Las competencias digitales se han convertido en un concepto clave en la discusión global acerca del tipo de habilidades que deben tener

las personas para enfrentar el siglo XXI. Este carácter les otorga, además, connotaciones políticas que reflejan las creencias, deseos y expectativas de sociedades cada vez más determinadas por los desarrollos de la infotecnología y la biotecnología. Razón por la cual, en el análisis de la competencia digital del profesorado, resulta indispensable analizar las políticas y estándares que orientan su desarrollo en diferentes latitudes. Varios países han formulado y difundido estándares para formar en competencias digitales del profesorado; los más relevantes, que abarcan la década del 2010, son los siguientes:

- *Marco de competencias TIC para profesores* (Unesco, 2011b).
- *Marco europeo para la competencia digital del profesorado* (Redecker, 2017).
- *Estándares para educadores* (ISTE, 2024).
- *Competencias TIC para el desarrollo profesional docente* (MEN, 2013).

En ellos, se definen aproximaciones a las competencias para usar las tecnologías con propósitos educativos e integrarlas en el trabajo docente; es decir, lo que el profesorado debería saber y poder hacer con las tecnologías. En este sentido, ofrecen orientaciones a los programas de formación inicial y permanente, mientras ayudan a determinar los requisitos e indicadores para otorgar títulos y su acreditación (Darling-Hammond, 2017). A continuación, se analizan cada uno de estos estándares, en términos de sus aportes, las innovaciones que suponen, las dificultades para su implementación, las similitudes entre ellos, su acogida en el escenario colombiano, entre otros asuntos.

## Marco de competencias TIC para profesores (Unesco)

Con el interés de armonizar el desarrollo humano y económico sostenible, mediante una reforma educativa orientada hacia la

innovación, en un momento histórico en el que las tecnologías digitales se constituyen en motores de crecimiento y empoderamiento de las personas, la Unesco (2008) propuso el *Marco de competencias TIC para profesores*, al considerar que el cuerpo profesoral desempeña el papel más esencial en la tarea de ayudar a los estudiantes a adquirir las condiciones que les permitan:

1. Ser competentes para utilizar las TIC.
2. Buscar, analizar y evaluar la información.
3. Solucionar problemas y tomar decisiones.
4. Ser usuarios creativos y eficaces de aplicaciones para la productividad.
5. Ser comunicadores, colaboradores, publicadores y productores de información.
6. Ser ciudadanos informados, responsables y capaces de contribuir a la sociedad.

Por ello, se proponen tres enfoques complementarios, que corresponden a visiones y objetivos alternativos de las políticas educativas, en el tránsito de las naciones hacia su consolidación como sociedades del conocimiento: *nociones básicas de TIC*, *profundización del conocimiento* y *generación de conocimiento*. La elección de uno o varios de estos enfoques, para orientar la preparación del profesorado, depende de los propósitos de la política educativa en cada nación, es decir, su realización va más allá de la iniciativa de las instituciones formadoras de educadores y compromete a todo el sistema educativo. Cada uno de ellos afecta, con arreglo a este modelo, seis dimensiones clave del sistema educativo: la política, el currículo y la evaluación, la pedagogía, la utilización de las TIC, la organización y administración, así como la formación profesional del docente.

Este estándar constituye la referencia internacional más utilizada y difundida, que ha sido germen de formulaciones particulares en varios lugares del mundo. Pese a que ha transcurrido más de una

década desde su formulación, y a que su última actualización data del 2011, los enfoques propuestos conservan plena vigencia y se constituyen en temas centrales de la política educativa internacional, en especial por el valor que se le otorga a la innovación, la generación de conocimiento y el aprendizaje, como vías hacia el progreso social. En el escenario colombiano, las competencias formuladas en los tres enfoques resultan acordes con las políticas de innovación educativa emprendidas por el MEN, a partir de la formulación de los planes sectoriales de educación y el actual *Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026* (MEN, 2020).

Las competencias propuestas, sobre todo en el *enfoque de profundización*, resultan afines con los modelos pedagógicos activos, retomadas con amplio interés en los últimos años, en aras de orientar procesos de aprendizaje y construcción de conocimiento centrados en los estudiantes. Esta característica lo convierte en un referente pertinente para formar a educadores en los contextos educativos contemporáneos.

Uno de los aspectos más relevantes referenciados por este estándar lo compone el amplio conocimiento de las políticas educativas que sustentan y direccionan la propuesta de competencias en cada uno de los enfoques. Sin duda, este ámbito constituye un tema pendiente en los programas de titulación del profesorado en Colombia, dada la escasa significancia otorgada a su incorporación y discusión en los planes de estudio, hasta el punto de resultar desconocidas entre muchos de los formadores y estudiantes. Esta situación resulta paradójica en la UPN, según el estatus dado como asesora del MEN, en la definición de las políticas de formación y perfeccionamiento del profesorado, por lo que se esperaría que entre sus miembros existiese un conocimiento profundo de dichas políticas, para, a partir de estas, promover el apalancamiento de su implementación en el sistema educativo, así como su evaluación, reformas e innovaciones.

Por otra parte, este estándar prevé que el profesorado sea un gran conocedor de su área disciplinar, en función de identificar los conceptos y métodos clave en su área y seleccionar tecnologías

especializadas que faciliten su comprensión y aplicación en el mundo fuera del aula. No obstante, este requisito básico puede convertirse en una condición difícil de alcanzar en Colombia, debido al modo en que se han estructurado los currículos de formación del profesorado en tantos y tan variados componentes, que limita la profundidad en el conocimiento disciplinar alcanzado.

## Marco europeo de la competencia digital del profesorado (Europa)

El *Marco europeo para la competencia digital del profesorado* (DigCompEdu, por su acrónimo en inglés) detalla las competencias que los educadores de todos los niveles requieren poseer para fomentar estrategias de aprendizaje efectivas, inclusivas e innovadoras, al utilizar las herramientas digitales (Redecker, 2017). Su propósito es servir de marco para gobiernos, organismos nacionales y regionales, organizaciones educativas, instituciones formadoras y los propios educadores.

Formula seis áreas que dan origen a veintitrés competencias agrupadas en profesionales, pedagógicas y estudiantiles. Entre las *competencias profesionales*, destaca el compromiso a emprender por el profesorado en su desarrollo profesional continuo, al valerse de la comunicación efectiva, la colaboración en redes profesionales y la práctica reflexiva, todo ello con el empleo de las tecnologías.

El componente de *competencias pedagógicas* enfatiza el uso de las tecnologías en dos dimensiones: mejorar las estrategias y métodos de enseñanza e incentivar el aprendizaje de los estudiantes mediante la colaboración y la autogestión. Además, promueve la integración de las TIC en la evaluación, el análisis de datos y la retroalimentación, así como fomenta el compromiso de los estudiantes y su participación en actividades prácticas de investigación científica, resolución de problemas complejos y expresión creativa.

Uno de los aspectos que más se resalta en este marco es el entrenamiento para utilizar las TIC en la resolución de algunos de los problemas más complicados que enfrentan los docentes en su

trabajo cotidiano, a saber, asegurar la accesibilidad de los estudiantes, atender a la diversidad de necesidades y personalizar las experiencias de aprendizaje. Si bien estos son aspectos complejos, las tecnologías proveen un valioso soporte que debe aprender a ser utilizado.

Por último, la propuesta más innovadora que se plantea es la inclusión de *competencias digitales de los estudiantes*, para ser facilitadas por los docentes. De manera que debe prepararse no solo para ser competente en el uso de las tecnologías, sino para ayudar a que los estudiantes logren:

1. Desarrollar sus competencias informacionales y mediáticas.
2. Aprender a comunicarse y a colaborar.
3. Convertirse en creadores de contenidos digitales.
4. Tomar medidas para asegurar su bienestar físico, psicológico y social cuando utiliza las tecnologías.
5. Resolver sus problemas técnicos y transferir sus conocimientos tecnológicos a la resolución creativa de situaciones o problemas.

Así, este marco de competencias transmite la idea de un profesorado empoderado de su aprendizaje que apropia las tecnologías para mejorar su labor pedagógica, la evaluación y la resolución de los problemas de accesibilidad y atención a la diversidad, sin perder de vista su contribución a la competencia digital del estudiantado.

## Estándares para educadores (Estados Unidos)

Los *Estándares para educadores*, de ISTE (2024), proponen siete roles que los profesores pueden desempeñar como profesionales empoderados y catalizadores del aprendizaje, al aprovechar el potencial de las TIC. Por ello, se enfocan hacia el aprendizaje autónomo de los estudiantes y por su orientación hacia los roles que el profesor

cumple como diseñador, facilitador y analista de las experiencias de aprendizaje, al valerse de las posibilidades de las tecnologías para crear situaciones auténticas y de colaboración. En este sentido, estos estándares guardan afinidad con el *Marco de competencias TIC para profesores* (Unesco), puesto que en ambos sobresale:

1. El rol del profesor como orientador del proceso de construcción de conocimiento y, a la vez, como aprendiz permanente.
2. El énfasis en las acciones pedagógicas que el profesor desarrollaría con el apoyo de las tecnologías.
3. La integración de las TIC con los estándares de las áreas curriculares.
4. La fuerte conexión de las situaciones de aprendizaje con los problemas del mundo real.

La distribución de las competencias, en función de los roles que debe cumplir el profesor, facilita la comprensión del potencial de las tecnologías y su integración con los aspectos pedagógicos, curriculares y de gestión. Esta presentación constituye una innovación en el modo de orientar la preparación docente, al promover su empoderamiento en los roles que se espera que desempeñe en los escenarios emergentes, como catalizador del aprendizaje y profesional comprometido con su autoformación, liderazgo en la renovación educativa y la formación de ciudadanos para las sociedades contemporáneas.

Otro de los aspectos prioritarios corresponde al aprovechamiento de las TIC para adaptar las actividades, situaciones y ambientes a las diferencias en los niveles y ritmos de aprendizaje de los estudiantes, con el fin de ofrecer experiencias más personalizadas; por ello, coincide con el *Marco europeo para la competencia digital del profesorado*. En la actualidad, estas competencias tienen significación por ser consecuencia de las disrupciones generadas a partir del potencial de personalización de las tecnologías, con sus posibilidades para ajustarse a los intereses, necesidades,

ritmos, estilos y condiciones de acceso de los aprendices. Además, configuran escenarios emergentes para los cuales es necesario preparar a los educadores.

Las competencias que propone este estándar son, como era de esperarse, las más acordes con las tendencias de integración de tecnología en la educación secundaria, formuladas en el *Reporte Horizon* (ediciones 2016 y 2017), que facilitan la preparación del profesorado en consonancia con las tecnologías, tendencias y desafíos de la integración de tecnología en este nivel educativo.

## Competencias TIC para el desarrollo profesional docente (Colombia)

En el marco de las políticas de innovación educativa, el MEN (2013) diseñó el documento *Competencias TIC para el desarrollo profesional docente* —como actualización de la *Ruta de apropiación de TIC en el desarrollo profesional docente*, publicada en el 2008—, cuya finalidad consiste en ofrecer criterios y parámetros a quienes diseñan e implementan programas de formación de educadores, con el propósito de prepararlos para:

aportar a la calidad educativa mediante la transformación de las prácticas educativas con el apoyo de las TIC, adoptar estrategias para orientar a los estudiantes hacia el uso de las TIC para generar cambios positivos sobre su entorno, y promover la transformación de las instituciones educativas en organizaciones de aprendizaje. (p. 8)

Se espera, entonces, que los docentes estén en capacidad de construir ambientes innovadores al escoger las estrategias y las tecnologías adecuadas; por esta razón, es necesario formarlos en cinco tipos de competencias (tabla 1). Cada una de ellas contempla tres niveles de logro, que definen los grados de apropiación de las tecnologías en la labor docente: *exploración*, *integración* e *innovación*.

**Tabla 1.** Competencias TIC para el desarrollo profesional docente (Colombia)

| Competencia   | Definición  |
|---------------|---|
| Tecnológica   | Seleccionar y utilizar de forma pertinente, responsable y eficiente herramientas tecnológicas según los principios que las rigen, sus posibilidades de combinación y las licencias que las amparan.                               |
| Pedagógica    | Utilizar las TIC para fortalecer la enseñanza y el aprendizaje, al reconocer los alcances y las limitaciones de la incorporación de estas tecnologías en la formación integral de los estudiantes y en su desarrollo profesional. |
| Comunicativa  | Expresarse, establecer contacto y relacionarse en espacios virtuales y audiovisuales a través de diferentes medios y con el manejo de múltiples lenguajes, de manera sincrónica y asincrónica.                                    |
| De gestión    | Utilizar las TIC de forma efectiva en la planeación, organización, administración y evaluación de los procesos educativos, tanto a nivel de prácticas pedagógicas como de desarrollo institucional.                               |
| Investigativa | Utilizar las TIC para transformar el saber y generar conocimientos.   |

**Fuente:** elaboración de la autora.

Este estándar comparte los postulados del *Marco de competencias TIC para profesores* (Unesco), en las dimensiones: tecnológica, pedagógica y de gestión. Empero, no presenta una intención clara hacia la profundización o generación de conocimiento como resultado de un aprendizaje centrado en el estudiante. En su lugar, el conocimiento de una vasta gama de tecnologías busca que el docente esté en capacidad de identificar estrategias y métodos para generar experiencias significativas vinculadas al contexto y adaptadas a las particularidades de los estudiantes.

La dimensión de gestión se orienta hacia el uso de las TIC, con el objetivo de apoyar la realización de actividades académicas y administrativas que resultan pertinentes en el contexto colombiano, debido a los rezagos en la implantación de sistemas de información que apoyen tareas de diagnóstico, autoevaluación y

toma de decisiones en las instituciones educativas. Sin embargo, a diferencia del estándar de la Unesco, las competencias para propiciar la configuración de las aulas no son vistas como escenarios colaborativos, ni las instituciones educativas como organizaciones de aprendizaje. Con ello, se da significación a la competencia comunicativa, la cual contempla las ventajas de multimodalidad en la representación de información, la colaboración y la participación en redes educativas. En este aspecto, coincide con el *Marco común de competencia digital docente*, del INTEF (2017), en el que la comunicación a través de las TIC conforma una de las competencias fundamentales.

Por otro lado, resulta novedosa la inclusión de la competencia investigativa como elemento clave para diseñar las políticas de innovación educativa emprendidas por el Gobierno colombiano. Sobre esta se espera que el profesorado aprenda a utilizar las tecnologías para documentar observaciones, buscar información en fuentes especializadas, representar e interpretar los datos y divulgar los resultados de sus investigaciones. No obstante, los currículos de los programas de formación del profesorado no siempre cuentan con los espacios académicos suficientes para adquirir las competencias investigativas, factor que obstaculiza su consecución. Además, a pesar de que la innovación es uno de los pilares de las políticas educativas en Colombia, el documento de *Competencias TIC para el desarrollo profesional docente* (MEN, 2013) no alcanza a vislumbrar la aplicación de las tecnologías para modernizar las instituciones educativas, convertirlas en organizaciones que aprenden, liderar actos de innovación educativa, generar conocimiento y contribuir a la solución de los problemas de las comunidades.

En adición, este estándar no prevé la instrucción en materia de políticas TIC en la educación. Tampoco propone la articulación directa de las competencias y conocimientos tecnológicos con los contenidos curriculares. Ni vincula las competencias tecnológicas con los roles del profesorado como aprendices permanentes y

autogestores de su desarrollo profesional. Asuntos que resultan esenciales en su preparación.

Por último, a diferencia de otros países, en Colombia no existen actualizaciones de este estándar que den cuenta de los ajustes requeridos para ampliar su difusión y adopción, así como para responder a las transformaciones que los avances tecnológicos siguen generando en el sistema educativo. Una futura reforma de esta política deberá propender, además, por desarrollar un enfoque de uso de las tecnologías que contribuya a mejorar las tasas de permanencia en la educación secundaria, el acceso a la educación superior, la calidad de la educación y su impacto en la calidad de vida.

## Competencias digitales fundamentales en la formación inicial del profesorado

Las competencias definidas por cada uno de los estándares analizados son complementarias y resaltan dimensiones disímiles de la apropiación de las TIC, fundamentales para que los docentes logren su aprovechamiento efectivo. Dada esta diversidad, se propone una síntesis de las competencias más relevantes y hacia las cuales deberían orientarse los esfuerzos en la formación del profesorado, a través de cinco categorías:

1. Información, interacción y creación de contenidos.
2. Creación de experiencias de aprendizaje innovadoras.
3. Formación de ciudadanía digital.
4. Gestión educativa.
5. Autoformación (tabla 2).

**Tabla 2.** Competencias comunes en la formación inicial de competencias digitales a nivel docente

| Categorías de competencias | Información interacción y creación de contenidos |                             |                               |                                  | Creación de experiencias de aprendizaje innovadoras |   |  |   | Formación de ciudadanía digital      |                         |                         |           | Gestión educativa | Autoformación |
|----------------------------|--|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---|---|--|---|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|-------------------|---------------|
|                            | Alfabetización informacional                     | Comunicación y colaboración | Creación de contenido digital | Resolución de problemas técnicos | Articulación TIC y currículo                        | Conexión con los problemas del mundo real | Aprendizaje y construcción de conocimiento | Diseño de actividades y entornos auténticos | Evaluación y análisis de información | Políticas sobre las TIC | Formación de ciudadanía | Seguridad |                   |               |
| Competencias / estándar    |  |                             |                               |                                  |   |   |  |   |                                      |                         |                         |           |                   |               |
| Unesco (2011b)             | x  | x                           | x                             |                                  | x   | x   | x  | x   | x                                    | x                       |                         |           |                   | x             |
| DigCompEdu (2017)          | x  | x                           | x                             | x                                |   | x   |  | x   |                                      |                         |                         | x         |                   | x             |
| INTEF (2022)               | x  | x                           | x                             | x                                |   |   |  |   |                                      | x                       |                         |           |                   |               |
| ISTE (2024)                |  | x                           |                               |                                  | x   | x   | x  | x   | x                                    | x                       |                         |           |                   | x             |
| MEN (2013)                 |  | x                           | x                             |                                  |   | x   | x  | x   |                                      |                         |                         |           |                   | x             |

**Fuente:** elaboración de la autora, a partir de los marcos y estándares de formación inicial en competencias digitales para el profesorado.

En función de la frecuencia de aparición de las competencias en cada uno de los estándares, se afirma que comunicar y colaborar mediante el uso de las TIC es el tema más recurrente y el único que aparece en todos los marcos. Esto da cuenta de la relevancia de conocer en profundidad las arquitecturas de participación que ofrecen los servicios tecnológicos y de saber aprovecharlas respecto a la construcción colectiva de conocimiento. Se refuerzan, además, los roles que el profesorado asume como colaborador, facilitador y activador de las indagaciones de los estudiantes, aprendiz permanente y agente principal de su evolución profesional, con la participación activa en los variados escenarios que promueve la red.

En un siguiente nivel, aparecen la creación de contenidos digitales, la evaluación y análisis de información, así como la conexión con los problemas del mundo real. La creación de contenidos digitales y la evaluación de los aprendizajes concentran buena parte de los avances alcanzados hasta el momento en el propósito de integrar las TIC en los escenarios educativos en Colombia. Sin embargo, ante el acceso libre a un mayor volumen de fuentes de información y contenido, es indispensable adquirir competencias adicionales para diseñar actividades, entornos auténticos y ambientes educativos que maximicen las oportunidades de aprendizaje del estudiantado.

Por su parte, la conexión con los problemas del mundo real representa el interés y la necesidad de sacar del claustro el hecho educativo y vincularlo con las realidades de los contextos locales y globales. Esto tiene como requisito la profundización y dominio de los conocimientos disciplinares para vincularlos con problemáticas sensibles del entorno próximo, convocar el trabajo colaborativo y creativo con los estudiantes, y fortalecer la conexión con otros agentes sociales para que contribuyan al diseño de las soluciones. Por ejemplo, gracias a la implementación de prototipos a pequeña escala, aportarían a mejorar la calidad de vida de las comunidades, en cuyo diseño se conjugarían conocimientos de distinta naturaleza, ideas creativas y trabajo en equipo.

Al descender en la escala de frecuencia, aparecen las competencias relacionadas con la alfabetización informacional, la construcción

de conocimiento, el diseño de actividades y entornos, así como el aprovechamiento de las TIC para el aprendizaje permanente y la formación profesional. Las alfabetizaciones digitales e informacionales se vinculan con competencias críticas en el mundo de hoy, entre ellas la seguridad y la ciudadanía digital. La inclusión de competencias relativas al uso seguro de internet desvela el peso que ha adquirido su formación desde los escenarios de educación formal, con el fin de garantizar el ejercicio crítico de la ciudadanía digital en condiciones de seguridad e integridad. Para lograrlo, se abordan temas coyunturales, entre ellos, los fenómenos de desinformación deliberada, *fake news* y *deepfakes*; el uso indebido de datos personales y su utilización para influenciar el comportamiento y la toma de decisiones, como los casos de Facebook y Cambridge Analytica; además de las vulnerabilidades a las que estamos expuestos como consecuencia de los sistemas de *big data* e inteligencia artificial, con sus capacidades para la personalización de la información que a diario se consume a través de la red, que nos vuelven más susceptibles a la manipulación.

Asimismo, las competencias para la ciudadanía digital, que involucran dimensiones de la vida cívica, entre ellas la ética, las alfabetizaciones mediática e informacional, la participación, el compromiso y la resistencia crítica (Choi, 2016), deben permitir la preparación de todos los ciudadanos para su ejercicio mediante acciones que fortalezcan las democracias y la libre expresión, al alejarse de sus usos deplorables, la desinformación, los discursos del odio y la manipulación política.

Por último, vale la pena resaltar que, si bien los estándares analizados no ofrecen orientaciones específicas y presentan aproximaciones que conducen a una descripción heterogénea de las competencias tecnológicas, sí declaran desafíos comunes para las instituciones de formación inicial del profesorado. Por esta razón, su análisis en profundidad y su adaptación a las necesidades específicas de los contextos son elementos clave para los diseñadores del componente de formación en competencias digitales de estos programas.

En el caso colombiano, la formación en competencias digitales docentes debe tomar en cuenta su extenso entorno rural, para lo que resulta indispensable aprender a combinar efectivamente los medios tecnológicos disponibles y las necesidades de los contextos, así como orientar su utilización con propósito social. Las TIC ofrecen una oportunidad para cerrar brechas y disminuir desigualdades en un país altamente centralizado como Colombia, cuya población rural está excluida del acceso a educación de calidad, que mantiene los índices más elevados de deserción escolar y escaso acceso a la educación superior —menos del 20 % de los estudiantes (MEN, 2018)— y serios problemas en infraestructura de servicios básicos. Además de ser un país de vocación agrícola, afectado por la escasa tecnificación de las prácticas de producción y que se restringe al mercado de bienes primarios que empobrece a su población campesina. Ni qué decir del cambio climático y sus consecuencias en la zona tropical, que redundará en grandes pérdidas de cosechas, que se amortiguarían con la integración de tecnología. Para afrontar tales desafíos, también debe formarse al profesorado.

## Avances de la investigación en la formación inicial en competencias digitales del profesorado

### Predictores de la integración de las TIC en el trabajo docente

La integración de las TIC en la educación se ha constituido, desde su aparición, en un área de interés en la comunidad científica, condición que propicia la realización de numerosas investigaciones. A partir de sus resultados, se sabe que la integración efectiva de las TIC en las prácticas educativas está determinada por las

intenciones del profesorado (Fisser *et al.*, 2015), por lo que los predictores más reveladores de su integración y su uso real en el aula son los siguientes:

1. Actitudes hacia la tecnología y su facilidad de uso (Teo y Milutinovic, 2015; Joo *et al.*, 2018; Tondeur *et al.*, 2019b).
2. Creencias sobre los beneficios educativos (Kim *et al.*, 2013; Holland y Piper, 2016; Ding *et al.*, 2019; Taimalu y Luik, 2019).
3. Apoyo ofrecido por los centros educativos (Waqas Raja y Wei, 2014; Instefjord y Munthe, 2017).
4. Percepción de autoeficacia sobre su competencia para integrar las TIC en las actividades docentes (Lee y Lee, 2014; Scherer *et al.*, 2015; Instefjord y Munthe, 2017; Tondeur *et al.*, 2019b).

En el ámbito de la educación secundaria, los factores que explican la integración de las TIC en el aula son la disponibilidad de *software* educativo, la capacitación de los docentes y su colaboración entre ellos, la autoeficacia percibida y las concepciones de enseñanza. Por su parte, los factores extrínsecos, como el acceso a computadoras y a la infraestructura de conexión a internet, tienen menor impacto (Gil-Flores *et al.*, 2017).

Las investigaciones indican que la adopción de la tecnología por parte de profesores noveles está determinada por la cantidad y calidad de su experiencia tecnológica durante el acto formativo (Aslan y Zhu, 2016; Cheng y Xie, 2018). Este conocimiento tecnológico se asocia al uso personal y profesional de las TIC (Andersson *et al.*, 2014; Uerz *et al.*, 2018); a la par, aquellos que están más dispuestos y mejor preparados para orientar prácticas constructivistas y centradas en los estudiantes son los más propensos a integrar las tecnologías en sus lecciones (OCDE, 2015). Por otro lado, aquellos que aplican métodos innovadores y participativos, se perciben a sí mismos como facilitadores de la indagación e investigación

de los estudiantes, tienen la convicción de que el pensamiento y los métodos de razonamiento son más importantes que los contenidos específicos del currículo, son quienes más utilizan las tecnologías en el aula en conjunto con técnicas más activas (Unesco, 2016; Güneş y Bahçivan, 2018). No obstante, algunos estudios recientes realizados con profesores en preparación muestran que tanto aquellos que sostienen creencias constructivistas como quienes mantienen posturas tradicionales sobre la enseñanza y el aprendizaje presentan actitudes positivas hacia el uso de tecnología, lo cual se atribuye a la desarmonización entre sus creencias y prácticas (Bahçivan *et al.*, 2018).

Todos estos predictores aportados por la investigación se convierten en elementos de especial consideración a la hora de analizar y actualizar los planes de formación del profesorado. Los factores actitudinales y de creencias no deben subestimarse y, por el contrario, deben cultivarse durante el proceso formativo mediante la reflexión sobre el potencial pedagógico y de interacción provisto por las TIC, así como a través de experiencias prácticas y en situaciones reales, para que construyan sus propios juicios de valor con respecto a la efectividad de las tecnologías.

## Autoeficacia para integrar las TIC en los escenarios educativos

Uno de los factores más significativos y determinantes de la integración de tecnología en el aula, sobre el que la investigación provee una fuerte evidencia, es la *autoeficacia*, entendida como la percepción propia acerca de las capacidades, conocimientos y destrezas específicas para desarrollar una actividad (Bandura, 1997). Llevada al campo de la integración de la tecnología con propósitos educativos, la autoeficacia implica que los profesores se sientan preparados para integrarlas en el aula, también sean capaces de llevar a cabo su integración y de persistir ante las dificultades que se les presenten.

Pese a su relevancia, algunos estudios indican que el profesorado en formación y principiante no se siente competente para integrar tecnologías en sus clases (Ottenbreit-Leftwich *et al.*, 2010; Tondeur *et al.*, 2012). Entre las causas de esta percepción, se reconocen:

- Las bajas habilidades en el uso de las TIC (Teo y van Schaik, 2012; Tondeur *et al.*, 2019a).
- Una preparación insuficiente para su utilización efectiva (Sang *et al.*, 2012).
- La brecha entre las habilidades técnicas y el conocimiento de las buenas prácticas pedagógicas (Tondeur *et al.*, 2015).
- Un conocimiento superficial de los modelos y principios pedagógicos para utilizar las TIC, como parte del entorno de aprendizaje (Fullan, 2011).
- Las asimetrías entre lo que aprenden y las situaciones reales que enfrentan en las instituciones educativas (Sanabria Rodríguez *et al.*, 2014).
- Una insuficiente exposición al uso de las TIC (Tondeur *et al.*, 2016).
- La escasa efectividad de los programas de formación inicial para desarrollar las experiencias, conocimientos y competencias para integrar tecnologías en el aula (Peled *et al.*, 2015; Banerjee *et al.*, 2017).

Algunas investigaciones indican que el profesorado en formación con los niveles más altos de autoeficacia suelen usar las TIC a menudo (Kavanoz *et al.*, 2015; Valtonen *et al.*, 2015), también han encontrado una correlación positiva entre la autoeficacia para usar las TIC como apoyo —para seleccionar aplicaciones educativas, diseñar ambientes de aprendizaje o hacer seguimiento al proceso de aprendizaje, por ejemplo— y su eficacia para utilizar las TIC en el aula —por ejemplo, para apoyar a los estudiantes a presentar información por medio de las TIC o motivarlos para utilizarlas de

manera pertinente (Tondeur *et al.*, 2017a)—. En este mismo sentido, un alto nivel de autoeficacia se correlaciona con sus competencias digitales (Instefjord y Munthe, 2017).

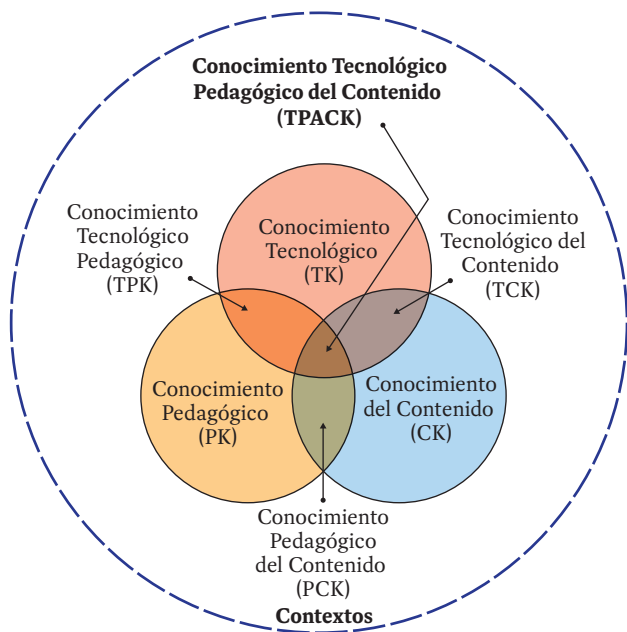
Por estas razones, crear las condiciones para desarrollar las capacidades y conocimientos, en función de integrar las TIC en los procesos de aprendizaje y evaluar las percepciones de autoeficacia que logran el profesorado en preparación, son factores a ser atendidos cuando se diseñan y evalúan programas de preparación del profesorado.

## Modelos para formar a docentes en TIC

En la última década, se ha avanzado en la investigación en torno a varios modelos conceptuales formulados para guiar la preparación inicial del profesorado en el campo de la integración de las TIC con propósitos educativos. Los más representativos, referenciados y empleados en las investigaciones realizadas durante el periodo de observación de esta revisión incluyen: (1) *el modelo de conocimiento tecnológico pedagógico del contenido* (TPACK, por sus siglas en inglés; Mishra y Koehler, 2006) y (2) *el modelo de síntesis de evidencia cualitativa* (SQD, por sus siglas en inglés; Tondeur *et al.*, 2012). A continuación, se exponen sus principales características.

### Conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK)

Mishra y Koehler (2006) formularon el modelo TPACK en el que se identifican los conocimientos requeridos por los docentes para integrar la tecnología en la enseñanza. Este modelo fue formulado a partir del concepto del *conocimiento del contenido pedagógico*, propuesto por Shulman (1986), e integra tres formas de conocimiento: tecnológico, pedagógico y de contenido, de cuya interrelación se derivan cuatro tipos de conocimiento: tecnológico pedagógico, pedagógico del contenido, tecnológico del contenido y tecnológico pedagógico del contenido. La figura 2 presenta la estructura del modelo TPACK a partir de las interrelaciones de las formas de conocimiento.



**Figura 2.** Modelo TPACK

**Fuente:** tomada de Mishra y Koehler (2012).

El impacto del modelo TPACK es considerable. La comunidad TPACK se ha consolidado a nivel internacional, mientras académicos de todo el mundo estudian sus aspectos teóricos y aplicaciones prácticas. Prueba de ello es que el artículo en el que Mishra y Koehler (2006) formularon este modelo ha sido citado 22 248 veces en publicaciones académicas (según Google Scholar, consultado en julio del 2025). Además, su página web,<sup>1</sup> en el momento del estudio, contó con más de 6000 usuarios registrados. Dentro de las acciones de esta comunidad, destaca la compilación de la bibliografía de literatura sobre TPACK, con más de 600 artículos recopilados,

1 Al día de hoy, la página web se encuentra en mantenimiento. Consultar: <http://tpack.org/>

que ilustran la amplitud y profundidad de la investigación que conceptualiza y emplea este modelo en diferentes áreas educativas (Herring *et al.*, 2016).

La importancia de este modelo, y la escasa investigación reportada sobre su aplicación en el escenario de la formación inicial de profesores en Colombia, constituye, al mismo tiempo, una oportunidad y una necesidad. Las posibilidades de su aplicación se amplían debido a la construcción y validación de un instrumento que mida las categorías de conocimiento con una alta consistencia interna y, por lo tanto, con una elevada confiabilidad, condición que lleva a recomendar su uso en futuras investigaciones en el país (López-Vargas *et al.*, 2017).

Con miras a desarrollar el ТРАСК, los programas deberán considerar la construcción de planes curriculares que aborden de manera integrada los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido, mediante actividades orientadas al diseño pedagógico con tecnología, con el fin de facilitar su articulación e impulsar formas innovadoras de solución de problemas educativos en los contextos de desempeño de los futuros profesores. Hace poco se formuló el concepto de *infusión de tecnología* para referirse al desarrollo de actividades formativas, en las que los candidatos a profesores aprenden cómo enseñar con tecnología. Esto se ha probado a través de cursos metodológicos, en los que el contenido y la pedagogía direccionan las decisiones sobre qué tecnología debe ser explorada y qué tecnologías específicas de un contenido proporcionan la exploración de opciones pedagógicas, que, de otro modo, no serían posibles (Foulger *et al.*, 2019).

## Síntesis de evidencia cualitativa (SQD)

Este modelo fue propuesto por Tondeur *et al.* (2012), a partir de la identificación de las estrategias más útiles para integrar la tecnología en los programas de preparación del profesorado, apoyados en una síntesis de diecinueve investigaciones cualitativas. Estas arrojaron doce temas clave, siete relacionados con la formación y cinco a las condiciones institucionales (figura 3).



**Figura 3.** Modelo SQD de preparación del profesorado en formación para usar tecnología

**Fuente:** tomada de Tondeur *et al.* (2012).

Los temas clave para preparar al profesorado son la articulación entre la teoría y la práctica, el modelo a seguir del profesor que instruye en el uso de tecnología, la importancia de reflexionar sobre el papel de la tecnología en la educación y sus actitudes hacia esta última, el aprendizaje de la tecnología por diseño, la colaboración con pares, el andamiaje a través de experiencias auténticas y la retroalimentación continua (Tondeur *et al.*, 2012).

En el ámbito institucional, los temas estratégicos son la planeación del uso de la tecnología y el liderazgo; la cooperación con/entre instituciones formadoras e instituciones de práctica; la capacitación de los formadores; el acceso a los recursos tecnológicos e infraestructura y el cambio sistémico y sistemático para incorporar las TIC en los planes de estudio.

Este modelo resulta significativo en esta investigación por varias razones. En primer lugar, porque se deriva de la síntesis de experiencias de investigación, lo que sustenta la pertinencia de transferir los resultados de la investigación a los hechos formativos. En segundo lugar, porque sus autores desarrollan y validan un instrumento para evaluar la autoeficacia de los futuros profesores sobre sus competencias para integrar las TIC en la educación a partir de este modelo (Tondeur *et al.*, 2015) y siguen investigando acerca de las correlaciones entre la autoeficacia percibida y el modelo TPACK (Tondeur *et al.*, 2017a). En tercer lugar, porque recoge una perspectiva integradora de la formación del profesorado que involucra la cooperación con otras instituciones, la colaboración y la conexión con el contexto.

## Estrategias de formación inicial del profesorado en competencias digitales

A nivel mundial, son múltiples las estrategias implementadas por los programas de titulación del profesorado para formar en competencias digitales. Entre estas, se incluyen la realización de un único curso de tecnología, pequeños talleres, integración de tecnología en todos los cursos, modelos de uso de la tecnología, colaboración entre estudiantes y formadores, prácticas con tecnología en entornos reales, actualización de los formadores y mejoras en el acceso al *software*, *hardware* y soporte. Por lo general, se usan en diferentes combinaciones, aunque un conjunto de cuatro o más resulta efectivo y afecta las actitudes, habilidades e intencionalidades de uso de las TIC del profesorado en formación. Estos hallazgos se confirmaron por Mouza *et al.* (2014), gracias a una aproximación pedagógica integral que incluyó cursos de tecnología, métodos y experiencias prácticas. Dirigidas a este mismo propósito, Spires *et al.* (2012) proponen cinco estrategias que aprovechan la ecología de aprendizaje:

1. Involucrar al profesorado en formación en el desarrollo de su TPACK, al aprender a evaluar las ventajas y limitaciones de la tecnología y su incidencia en el logro de las metas de aprendizaje.

2. Promover su participación en investigaciones basadas en proyectos.
3. Orientar su formación hacia habilidades globales o competencias para el siglo XXI.
4. Evaluar su competencia digital de acuerdo con su desempeño, mediante la creación de productos multimedia, simulaciones del mundo real y otras tareas auténticas.
5. Incentivar su participación en comunidades y redes de aprendizaje.

Dentro de esta variedad de propuestas, la revisión de las investigaciones en el periodo de observación permite identificar cinco estrategias con alto grado de efectividad:

1. El aprendizaje vicario.
2. El aprendizaje activo, basado en el diseño y producción de artefactos de tecnología educativa.
3. El trabajo colaborativo entre pares.
4. Las experiencias de integración de tecnología en entornos y situaciones de trabajo reales.
5. La retroalimentación continua durante el proceso de formación.

Este cuerpo de conocimiento construido por la comunidad académica y científica alrededor del mundo constituye uno de los referentes a la hora de pensar el diseño y la actualización del componente de formación en TIC. Conforme a la revisión realizada, las estrategias de aprendizaje vicario, basadas en diseño, colaborativas, situadas y con prácticas formativas de evaluación y retroalimentación permanente, constituyen mapas de ruta para ser consideradas en la conceptualización y desarrollo de los itinerarios formativos de los futuros profesores. Su implementación y la evaluación de sus efectos son un paso clave para reducir la brecha entre los resultados de la investigación educativa y la práctica. Sin

embargo, será necesario que las instituciones sometan al escrutinio de la investigación científica la efectividad de sus estrategias para formar en la competencia digital de los futuros docentes, con el fin de mejorar su efectividad y superar el evidente rezago de la investigación latinoamericana en este campo.

## Discusión: estándares, políticas, resultados de investigación, oportunidades y retos de la formación inicial del profesorado en Colombia

En este capítulo, se ha presentado una revisión de los principales referentes de la formación inicial en competencias digitales docentes, entre ellos los estándares, tendencias y políticas, así como los avances de la investigación. Todos ellos aportan, desde diferentes perspectivas, elementos esenciales para diseñar los planes de curso que orientan esta preparación. Sin embargo, se hace indispensable analizarlos y discutirlos a la luz de las especificidades de los contextos sociales y educativos en Colombia, así como de las adaptaciones aptas para las condiciones sociales, culturales y tecnológicas del presente. Sobre este asunto en particular versan las siguientes reflexiones.

En primer lugar, el *desarrollo tecnológico* ha derivado en la configuración de escenarios en los que se establecen nuevas formas de socialización, educación y aprendizaje, que exigen superar visiones reduccionistas de la relación tecnología-educación en la formación en competencias digitales. Esto quiere decir que la preparación del profesorado debe abordarse desde una amplia comprensión del rol de las tecnologías en la sociedad digital, no simplemente como una *herramienta* que puede o no utilizarse. La ubicuidad de las TIC en el mundo social y educativo de hoy propicia que la competencia digital se convierta en un eje transversal de formación, a través del

cual el profesorado comprenda y desarrolle formas novedosas de relación pedagógica y construcción de conocimiento.

Como consecuencia, en segundo lugar, la *multidimensionalidad y complejidad de las competencias digitales docentes* demanda enfoques integrales para su formación. Las visiones instrumentales de las tecnologías, la superficialidad del abordaje pedagógico de su integración y la excesiva compartimentación de las competencias (Castañeda *et al.*, 2018), que se proyectan en algunos de los estándares analizados, resultan insuficientes para formar a los educadores, *ad- portas* de la tercera década del siglo XXI. Hoy en día, es indispensable empoderar las capacidades del profesorado para aprovechar las tecnologías en el desarrollo de todas sus funciones. Para cumplir este propósito, el enfoque de roles propuesto por los *Estándares para educadores* (ISTE, 2024) es apropiado, pues fortalece la competencia tecnológica desde cada uno de sus campos de actuación en las instituciones educativas, incluidos su rol como aprendiz permanente y líder de la innovación educativa. Este modelo de empoderamiento del docente, como agente transformador, requiere asumir en su formación un enfoque ecosistémico, que vincule los ámbitos pedagógico, didáctico, disciplinar, investigativo, comunicativo, ético, estético y cultural, a medida que articule los contextos locales, globales, físicos y digitales implicados en el acto educativo.

En tercer lugar, las *políticas de formación inicial del profesorado* no contribuyen a la innovación educativa y se presentan desarticuladas de las micropolíticas institucionales. La formación en competencias digitales de estudiantes y profesores ha sido parte de la agenda política en Colombia por casi tres décadas. Sin embargo, los programas, planes y estrategias puestos en marcha por el MEN no han logrado su propósito de conducir al país en la vía de la transformación y la innovación educativa. Si bien en algunos casos han puesto en escena temas de primera línea, no han alcanzado su intención de impulsar las transformaciones de fondo que el sistema requiere. Por otra parte, estas iniciativas seguirán siendo insuficientes si las instituciones formadoras del profesorado no construyen micropolíticas y prácticas que den un mayor alcance

a la aplicación de los estándares y políticas para la formación en competencias digitales y su aprovechamiento en la docencia, gestión e investigación educativa.

En cuarto lugar, el *desconocimiento de los estándares* de competencias digitales de los programas de formación del profesorado y, en consecuencia, la ausencia o frágil preparación en este campo, deriva en el escepticismo frente a la tecnología y a la inmovilidad de los actores educativos. Los estándares internacionales constituyen un referente oportuno para las instituciones formadoras del profesorado. En Colombia, se ha integrado la propuesta de la Unesco, al menos de forma parcial, en el documento que propone la ruta de formación de competencias digitales docentes (MEN, 2013). Sin embargo, el estándar es poco conocido entre los formadores del profesorado, sus orientaciones no son incorporadas en los planes de estudio e incluso muchos programas continúan sin ofrecer esta preparación a los futuros educadores. Este desconocimiento y falta de apropiación restringe las posibilidades de comprender el potencial de las tecnologías para el desarrollo de los procesos de aprendizaje, la ampliación del acceso a la educación con calidad y a la participación de la población en el contexto que plantea la Cuarta Revolución Industrial, en condiciones dignas y mediante prácticas que aporten al bienestar general de las comunidades.

Por otra parte, en el seno de las instituciones formadoras del profesorado, persisten barreras en la innovación educativa y tecnológica. Superar estas resistencias conlleva no solo la preparación y actualización del profesorado para manejar dispositivos y aplicaciones especializadas, sino atender la falta de incentivos en la carrera docente para incorporar las TIC (Córica y García Aretio, 2018). En especial, hace falta superar sesgos ideológicos y reubicar las reivindicaciones que lidera el movimiento profesoral al lugar del conocimiento y de la innovación como medios eficaces para construir condiciones de superación de la pobreza y la desigualdad. Por ello, se debe formar y concientizar al profesorado en torno a las oportunidades de apertura y acceso ofrecidas por las TIC, que constituirían un elemento estratégico para el progreso y mejora

de la calidad de vida de las comunidades. Esta es quizá la barrera más grande por superar.

En este sentido, se plantea, en quinto lugar, que es fundamental formar al profesorado para orientar el uso de las tecnologías al servicio de las personas, sus necesidades y las de sus contextos. Colombia es un país con complejos problemas de violencia, pobreza y corrupción, cuyas consecuencias se viven intensamente en las instituciones educativas. Ante este escenario, parecería poco relevante ocuparse de la tecnología. Sin embargo, las múltiples posibilidades que ofrecen se vislumbran como un camino prometedor para diseñar proyectos de futuro en torno a metas y necesidades compartidas, al tiempo que se inspira a niños y jóvenes a aprender y a crear, se contrarresta el desinterés por el conocimiento y se disminuye la deserción en la educación secundaria. Por ejemplo, será sustancial entrenar al profesorado en la planificación, diseño y gestión de proyectos con tecnología que contribuyan a superar algunas de las problemáticas más sensibles del entorno colombiano, entre ellos:

1. El diseño, construcción y programación de sistemas de riego de precisión automatizados y el manejo de sensores para sostener huertas escolares y familiares, con el fin de mitigar los efectos del cambio climático sobre la seguridad alimentaria de las poblaciones.
2. Uso de tecnologías asequibles para crear pequeñas fuentes de energía renovables que mejoren el acceso a servicios básicos de iluminación y preparación de alimentos.
3. Reciclaje y reutilización de desechos, con el fin de contribuir al mejoramiento de las condiciones ambientales y sanitarias del entorno. Esto implica entender la tecnología como un elemento con un amplio potencial de innovación, más allá del acceso a la información y a la comunicación.

Las condiciones en las que se ofrecen y utilizan los servicios digitales en la actualidad demandan la formación del profesorado en una extensa gama de competencias para preparar a los estudiantes a enfrentar los riesgos del mundo interconectado. El uso permanente de tecnología hace indispensable desarrollar competencias para administrar la huella digital, al cuidar toda la información personal que publicamos y compartimos —enlaces, fotos, mensajes, ubicaciones, *likes*, entre otros— y que no solo afecta nuestra seguridad en el contexto inmediato, sino que permite a los grandes sistemas de procesamiento predecir nuestra personalidad, comercializarla y crear tecnologías persuasivas que influyen y afectan nuestra toma de decisiones y comportamientos. De aquí la relevancia de ofrecer una preparación pertinente y completa, orientada a comprender en profundidad el uso de los datos en la red, su explotación y manipulación (Cobo Romani, 2019) y a promover los principios éticos que deben subyacer en su utilización. También, se requiere formar para autorregular los tiempos dedicados a la navegación en internet y el tipo de información que se consume, con el fin de evitar la sobrecarga cognitiva, reducir el impacto de la hiperconexión en la vida cotidiana, en el desarrollo social, emocional y cultural de los ciudadanos y para no sucumbir ante el “consumo adaptado algorítmicamente y la omnipresencia de la gratificación digital instantánea” (Means y Slater, 2019, p. 172). Todas estas necesidades demandan miradas distintas para abordar la complejidad de la formación en competencias digitales.



## Problema y preguntas de investigación

La tendencia hacia sociedades cada vez más interconectadas en las que, con regularidad, emergen formas de aprendizaje y trabajo que implican un amplio dominio de las tecnologías, así como el manejo de un repertorio de competencias indispensables para desempeñarse en la sociedad contemporánea, denominadas *competencias para el siglo XXI*, hacen que la formación de los docentes en el campo de las competencias digitales conserve su vigencia.

A pesar de que este escenario se ha consolidado y reafirmado en la última década, los bajos logros en la apropiación de las TIC todavía son la norma en los sistemas educativos latinoamericanos (Naranjo Mayorga *et al.*, 2015). Además, es uno de los factores con mayor incidencia en ello; lo constituye el hecho de que esta preparación no sea relevante en las instituciones formadoras del profesorado (Lugo *et al.*, 2014), en las cuales “salvo escasas excepciones, no se ha integrado adecuadamente el uso de las tecnologías en la formación de los futuros docentes” (Unesco, 2016, p. 6).

A pesar de la existencia de estándares internacionales y nacionales, así como de políticas ministeriales, que determinan que la preparación en las TIC debe ser parte de los núcleos de formación obligatoria en los programas de titulación del profesorado, y pese a que estas disposiciones, en particular en la UPN, se han instituido en su *Reglamento Académico* (Acuerdo 035 del 2005), en el que se establece que esta preparación forma parte del ambiente de formación comunicativo de todas sus licenciaturas, la realidad es que no todos los programas ofrecen preparación en este campo.

Por otra parte, la UPN no dispone de información sistematizada sobre la forma en que se lleva a cabo dicha preparación; es decir, a nivel institucional, se desconocen los propósitos, competencias y estrategias que orientan las acciones formativas de cada programa. Tampoco se está al tanto de la efectividad de la formación que se imparte, dado que no se han realizado mediciones, ni a nivel institucional ni de las carreras, sobre las competencias y conocimientos para integrar las TIC que logra el profesorado en preparación, para las cuales tampoco existen valores de referencia a nivel nacional; estas no son valoradas por las pruebas del Sistema Nacional de Evaluación Externa Estandarizada, con las Pruebas Saber Pro, a los profesionales de la educación (MEN, 2017). Esta falta de información conduce al desaprovechamiento de la experiencia acumulada, lo que a su vez limita la implementación de estrategias eficaces para su mejora continua y actualización.

Se sabe, por estudios externos, que la falta de atención sobre la preparación inicial en competencias digitales docentes ha creado un vacío en el sistema educativo colombiano en los niveles de básica y media. Situación que exige el diseño de estrategias adicionales desde la política pública, como la financiación de estudios de maestría en Tecnologías de la Información y la Comunicación para la Educación, capacitaciones y cursos de actualización. Sin embargo, el número de profesores que accede a estos programas es limitado, cuya efectividad y pertinencia es relativa, pues está supeditada a la experticia y calidad de las instituciones que la ofrecen, así como a los intereses o motivaciones de quienes participan en ellos; en algunos casos, pesan más las mejoras salariales que el interés por actualizar y mejorar las prácticas educativas (Sabbadini *et al.*, 2015).

Esta problemática también se evidencia en diversas investigaciones, las cuales determinan que muchos candidatos a profesores no se sienten competentes para integrar las tecnologías en las clases (Ottenbreit-Leftwich, *et al.*, 2010; Tondeur *et al.*, 2012; Ottenbreit-Leftwich *et al.*, 2018), debido a la escasa efectividad de los programas para desarrollar las experiencias, conocimientos y competencias para integrar tecnologías en el aula

(Peled *et al.*, 2015; Banerjee *et al.*, 2017). Las principales deficiencias han sido asociadas con:

- Una preparación insuficiente que les permita adquirir las habilidades para utilizar las TIC de forma efectiva (Sang *et al.*, 2012; Teo y van Schaik, 2012; Scherer *et al.*, 2019).
- Un conocimiento superficial de los modelos y principios pedagógicos en el uso de las TIC para el aprendizaje (Fullan, 2011).
- Una insuficiente exposición al uso de las TIC para el aprendizaje (Tondeur *et al.*, 2016).
- Las discrepancias entre lo que se aprende en la universidad y las situaciones a las que se enfrentan en los contextos educativos (Sanabria Rodríguez *et al.*, 2014).
- Las diferencias entre las habilidades técnicas y el conocimiento de buenas prácticas pedagógicas con las TIC (Tondeur *et al.*, 2019b).

Esto quiere decir que la preparación en el campo de las TIC resulta insuficiente, superficial, con poca experiencia práctica y desligada de la pedagogía, así como de los contextos educativos reales.

Este escenario plantea la necesidad de renovar las aproximaciones desde las cuales se aborda la formación de los docentes, en función de encontrar rutas más acordes con las formas de aprendizaje en los contextos interconectados (*ecosistemas de aprendizaje*), al aprovechar el potencial de las TIC para el aprendizaje (*potencialidades*), que involucren a los formadores y al profesorado en formación. Esta investigación contribuye al mejoramiento de la formación inicial en competencias digitales docentes, mediante el diseño de una *ecología de aprendizaje* y el aprovechamiento de seis *potencialidades* de aprendizaje. Para lograrlo, se propuso dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo actualizar el componente de formación en competencias digitales en los programas de titulación del profesorado de la UPN mediante el uso del paradigma de ecologías de aprendizaje?

Para conocer en profundidad cómo se lleva a cabo esta preparación en la UPN desde la acción de los programas y formadores, además desde las percepciones de los estudiantes, al tener en cuenta que este estado de avance conforma la línea de base para actualizar el componente de formación en competencias digitales, se formularon ocho preguntas específicas (tabla 3).

## Objetivos

El objetivo de esta investigación es actualizar el componente de formación en competencias digitales en los programas de titulación del profesorado de la UPN desde el paradigma de las ecologías de aprendizaje.

Para alcanzar este objetivo se fijaron nueve objetivos específicos, relativos a cada una de las preguntas de investigación formuladas. Los siete primeros se orientan a construir el estado actual de la preparación en este campo en la UPN, como punto de partida para la actualización. Los dos últimos se dirigen hacia el diseño de la ecología de aprendizaje, como paradigma pedagógico en la formación del profesorado (tabla 3).

**Tabla 3.** Preguntas de investigación y objetivos específicos

| Preguntas de investigación   | Objetivos específicos  |
|--|--|
| ¿Cómo se desarrolla la formación en competencias digitales en los programas de titulación del profesorado en la UPN?                   | Identificar el estado actual de la formación en competencias digitales en los programas de titulación del profesorado de la UPN. |
| ¿Cuál es el nivel de conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido (TPACK) que alcanzan los estudiantes al finalizar la carrera? | Evaluar los conocimientos tecnológico, pedagógico y de contenido (TPACK) en los estudiantes de último año de carrera.            |
| ¿Cuál es la percepción de autoeficacia para integrar las TIC en el aula de los estudiantes de último año de carrera?                   | Evaluar las percepciones de autoeficacia para integrar las TIC en el aula de los estudiantes de último año de carrera.           |
| ¿Cuál es el grado de asociación entre las percepciones de autoeficacia, los conocimientos TPACK y la edad de los estudiantes?          | Estimar el grado de asociación entre las percepciones de autoeficacia, los conocimientos TPACK y la edad.                        |

| Preguntas de investigación  | Objetivos específicos  |
|---|--|
| ¿Qué efecto tienen el género, la formación en TIC, las experiencias con TIC y el campo de formación en las valoraciones de autoeficacia y ТРАСК?  | Evaluar el efecto del género, la formación en TIC, las experiencias con TIC y el campo de formación en las valoraciones de autoeficacia y ТРАСК.   |
| ¿Qué tipos de experiencias de integración de las TIC se llevan a cabo durante la formación inicial del profesorado?   | Identificar las experiencias de integración de las TIC durante la formación inicial del profesorado.   |
| ¿Cuáles son las perspectivas de los formadores frente a la preparación de los futuros profesores en competencias digitales?   | Reconocer las perspectivas de los formadores frente a la preparación de los futuros profesores en competencias digitales.  |
| ¿De qué forma pueden integrarse paradigmas de aprendizaje contemporáneos, como el de las ecologías de aprendizaje, a la formación en competencias digitales en los programas de titulación del profesorado de la UPN? | <p>Especificar las oportunidades que ofrecen las ecologías de aprendizaje a la formación en competencias digitales docentes.</p> <p>Diseñar un prototipo de ecología de aprendizaje para la formación inicial del profesorado en competencias digitales.</p> |

**Fuente:** elaboración de la autora.



# Nuevos enfoques para abordar la formación en competencias digitales docentes

**E**l creciente protagonismo de las tecnologías digitales y las disrupciones creadas por el mundo interconectado en los escenarios educativos complejizan las demandas sobre las competencias digitales docentes, al hacer indispensable pensar en nuevas aproximaciones en su desarrollo. Esto es relevante en el ámbito de las instituciones formadoras del profesorado en Colombia, en las cuales se evidencia, desde la aparición de las tecnologías digitales en el mundo educativo, una percepción contradictoria sobre el lugar de los educadores y el papel de las TIC. Estas condiciones hablan de una relación no resuelta entre profesores, artefactos y contextos que requiere del diseño de estrategias que armonicen este vínculo, imprescindible en los aprendizajes contemporáneos.

En la búsqueda de alternativas para actualizar y hacer más pertinente la formación en competencias digitales en los futuros profesores, en este capítulo se explora un enfoque que trasciende la clásica dicotomía presencial-virtual en los procesos educativos, que facilita su unificación y, con ello, un mejor aprovechamiento de las tecnologías: las *ecologías de aprendizaje*. En función de ello, se discuten aproximaciones a los conceptos de *ecologías* y *potencialidades*, mientras se examinan las posibilidades que ofrecen a este campo de formación. Por último, se aportan definiciones específicas

de estos conceptos y se proponen seis *potencialidades* en el diseño de una ecología orientada a este propósito.

## Ecologías y potencialidades de aprendizaje

Desde sus comienzos, las revoluciones asociadas con las TIC y sus desarrollos han confirmado, cada vez con mayor énfasis, no solo la transformación y consolidación del tipo de tecnologías que acompañarían a esta era, sino su especial vínculo con los sectores sociales, incluido el sector educativo (Brown, 2000; Siemens, 2008; Rama, 2016; García Aretio, 2018).

En la última década, en virtud de esta revolución, se afirma que las fuentes de conocimiento se *deslocalizaron* y *destemporalizaron* (García Aretio *et al.*, 2007). Sin embargo, la disrupción en las nociones de tiempo, espacio y modos de hacer incrementa la tensión sobre cómo entender las relaciones entre ambientes educativos físicos y digitales. De esta forma, como lo expresa García Aretio (2019): “si el sistema educativo no se adapta a la sociedad digital, esta se lo llevará por delante y no olvidemos que el futuro de la calidad del trabajo dependerá, como siempre, del aprendizaje” (p. 20).

Al focalizar en este apartado un aspecto a destacar es la capacidad de las TIC para construir un concepto integrador en múltiples sentidos y con soporte en la diversidad. De esta manera, se habla de una transformación proveniente de la tensión entre espacio físico y espacio digital, que genera una diáspora de potenciales desarrollos sociales y culturales —territorio, economía, política, educación, tecnología, medio ambiente, sociedad, ciudadanía y otros— (Díez-Gutiérrez y Díaz-Nafría, 2018). En esta perspectiva, esta investigación perfila el análisis de la complejidad que implica pensar los espacios formativos y pedagógicos desde un concepto ecosistémico, conectivo e integrador denominado *ecologías de aprendizaje*.

## Aproximación al concepto de *ecologías de aprendizaje*

Producto de la revisión de literatura, se aprecia un vínculo entre la categoría *ecologías de aprendizaje*, que en español ha sido traducida como *ecosistemas educativos* (Castañeda y Adell, 2013), con la emergencia, entre mediados y finales del siglo xx, de teorías ecológicas y sistémicas que pretendían construir una representación de mundo alejada de modelos lineales, objetivistas y evolucionistas predominantes desde el siglo xvii. Entre ellas la *psicología ecológica* (Gibson, 1977), de la cual surge, además, el concepto de *potencialidad*, con una perspectiva de integración entre artefactos, sujetos y ambientes en las relaciones de gestión de conocimiento y aprendizaje. Las primeras reflexiones se sustentaron en formulaciones previas sobre la idea del sistema educativo como sistema social y cultural, entendido bajo un enfoque ecológico que conectaba individuo, cultura, cibernética y sistemas (Bateson, 1972).

Los primeros usos específicos del concepto de *ecologías de aprendizaje* se encuentran en los trabajos de Brown (2000) y Richardson (2002). En sus planteamientos, se resalta la noción de ubicuidad que las tecnologías brindan y tres atributos que delinear lo ecológico en el aprendizaje:

- *Integración*: trabajo, educación y entretenimiento, a los cuales se accede de manera simultánea, sin necesidad de cambiar de artefacto y que forman parte de los diferentes ámbitos de la vida.
- *Interacción*: esencial en el esquema comunicativo y multimodal ofrecido por las tecnologías.
- *Distribución*: actores múltiples influyen, o pueden influir, de manera decisiva en el aprendizaje, para ahorrar esfuerzos al docente en la orientación de actividades que no se asocian con temas pedagógicos especializados. Por ejemplo, en la formación ciudadana, ofrecen apoyo y complementan el trabajo realizado por los docentes en las instituciones educativas.

De manera prospectiva, el trabajo de Brown (2000) sobresale por su análisis de la web y de las relaciones que se construyen a través de ella entre comunidades virtuales y grupos locales, dentro y fuera de la escuela. Sus conclusiones indican que de estos elementos surge un tejido para el aprendizaje a lo largo de la vida, al que denominó *ecología de aprendizaje*, caracterizada por:

- La apertura en las relaciones entre los miembros de las comunidades.
- La complejidad de los sistemas pedagógicos, debida a la alta volubilidad de las relaciones.
- La capacidad de adaptación a diversas situaciones.
- La naturaleza dinámica e interdependiente de sus componentes.
- Un principio de diversidad que se convierte en su mayor riqueza.

Más adelante, se genera un cambio en la manera de entender el aprendizaje gracias al avance y fortalecimiento de la Web 2.0, cuando se logra la transición conceptual y pedagógica del aprendizaje en solitario hacia el aprendizaje colaborativo. Con este hecho, se materializaron procesos pedagógicos centrados en la exploración, el descubrimiento y la colaboración. Toshio Okamoto y Mizui Kayama (2005) caracterizan esta transición como el momento del surgimiento de una *ecología de aprendizaje basada en la tecnología*.

En el mismo sentido, se hace tangible la posibilidad de construir una teoría pedagógica cuyo actor protagónico sea una *metáfora ecológica* que oriente el diseño de los ambientes de aprendizaje en red. Surge de este modo la propuesta de *teoría conectivista* de Siemens (2003), quien define el concepto de *ecología del conocimiento y del aprendizaje* como un entorno que fomenta y apoya la formación de comunidades y redes. Desde esta perspectiva, la educación adquiere una visión un poco más informal, no estructurada, rica en aplicaciones, consistente, que evoluciona, altamente social, descentralizada, conectada y experimental, bajo la cual subyacen

las redes como estructuras para el aprendizaje (Downes, 2011). En estos términos, el conocimiento está en red y es distribuido. El acto de aprender, por su parte, consiste en la creación de redes de conexión con nodos diversos y ubicados en lugares distintos, diferenciados por niveles disímiles de instrucción y, sin embargo, con intereses comunes (Siemens, 2008).

Este desarrollo conceptual representa otro momento en la comprensión contemporánea de la educación en ambientes digitales, no como una arquitectura dentro de internet, sino como el conjunto de contextos encontrados en espacios físicos y virtuales que proveen oportunidades de aprendizaje. Cada contexto se compone de una configuración única de actividades, recursos, relaciones e interacciones que emergen de ellos, de acuerdo con las preferencias e ingenio de los estudiantes (Barron, 2006). Esto implica que la integración de diferentes aplicaciones crea cambios en la interacción, mientras que el surgimiento del interés y de las iniciativas para emprender procesos de aprendizaje se genera de la percepción de nuevas oportunidades para llevar a cabo actividades y establecer relaciones que conduzcan a la construcción de conocimiento. Ahora bien, el artículo de Brigid Barron (2006) formula tres premisas con respecto al funcionamiento de las *ecologías de aprendizaje*:

1. El interés se desencadena por recursos de ideas disponibles en diversas facetas de la ecología.
2. Una vez que se despierta el interés, las personas utilizan diversas estrategias para promover el desarrollo de su conocimiento.
3. Es probable que las actividades de aprendizaje basadas en intereses sean cruces de límites y que una ecología de aprendizaje se conceptualice mejor como una entidad dinámica, destacada por la multiplicidad y profundidad de los recursos y actividades.

En consecuencia, internet es visto como un ecosistema con énfasis en la apertura y la diversidad, que desafía la concepción tradicional de aula cuando propicia un conjunto de ecologías de

aprendizaje. Ahora bien, el debate logra un matiz más personalizado y especializado, como lo revela el análisis de Spires *et al.* (2012), en el cual la ecología es “un entorno de aprendizaje avanzado que adquiere atributos orgánicos con una interdependencia en evolución entre los participantes” (p. 2). El aprendizaje, el intercambio de ideas y la investigación son multidireccionales y multimodales, pues ocurren en un sistema dinámico que convoca a estudiantes, profesores y a la comunidad global. Estas ecologías impulsan cuatro condiciones únicas, aunque tácitas, durante el aprendizaje:

- Acceso inmediato y constante a la información y a la comunidad global.
- Intensidad, relevancia y personalización.
- Capacidades docentes de alto nivel.
- Aptitudes estudiantiles muy desarrolladas.

Desde la óptica pedagógica, las *ecologías* se vinculan al aprendizaje a lo largo de la vida. Las dimensiones espacial y temporal, así como la capacidad para conectar en simultáneo diferentes espacios y contextos, coexistentes en el transcurso de la vida de las personas, expresan una configuración única de propósitos, actividades, recursos, relaciones, interacciones y aprendizaje mediado, producto de dichos factores (Coll, 2013; Jackson, 2013).

Además, con los análisis de Coll (2013), se evidencia una articulación entre los conceptos de *ecología de aprendizaje* y *ciudadanía del siglo XXI*. Por ello, se consolida una *metáfora de red*, en términos de aprendizaje personalizado, inserto en ámbitos locales-globales, y enfocado en el diseño de un principio de escolarización universal. A partir de este postulado, propone un esquema de preguntas denominado *parámetros del aprendizaje en las ecologías distribuidas e interconectadas*, en aras de analizar cuándo, con quién, de quién, cómo y para qué se aprende.

Las *ecologías de aprendizaje* se han constituido en una base conceptual y metodológica para pensar, de manera más consistente, la noción de pedagogía, en una época enriquecida por la

transformación y emergencia del aliado más importante de la humanidad: *la tecnología*. En consecuencia, obligan a comprender la *pedagogización* de la sociedad o la socialización de la pedagogía, que comenzó años atrás, con el concepto de *competencia en el mundo educativo*, que pretendía, en todo caso, integrar los actos educativos a la vida social y cultural de las poblaciones y a sus problemáticas sociales.

Más allá, este concepto vuelve a situar a la pedagogía en el punto central de la representación de individuo-sociedad, que en la actualidad implica el desarrollo de la subjetividad en la mixtura del espacio físico y digital. De acuerdo con Mario Díaz Villa (2019): “El discurso pedagógico es un principio intrínseco a toda interacción social y es un medio de reproducción de relaciones de poder y principios de control” (p. 11). En dicha interacción, en la que subyace una estrategia formativa que construye subjetividades —sujeto formador y formador de formadores—, el enfoque ecológico no parece una opción sino una necesidad para el docente (Leal-Urueña, 2017).

Esta socialización de la pedagogía, materializada en la metáfora de las ecologías de aprendizaje, vincula el concepto de un ciudadano que aprende a lo largo de su vida, para el cual el aula de clase es tan solo un entorno puntual en su hecho formativo. En este proyecto de aprendizaje permanente, asociado con la ciudadanía, los contextos de formación se amplían y diversifican. González-Sanmamed *et al.* (2018) formulan cinco componentes: personal, interacción, recursos, actividades y capacitación formal e informal; además de cuatro elementos catalizadores de la metamorfosis del aprendizaje en la ecología:

1. *La conectividad de las redes*: habilita un grado de interacción entre iguales nunca antes experimentado.
2. *El empoderamiento del estudiante*: en la toma de decisiones sobre su aprendizaje, quien decide qué y cómo aprender aquello que desea.
3. *La superación de las barreras de espacio y tiempo*: admite decidir cuándo y dónde aprender sin mayores limitaciones.

4. *La existencia de un aprendizaje*: no percibido algunas veces, informal, invisible y silencioso, el cual facilita la adquisición de competencias fundamentales.

A su vez, las prácticas, innovaciones e investigaciones que integran el paradigma ecológico admiten la exploración de pedagogías de frontera, que conectan contextos educativos formales, no formales e informales, “que actúan como estrategias personales que permiten orquestrar el aprendizaje a lo largo de la vida” (Maina y García González, 2016, p. 73). Con ello, se rompe la idea de currículo y diseño instruccional lineal y universalista, propio de los modelos tradicionales de *e-learning*, educación a distancia y presencial (García-Peñalvo y Seoane Pardo, 2015; Cope y Kalantzis, 2017), mientras se da apertura a la creación de entornos múltiples, que habilitan opciones de aprendizaje a través de los métodos y modelos que mejor responden a los requerimientos, intereses y situaciones personales de los estudiantes. Por esta razón, sus componentes deben diseñarse “como objetos de contenido pequeños y altamente relevantes que se reorganizan dinámicamente en una variedad de modelos pedagógicos” (Gros y García-Peñalvo, 2023, p. 13), en cuya construcción los aprendices participan como coconstructores, a través de su esfuerzo sostenido (Damşa *et al.*, 2019).

Por consiguiente, se concluye que la noción de *ecologías de aprendizaje* expresa la integración de sistemas sociales, educativos, de trabajo y entretenimiento, en un concepto de aprendizaje que transforma la comprensión actual de sujeto, subjetividad, sociedad y educación. De este modo, conforman escenarios de naturaleza diversa, con o sin base tecnológica, que las personas utilizan en su formación, en el momento y de la manera que cada una considere conveniente, al activar relaciones con otras personas y entornos que contribuyen al logro de nuevas habilidades. Cuando dichos escenarios están mediados por la tecnología, multiplican las oportunidades de aprendizaje (González-Sanmamed, *et al.*, 2018).

Para pensar la transformación pedagógica de la relación educación-tecnología desde el paradigma de las *ecologías de aprendizaje*, se retoma el concepto de *potencialidad*, visto como potencia y acto

material (Brown, 2000; Burbules, 2009, 2012; Cope y Kalantzis, 2009, 2017). Esta idea conecta la potencia y el acto que subyacen en la relación entre sujeto, artefacto y ambiente, de una manera más didáctica y articulada con la vida social y cultural contemporánea (Leal-Urueña y Rojas-Mesa, 2018). A continuación, se profundiza en el desarrollo teórico de esta noción a efectos de esta investigación.

## Revisión del concepto de *affordance*

Uno de los factores fundamentales en la formación inicial del profesorado tiene que ver con ofrecer una visión prospectiva, o al menos actualizada, de las transformaciones y disrupciones creadas por las tecnologías en las formas de aprendizaje. Al reforzar esta idea, el concepto de *affordance*, como parte de la construcción de un enfoque de *ecologías de aprendizaje*, es un punto clave durante la formación en competencias digitales docentes y en la reconstrucción de la relación de los docentes con la tecnología, porque hace referencia a la posibilidad y potencialidad de los individuos de interactuar con los objetos de su entorno y encontrar cualidades accionables en ellos.

Este concepto aparece en los trabajos sobre psicología ecológica de Gibson (1977), quien lo define como “señales latentes en ambientes, tales como sustancias, superficies, objetos y lugares que tienen posibilidades de acción” (p. 128). Las propiedades accionables de un artefacto se activan de diversas maneras, de acuerdo con el vínculo particular que se construye entre este y un actor social en un contexto específico.

En este sentido, se entiende como otro *actor*, en equivalencia al ser humano en acción e impacto. En palabras de Bruno Latour (2005), es un *actante*, con el cual los sujetos establecen interacciones amplias y de distinta naturaleza, para dar cuenta de la materialización de la potencialidad existente entre ambiente, sujeto y artefacto. Para entender esta relación, los investigadores proponen diferentes visiones. Una primera interpretación concluye que el artefacto es contingente en su uso y depende de la interacción de los agentes en la medida en que está influenciado, en mayor o menor medida, por la acción de

ambos (Pickering, 1993). Desde otra óptica, se ha construido una línea de interpretación de las potencialidades como representaciones de naturaleza múltiple, dado que diferentes percepciones conducen a diferentes usos y, por lo tanto, las prácticas sociales, las propiedades de los objetos y las características de los ambientes determinan sus potencialidades (Pfaffenberger, 1992).

Nina Bonderup Dohn (2009) replanteó el debate sobre la naturaleza ontológica y epistemológica de la potencialidad en dos perspectivas: (1) *esencialista-contextualizada*, derivada de la *adscripción de la potencialidad a los objetos*; y (2) *relacionalista*, porque es percibida en contexto *con relación al objetivo actual*, de modo que la tensión entre un comportamiento local y la función original de un artefacto incide en las formas de conocimiento que emergen. Esto último es lo que se considera una *innovación*: nuevos usos no limitados por las características iniciales de diseño ni por la intención con la que se desarrollaron, sino que se expanden hacia nuevas aplicaciones vinculadas a la satisfacción de necesidades específicas, en la medida en que se encuentran disponibles y son accesibles, pero en tanto pueden comprenderse, programarse, transformarse, personalizarse y emplearse a medida de intereses y necesidades.

Este cuestionamiento al concepto de *affordance* profundizó su explicación no solo como relación o interacción, sino como imbricación entre la agencia que emerge del actor humano, del artefacto y del ambiente. En otras palabras, la ocurrencia de un acontecimiento no tiene como principio de control elemento alguno de su relación, sino que, por el contrario, dan cuenta de las consecuencias en su agenciamiento de su interacción, a partir de una red de relaciones un poco más amplias y que potencian el sentido del artefacto y posibilitan entender su papel como habilitador, limitador o regulador en la producción de conocimiento (Parchoma, 2014).

Este significado ontológico, construido desde el análisis de la *teoría del actor red* (Latour, 2005), tiene consecuencias en la transformación de las nociones de tiempo, espacio y tecnología, las cuales construyen al sujeto con respecto a su acción, por ejemplo, en la determinación de rutinas y tecnologías (*artefactos*), de acuerdo con

las restricciones de contexto y acceso a las tecnologías disponibles para lograr objetivos particulares (Leonardi, 2011; Lu y Chen, 2013; Raymond *et al.*, 2017).

Este acercamiento evidencia su eficacia para analizar la comprensión y explicación de la conexión que construyen docentes y estudiantes con las tecnologías digitales. En este sentido, la noción de *potencialidad* se convierte en un pilar fundamental de las dinámicas de transformación que experimentan los espacios educativos, derivados del sentido de interconexión y acceso sin límites a la información, que conlleva a la disolución de las fronteras entre tiempo y espacio en el acto educativo, al convertir cualquier momento y lugar en una oportunidad de aprendizaje. Esto lo hace interesante pues enfatiza el papel activo del estudiante, dado el potencial de acción disponible cuando interactúa con el artefacto y su entorno sociocultural (Overdijk *et al.*, 2012), que le obliga a delimitar nichos de focalización de propósitos, metas y actividades de aprendizaje.

Pensar en un modelo didáctico que implique esta transformación implica percibir las acciones latentes en la interacción entre agentes y artefactos, así como su dependencia de la experiencia, el conocimiento, la cultura y la capacidad del individuo para reconocerlas. Esto es el resultado de una relación ecosistémica particular, la cual define el modo de uso del artefacto. En otras palabras, en un escenario de aprendizaje, las potencialidades son propiedades de la relación entre el estudiante, la tecnología y el ambiente, que habilitan y facilitan tipos específicos de interacción que determinan aprendizajes particulares (Kirschner, 2002; Sangrà *et al.*, 2019).

Lo anterior significa que no solo se hacen cosas diferentes o de manera distinta, sino que existe un agenciamiento tanto en el estudiante como en el artefacto (Overdijk *et al.*, 2014; Lafferty Ruane, 2019). La acción del estudiante sobre el artefacto tiene la potencialidad de transformar su percepción y su usabilidad en una multiplicidad de formas derivadas de su mutua interacción.

Ahora bien, se reconoce que existen escenarios en que se confunde o malinterpreta este concepto, lo que deriva en prácticas

perjudiciales para la formación y atención del estudiante (Aagaard, 2018). A pesar de este riesgo, el concepto de *affordance* es atractivo para diseñar ecologías de aprendizaje, porque promueve la innovación en el uso y concepción de la tecnología mediante el diseño de características específicas en un ambiente de aprendizaje (Laurillard *et al.*, 2000; Leiva-Núñez *et al.*, 2018).

Al mismo tiempo, el potencial de uso y manejo de artefactos, sobre su impacto en los usuarios y el contexto, plantea una transformación histórica que comenzó con el *e-learning*, desde la comunicación Web 1.0 en los años noventa del siglo pasado, hasta las actuales concepciones del aprendizaje en red, bajo un esquema de comunicación web en clave ecosistémica y caracterizado por la multiplicidad de formatos, contextos y formas didácticas (Bari *et al.*, 2018).

Bajo este enfoque, toma fuerza la comprensión del internet como el gran ecosistema sobre el cual es posible constituir profusas ecologías locales para gestionar fenómenos de aprendizaje, tanto a nivel personal como institucional (Hodgson y Spours, 2009). La potencialidad, por su parte, se convierte en unidad básica para potenciar el vínculo entre sistemas locales y ecosistemas globales. Esta perspectiva guarda relación con los planteamientos del conectivismo de Siemens (2003, 2007, 2008; Mattar, 2018). No obstante, en su utilización es esencial el debate y el riesgo ético que implica la experimentación pedagógica en relación con las disrupciones y el uso de pedagogías emergentes (Mackness y Bell, 2015).

Estas nuevas concepciones hacen indispensable la preparación y motivación de los docentes para que fortalezcan sus competencias digitales, al tener en cuenta que de su capacitación y desarrollo profesional depende la formación de sus modelos mentales (Valanides, 2018). Desde esta óptica, el docente tiene que prepararse para percibir las potencialidades educativas de la tecnología, por ejemplo, al ilustrar cómo se conectan las tecnologías, pedagogías, contenidos y estudiantes.

Esta es quizá la perspectiva más significativa que ofrece pensar el concepto de *affordance* como unidad básica de dinamización de las *ecologías de aprendizaje*, gracias a la fusión de escenarios educativos emergentes y convencionales, que propicia una exploración más

próxima de las pedagogías de frontera, orientadas hacia aprendizajes más significativos, activos y personalizados. De esta manera, el aprendiz contemporáneo asume prácticas pedagógicas constructivistas y más activas que las llevadas a cabo hasta la década pasada a través de los sistemas de administración de contenidos y ambientes virtuales de aprendizaje. Por mucho tiempo, lograr actitudes y prácticas más críticas y autónomas en la formación ha sido parte del discurso e intencionalidades de los educadores, aunque los avances en esta dirección aún no son suficientes. Lo anterior obliga a pensar lecturas pedagógicas y didácticas alternativas con el propósito de alcanzar la transformación de las relaciones en el aula de clase, trascender sus fronteras y promover un proceso educativo acorde con las dinámicas y problemáticas de la sociedad en tiempos de internet (Burkle y Cobo, 2018).

Sin embargo, este concepto no está exento de limitaciones. La más relevante es, quizá, superar la instrumentalización que ha caracterizado el uso de las tecnologías en los entornos educativos, resultado de la deficiente preparación y falta de experticia del profesorado, que deriva en la consolidación de sesgos y temores en torno a la integración de las tecnologías al reducirlas a simples herramientas y, en casos más extremos, a elementos extraños, obstructores de la enseñanza, que amenazan con desplazar o sustituir al profesorado. Estos factores dificultan el aprovechamiento de sus potencialidades y su reconocimiento como actantes con capacidades de interacción y transformación.

## Formación en competencias digitales docentes desde el paradigma de la ecología de aprendizaje

Asumir el paradigma de *ecologías y potencialidad* de aprendizaje en la formación en competencias digitales del profesorado implica

construir una visión ecosistémica, que se distancie de las tradicionales reflexiones e investigaciones que oponen los ambientes y recursos físicos a los digitales, la educación presencial a la virtual y la pedagogía a la tecnología, para que, por el contrario, promueva la integración de estos escenarios con el fin de construir relaciones armónicas entre los docentes y la tecnología, en aras de aprovechar en pleno su potencial educativo. La adopción de este paradigma se sustenta en el análisis de las disrupciones educativas creadas por el mundo interconectado y la omnipresencia de la información, que han propiciado las siguientes formas de representación y práctica del aprendizaje:

- Condiciones espaciotemporales hasta ahora inéditas.
- Interacciones complejas entre sujetos, artefactos y contextos.
- Disponibilidad de fuentes de información variadas y en múltiples formatos.
- Coexistencia de escenarios físicos, virtuales, formales e informales.
- Dinámicas en las que todos son aprendices permanentes y diseñadores activos de rutas de conocimiento (Leal-Urueña, 2017).

La alternativa propuesta en esta investigación consiste en aprovechar el carácter polisémico de las TIC y sus potencialidades para transformar las relaciones entre sujetos —individuales o colectivos—, el entorno y las tecnologías, para encontrar nuevas significaciones y posibilidades en el aprendizaje (Rojas-Mesa y Leal-Urueña, 2017). Con ello, se espera que los futuros educadores estén preparados para trabajar con los paradigmas educativos y formas de aprendizaje emergentes.

Es esencial involucrar al profesorado en formación en el abordaje ecosistémico de los problemas educativos contemporáneos, para que hable de su integración con sistemas culturales, sociales, tecnológicos, entre otros, y no de su independencia u oposición,

como ha ocurrido hasta ahora. Aspectos tan relevantes como la posibilidad de integrar el multiformato o combinar espacios de aula con entornos digitales y escenarios educativos formales e informales; además de la ruptura de los cánones clásicos de uso del espacio y del tiempo o las posibilidades de acceso y participación activa en la construcción social de conocimiento, son algunos de los aportes de las ecologías de aprendizaje a la formación docente. Estas se complementan con *potencialidades* que no solo fortalecen las estrategias de integración de las TIC en la educación, sino que potencian los escenarios y procesos de formación inicial de educadores.

## Hacia una definición de ecologías de aprendizaje dentro de la investigación

Las *ecologías de aprendizaje* representan una oportunidad de investigación en la búsqueda de rutas para armonizar la relación entre educación y tecnología. Por una parte, permiten el avance en la comprensión de formas educativas emergentes en el desenvolvimiento de las competencias que demanda el siglo XXI; por otra, facilitan la exploración de las complejidades y transformaciones que requiere la formación inicial del profesorado desde una perspectiva de articulación entre pedagogías y tecnologías emergentes, al profundizar en los cambios de paradigma pedagógico y en las competencias digitales de dicha articulación.

En consecuencia de los análisis y reflexiones sobre este paradigma educativo, se propone la siguiente definición: las *ecologías de aprendizaje* son contextos específicos de interacción entre ambientes educativos físicos y digitales, articulados con escenarios y problemáticas socioculturales, que conforman varios tipos de agrupaciones o asociaciones individuales o institucionales, existentes en el ecosistema global de internet. Estas ecologías son activadas o dinamizadas por una unidad básica de relación local permanente entre sujetos, artefactos y ambientes, denominada *sistema de potencialidades*, entendida como posibilidades de acción

educativa surgidas gracias a su interacción y se fortalecen con el uso de las tecnologías, al promover y facilitar el aprendizaje.

En esta definición, se utiliza el concepto de *artefacto* para constituir una categoría amplia, que incluye los objetos de naturaleza física y digital, asequibles en la ecología de aprendizaje, entre los cuales se encuentran las TIC. En muchos casos, los objetos digitales no solo se superponen al mundo real, sino que se fusionan con él hasta el punto de volverse indistinguibles. Por esta razón, a la ecología no puede dársele el adjetivo de virtual o presencial, dado que su delimitación incluye el contexto local o los escenarios digitales. En otros términos, el escenario de aprendizaje se extiende y se prolonga hasta convertirse en uno solo, mientras los agentes ya no necesitan avatares que los representen: ellos interactúan con cualquier tipo de artefactos en cada escenario de activación educativa.

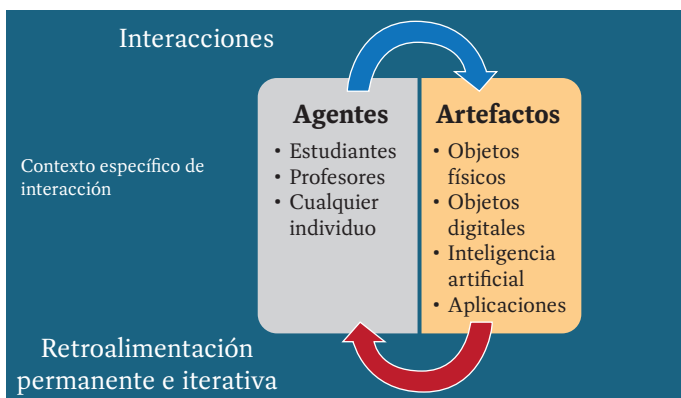
En el mismo sentido, se habla de *interacción* o *acción recíproca*, que involucra la acción de las personas entre sí y sobre los artefactos, además de las acciones que estos últimos, dotados de inteligencia artificial o cualquier otro tipo potencialidad de actuación, producen sobre la ecología. Este potencial de actuación va más allá de las características antropomórficas que adoptan los artefactos e implica sus capacidades de comunicación y aprendizaje, cada vez más sofisticadas, como resultado de las técnicas de aprendizaje de máquina (*machine learning*), lo que amplía su comprensión, no como mediación, sino como un actor dotado de lenguaje propio, el cual agencia sentidos y significados en los fenómenos de aprendizaje.

Asimismo, se propone, en consonancia con los trabajos que profundizan en el tema, que la relación entre agentes, artefactos y el contexto de interacción posee cualidades accionables, denominadas *potencialidades*, las cuales, al activarse, facilitan el aprendizaje. Se ejecutan por agentes con las capacidades para reconocerlos y aplicarlos en ambientes localizados, lo que significa que entre más informado y mejor formado esté el agente, mayor

será su aprovechamiento y, por lo tanto, se facilitará y mejorará su aprendizaje.

Lo anterior obliga a reconocer que no es suficiente con que la tecnología haya *inundado* los entornos educativos, sino que es indispensable que profesores y estudiantes desarrollen las competencias para accionar dichas *potencialidades*. Con esto, se proponen los posibles componentes de una ecología de aprendizaje:

- *Agentes que engloban a diferentes personas*: estudiantes, profesores o cualquier otro individuo que participa en el acto de aprendizaje, directa o indirectamente, constituido en aprendiz permanente, quien aporta conocimientos, experiencias previas, manejo de las tecnologías, expectativas particulares, entre otras contribuciones.
- *Artefactos*: amplio conjunto de objetos físicos o digitales, como computadores, dispositivos móviles, asistentes digitales, robots, inteligencia artificial, internet de las cosas, aplicaciones, recursos de información, contenidos en múltiples formatos y servicios de comunicación e interacción, entre otros.
- *Contexto específico*: donde surge la ecología de aprendizaje, en medio del gran ecosistema del mundo interconectado, que enlaza el aula, la institución educativa, la comunidad y los escenarios físicos y digitales con potencial de vincularse, incluida la extensa red de ambientes educativos en sus formas emergentes.
- *Interacciones entre agentes y artefactos*: a través de conexiones dinámicas y de retroalimentación constante e iterativa que influyen sobre la ecología, a manera de relaciones entre simbiosis que sacan provecho de su vida en común, los cuales dan origen a diversas formas de aprendizaje (figura 4).



**Figura 4.** Componentes de la ecología de aprendizaje

**Fuente:** elaboración de la autora.

Esta modesta contribución conceptual se formula con el interés de aportar al avance y profundización de las acciones educativas orientadas a la formación inicial del profesorado desde un acercamiento a sus competencias digitales.

## Seis potencialidades para diseñar una ecología de formación en competencias digitales docentes

Con el fin de avanzar en la formulación de condiciones en la construcción de este escenario alternativo, se formulan seis potencialidades para diseñar una ecología de aprendizaje orientada a la formación en competencias digitales docentes.

### Potencialidad de aprendizaje ubicuo

La *ubicuidad* se entiende como “en cualquier lugar, en cualquier momento y de múltiples modos” (Cope y Kalantzis, 2017). Las TIC sitúan este enunciado, en principio, en la web y, más adelante, en la imbricación de espacios físicos y digitales, al transformar las formas de representar el espacio y el tiempo. No se habla ahora

de territorios, sino de redes, ni de espacios-lugares, sino de espacios-nodos (Gros, 2015). De modo que la ubicuidad significa acceder a cualquier espacio en cualquier momento y de múltiples maneras, a través de un dispositivo electrónico conectado a la web (Burbules, 2014). En esta nueva cartografía, no existe diferencia entre los espacios físicos y digitales; por el contrario, se constituyen en un *continuum* de flujos de interacción e información entre nodos estructurados en red.

Estos nodos se comprenden a partir del modelo explicativo de la *teoría del actor red* de Callon (1999) y Latour (2005), la cual propone superar la antigua discontinuidad en la división entre sujeto-objeto, mantenida por la modernidad, para asumir la perspectiva de los actuales sistemas tecnocientíficos, para los que no existe un sujeto-objeto, sino agentes que potencian eventos específicos en espacios y momentos determinados. En la era digital, seres humanos, objetos, artefactos y espacios nos constituimos en nodos de conexión, información e interacción, en tanto todos agenciamos eventos, con el poder de actuar sobre otros y transformar el mundo natural y social.

En el ámbito educativo, el *aprendizaje ubicuo* se comprende como la condición para acceder a experiencias de aprendizaje en cualquier momento, lugar y de diversas formas. Se caracteriza por la *permanencia* de la información y del trabajo desarrollado o recuperado en la web durante la navegación por distintos sitios; por la *accesibilidad* a información y contenidos en múltiples formatos; por la *inmediatez*, en el sentido de respuesta frente a requerimientos de información, contenidos o soporte, sin estar delimitada por distancias físicas, sino por conexiones digitales y nodos conectados; así como por la *interactividad*, en tanto los sujetos no solo se conectan e interactúan, sino que son *actantes* —actores humanos y no humanos—. Esto es evidente, por ejemplo, en el hecho de que, cada vez, es usual que nuestras interacciones inmediatas se dan con formas de inteligencia artificial. De todas maneras, en el modo clásico, se interactúa con expertos, profesores o compañeros, de forma síncrona o asíncrona (Cope y Kalantzis, 2010; Downes, 2018).

Este potencial de ubicuidad implica formar al profesorado para gestionar la complejidad de las discontinuidades espacio-temporales. La conexión permanente y el acceso inmediato a otros agentes y artefactos habilita múltiples oportunidades para formar la competencia digital del profesorado: la difuminación de las barreras de acceso al conocimiento, las oportunidades de interacción sincrónica y asincrónica, la construcción colaborativa de conocimiento y la conexión con escenarios y experiencias de aprendizaje, que facilitan y flexibilizan la formación.

La potencialidad de aprendizaje ubicuo abre la posibilidad de convertirse en un nodo activo dentro de la ecología de aprendizaje, conectado con múltiples contextos de aplicación de las TIC con propósitos educativos, que fortalecen sus competencias digitales al sacar provecho de los flujos de información y de las interacciones en los entornos conectados a la ecología. A la vez, crea condiciones y oportunidades para construir sus conocimientos TPACK y utilizar efectivamente las tecnologías para evaluar, ofrecer retroalimentación, construir ciudadanía digital, contrastar y evaluar las políticas educativas en materia de TIC, entre otras habilidades.

Para finalizar, las oportunidades que concede la ubicuidad no están exentas de riesgos en la formación inicial de profesorado, como en su ejercicio profesional. Entre ellos, el más relevante es, quizá, la extensión sin límites de la jornada escolar, como consecuencia de la posibilidad de permanecer siempre en conexión con los actores de la ecología —estudiantes, colegas, directivos—, lo que deriva en dificultades para distinguir el espacio-tiempo laboral de otros en la vida cotidiana. Esta sensación de aprendizaje-trabajo permanente, en todo lugar, conlleva riesgos en la salud física y mental de los educadores para los que también deben ser y estar preparados.

## Potencialidad de aprendizaje activo

La potencialidad de aprendizaje activo conecta la tecnología y los currículos con los problemas del mundo real, al usar enfoques pedagógicos constructivistas y construccionistas, entre ellos, el

aprendizaje basado en problemas, en proyectos, en indagación, en desafíos, en investigación, entre otros modelos, que generan oportunidades para experimentar y aprender haciendo y creando. Desde este enfoque, se posibilita, a través de experiencias de aprendizaje prácticas, significativas y contextualizadas en el mundo real, el desarrollo de competencias y habilidades para el siglo XXI, como el despliegue de ideas creativas y originales, la resolución creativa de problemas y la implementación activa de soluciones (Freeman *et al.*, 2017).

Al incrementar el compromiso del estudiante en su proceso de conocimiento, comienza a ser visto como *contribuyente activo* a la ecología de aprendizaje, más allá de un simple participante y consumidor de información. Por ejemplo, a través de la búsqueda en fuentes de información, contenidos y experiencias, que le permiten construir múltiples perspectivas de un tema o problema y poner en juego habilidades para analizar, contrastar y citar las fuentes consultadas, se promueve su participación en la producción de conocimiento. En este contexto, dicha construcción se define como producción de artefactos: textos, diagramas o modelos, los cuales encarnan el conocimiento como objetos físicos o virtuales (Scardamalia y Bereiter, 2014; Ma *et al.*, 2019), en sintonía con las teorías constructivistas del aprendizaje, con las que argumenta que los aprendices construyen conocimiento de forma activa, especialmente cuando están comprometidos construyendo objetos (Kafai y Resnick, 2012; Li, 2012), además, mediante la ideación, prototipado y construcción conjunta de artefactos de diseño reales (Paavola y Hakkarainen, 2014; Yrjönsuuri *et al.*, 2019).

Este enfoque de construcción de conocimiento está anclado al concepto de *experiencia* propuesto por Dewey (2024), para quien pensar en hipótesis de trabajo y planes de acción es más significativo que seguir formulaciones teóricas y filosóficas predispuestas. Las hipótesis y planes de acción se formulan ante una situación problemática y, luego, son transferidas como programas de comportamiento a otras situaciones, sean herramientas de reflexión, análisis o anticipación. La reflexión y reconstrucción del ambiente

son dos cosas inseparables. Idea que Miettinen (2000) afirma que sería potenciada por Latour:

La concepción de Dewey es precursora del constructivismo heterogéneo y se orienta a la práctica en la filosofía y la sociología de la ciencia contemporáneas [la cual] tiene muchas características similares a la teoría del actor-red desarrollada por Bruno Latour, [quien] propone que la agencia se distribuye entre los humanos y los artefactos no-humanos en las redes [...]. Las entidades no-humanas también hacen cosas, reaccionan y contribuyen al logro de los objetivos de alguna actividad. (pp. 69-70)

Al proyectar esta formulación teórica de la acción en el aprendizaje, mediante la ideación y resolución de problemas con un alto componente de prototipado, se afirma que, en la actualidad, una de las experiencias con mayor potencial en el desarrollo de las competencias digitales docentes con el aprendizaje activo la constituyen las aulas *makerspaces*, entornos de construcción-fabricación en colaboración, junto a los talleres de fabricación digital (*fab labs*). Estos escenarios ofrecen equipamiento para llevar a cabo experiencias de aprendizaje vanguardistas de experimentación, diseño y creación, cuya accesibilidad ha incrementado gracias a la disminución de costos de máquinas y aplicaciones, así como a la integración de la realidad virtual (New Media Consortium [NMC], 2018).

Del mismo modo, se aprovecha la descentralización en la producción de contenido y la facilidad de difusión provista por las plataformas de medios sociales, entre ellas los *blogs*, *wikis*, sitios para compartir videos, entre otras, con la finalidad de alentar a los candidatos a profesores a crear y compartir sus producciones, al aumentar su motivación, elevar la calidad de sus trabajos y promover su mejoramiento continuo, como resultado de la discusión y validación social del conocimiento (Burbules, 2009; Downes, 2018).

En síntesis, la participación activa en la producción de nuevo conocimiento, que se materializa en artefactos físicos o digitales, acrecienta el compromiso con el aprendizaje, tanto de profesores como de estudiantes. Con ello, se convierten en aprendices

permanentes, cuando participan en la producción de conocimiento; lo que, a su vez, favorece estas dinámicas: permanecer informados, ser hábiles en el uso de diferentes tecnologías, estar en capacidad de generar contenidos e interactuar con otros, crear artefactos de conocimiento en diversos soportes, emprender hechos de actualización continua, por nombrar algunas.

Por último, uno de los desafíos más trascendentales en el aprovechamiento del potencial de aprendizaje activo provisto por las ecologías se encuentra en superar las dificultades del profesorado, tanto para integrar los modelos pedagógicos constructivistas y construccionistas en sus diseños educativos, como para ir más allá de su uso temático y orientar la creación, construcción y experimentación. Por ello, resulta indispensable esbozar marcos conceptuales y pedagógicos alternativos con los que se experimente, evalúe e investigue sobre cómo aprovechar todo el potencial educativo de tecnologías, como la fabricación digital dentro de las instituciones educativas contemporáneas (Godhe *et al.*, 2019).

## Potencialidad de aprendizaje colaborativo

El *affordance* de aprendizaje colaborativo se fundamenta en la potencialidad social de las ecologías de aprendizaje para proveer oportunidades de aprendizaje conjunto y construcción compartida de conocimiento. Este fenómeno ha sido analizado desde diferentes enfoques y teorías: la *cognición distribuida* (Stahl, 2006, 2024), la *inteligencia colectiva* (Lévy, 2004), el *aprendizaje colaborativo asistido por computador* (Dillenbourg, 2016), el *conectivismo* (Siemens, 2007), las *experiencias de estudiantes como socios (students as a partners [SaP]*, Cook-Sather *et al.*, 2018), entre otras, con sustento en el constructivismo social (Vygotsky, 2020). En términos generales, refiere a la *creación de conocimiento*, en la cual se aprovecha la conexión entre personas y tecnologías para actuar de manera más inteligente y solucionar los problemas que afectan a las poblaciones (MIT Center for Collective Intelligence, 2020).

Las tecnologías que propician la activación de la potencialidad de aprendizaje colaborativo son diversas. Entre ellas, destacan las

aplicaciones de computación en la nube, que se utilizan para fomentar el intercambio de ideas y puntos de vista mediante comentarios, sesiones de revisión, retroalimentación instantánea, coordinación del trabajo en equipo, entre otras actividades que impulsan al profesorado en formación a participar en la construcción colectiva de conocimiento (Al-Samarraie y Saeed, 2018). De igual forma, las plataformas de sistema de gestión de aprendizaje (*learning management system* [LMS]) y los cursos MOOC, con sus servicios de interacción sincrónica y asincrónica: foros de discusión, salas de chat, *wikis* y *blogs*, usados para aprender colaborativamente y solucionar problemas complejos, mediante la discusión, negociación y el intercambio de significados, que deriva en prácticas de aprendizaje profundo, pilares en la preparación del profesorado.

El potencial de las aplicaciones de redes sociales —YouTube, Instagram, Facebook, X, LinkedIn y WhatsApp— promueve la interacción en tiempo real y la construcción de redes de conexión entre profesores y estudiantes, de una o varias instituciones, con especialistas en diversos campos de conocimiento. Este hecho crea un espacio de afinidad para el aprendizaje en torno a temas de interés y su vinculación a redes profesionales de aprendizaje.

Por último, las oportunidades que ofrece la colaboración implican el compromiso de todos los involucrados en la realización de aportaciones significativas, relevantes y que sumen al resultado u objetivo esperado. Esto hace necesario fortalecer la ética en el trabajo y en esfuerzo, así como el respeto por el trabajo del otro y del grupo. Como se ha señalado, esta es una de las competencias fundamentales para enfrentar los desafíos del presente siglo.

## Potencialidad de aprendizaje multimodal

La potencialidad de aprendizaje multimodal se vincula con las formas de comunicación y representación de la información y del conocimiento: visual, auditiva, gestual, textual y espacial (Smith y Kennett, 2017), empleadas para expresar y construir conocimiento en las ecologías de aprendizaje. Su aprovechamiento demanda la ampliación de las alfabetizaciones y prácticas de conocimiento, entre las que se incluye:

- Adquirir experiencia con las aplicaciones digitales para leer y producir conocimiento multimodal y transcultural.
- Aprender a construir sentido a través de la amplia gama de formas textuales y simbólicas que provee cada formato.
- Asumir roles de *prosumidores*, gracias a la interacción multimodal entre autores y lectores.

Esta potencialidad promueve en los futuros profesores capacidades de uso de los medios digitales para representar el conocimiento en variados formatos, así como para seleccionar, diseñar e implementar tecnologías para asistir actividades de aprendizaje, que, de otra forma, resultarían difíciles o imposibles de implementar sin el soporte tecnológico adecuado; por ejemplo, la representación y aplicación de conceptos, prueba de hipótesis, simulaciones, toma de decisiones complejas, modelamiento, entre otras (Angeli *et al.*, 2016). Además, está ligada con las experiencias *transmedia* y con las tecnologías de realidad virtual —aumentada y extendida—, en las que coexisten objetos digitales y físicos, que posibilitan la personificación, la inmersión en ambientes multimodales enriquecidos por situaciones sensoriales (Papanastasiou *et al.*, 2019), así como la extensión de los entornos de aprendizaje; hecho que comporta, entre otros, la participación activa y el compromiso del profesorado en formación con los eventos que ocurren en la ecología.

Vale la pena resaltar que el aprovechamiento de la multimodalidad requiere acciones permanentes de formación y actualización del profesorado, con la función de enfrentar la obsolescencia tecnológica y reducir el tiempo que demanda el aprendizaje de aplicaciones que arriban al mundo educativo de manera constante.

## Potencialidad de aprendizaje auténtico

La potencialidad de aprendizaje auténtico emerge en las ecologías de aprendizaje de las oportunidades para conectar la tecnología, los currículos y el mundo real. En otras palabras, de vincular el proceso

educativo con múltiples contextos, situaciones y problemáticas de los ámbitos local, regional y global. La potencialidad de establecer articulaciones con situaciones reales, con la interacción de eventos y actores naturales o artificiales, enriquece los escenarios de aprendizaje e impulsa la superación de las brechas entre la formación recibida en las instituciones educativas y la complejidad del mundo real, con lo cual se materializan las intenciones de *desenclaustrar* el hecho educativo, conectarlo con los contextos y realidades, junto con el ejercicio de su función social. A la vez, se promueven competencias como el análisis de situaciones, el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad.

Entre las tecnologías con mayor potencial para este *affordance* se encuentran las aplicaciones de realidad aumentada —virtual y mixta—, que habilitan la creación de ambientes inmersivos, en los que es posible que el profesorado en formación vivencie experiencias de aprendizaje más auténticas y vinculadas con varios contextos. Estas experiencias potencian las habilidades de razonamiento, comprensión y pensamiento crítico (Gautam *et al.*, 2018), además del compromiso y la participación.

También forman parte de esta potencialidad los enfoques de aprendizaje por investigación, indagación y basados en proyectos, que aproximan a los aspirantes y profesores a tener experiencias auténticas de investigación y solución de problemas. Estas actividades mejoran las habilidades de descubrimiento, amplían la comprensión y facilitan la transferencia a situaciones reales, al tomar un rol activo —más allá de la observación de los fenómenos— y aplicar su repertorio de conocimientos TPACK y su *know-how*.

No obstante, sus ventajas pueden verse limitadas por la insuficiente preparación del profesorado para conectar los conocimientos de su área con las problemáticas de los contextos, lo que demanda un conocimiento profundo de su campo disciplinar. Además, se requiere su esfuerzo adicional para convocar la participación de educadores o especialistas de diferentes ámbitos, necesaria en la comprensión completa de las problemáticas y el diseño de las soluciones. De esta manera, su efectividad dependerá, en

buena parte, de la disposición y capacidad de las instituciones educativas y de sus miembros para establecer conexiones sólidas con su entorno. Sin embargo, esta *potencialidad* se vincula con los enfoques de aprendizaje significativo y con los discursos sobre aprendizaje situado, que se hallan en varios de los documentos de los programas de la UPN. Por esta razón, es una ruta para extender la integración de las TIC a través de estos enfoques pedagógicos y un eslabón de articulación con la ecología de aprendizaje.

## Potencialidad de aprendizaje personalizado

La personalización de los escenarios educativos se vincula con la posibilidad de seleccionar o diseñar los itinerarios personales de aprendizaje, es decir, escoger y ajustar las temáticas, niveles de complejidad, tipos de contenido, pruebas de evaluación, por nombrar algunas. Esto se logra mediante la decisión autónoma del aprendiz o las intervenciones automatizadas generadas a partir del registro de sus habilidades y logros. El objetivo es habilitar experiencias ajustadas a las preferencias, intereses y necesidades de los aprendices y, de paso, facilitar el avance y mejoramiento de sus logros. Este es un importante recurso para refinar las competencias especializadas que alcanza un individuo para desempeñar diversos roles en la sociedad, ajustados a las demandas sociales y del mercado laboral, las exigencias de formación y actualización y los ritmos e intereses de aprendizaje.

Entre las alternativas para la formación personalizada en internet, destacan los recursos abiertos y en línea, los MOOC y los microgrados (*nanodegrees*) que se cursan libremente, así como los informes inteligentes, el *software* de visualización y las herramientas de modelado y análisis predictivo, que se han integrado en estas plataformas y que proporcionan información sobre las necesidades y logros de los aprendices. La vinculación de estos escenarios en la ecología de aprendizaje ofrece oportunidades para el desarrollo progresivo de las competencias digitales docentes y su actualización.

Otra tecnología con gran potencial son las *analíticas de aprendizaje*, con las cuales se monitorea el avance de adquisición de las

competencias, también se identifican las necesidades específicas de formación, mientras se modifican y personalizan las rutas de aprendizaje. Gracias a las analíticas descriptivas y diagnósticas (Freeman *et al.*, 2017), se establece qué sucede durante el aprendizaje y por qué ocurre. Esto fomenta la autodirección en el desarrollo de las competencias digitales, se facilita la intervención de los formadores y se refina la ecología de aprendizaje.

Sin embargo, el aprovechamiento de las ventajas provistas por el potencial de personalización dependerá, en gran medida, de la superación de las brechas de acceso a las tecnologías, si se tiene en cuenta que su aplicación sin soporte tecnológico resulta dispendiosa y su implementación automatizada demanda robustas infraestructuras computacionales, por lo que está fuera del alcance de la mayoría de los contextos y escenarios educativos.

Para concluir, las potencialidades propuestas se afianzarán, actualizarán, renovarán y complementarán de acuerdo con las dinámicas de interacción que surjan en la ecología, las condiciones de los contextos vinculados y las tecnologías disponibles, durante un proceso de mejora continua que promueva una formación pertinente y adaptada a las transformaciones del mundo digital en el que ahora transitamos.

# Diseño metodológico de la investigación

**E**ste capítulo se dedica a presentar las consideraciones metodológicas que orientaron la investigación. En primer lugar, se expone el enfoque y diseño metodológico adoptado y las motivaciones que subyacen a su elección. En segundo lugar, se describen las técnicas e instrumentos de recolección de información, las características de la población y muestra, así como las técnicas empleadas para el tratamiento de los datos.

## Enfoque metodológico

Al considerar que esta investigación tiene como propósito contribuir a la solución de un problema educativo en un contexto específico, a saber, la formación en competencias digitales en las carreras de titulación del profesorado de la UPN, y que, en simultáneo, busca descubrir cómo integrar el paradigma de ecologías de aprendizaje en la actualización de este componente, al partir del estado de avance alcanzado por los programas, se seleccionó la metodología de *investigación cualitativa*. Este tipo de investigación se enfoca en comprender los fenómenos al explorarlos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con su contexto, o, en otras palabras, “su punto de partida es una realidad por descubrir, construir e interpretar” (Hernández Sampieri *et al.*, 2014, p. 10).

Dentro del enfoque de investigación cualitativa se escogió como estrategia global para recopilar los datos el *diseño de estudio de caso* (Twining *et al.*, 2017), que analiza un caso en profundidad,

en su entorno natural, mientras se reconoce su complejidad y su contexto. Su enfoque holístico permite conservar y comprender la integridad y unidad del caso. Admite, a la par, la combinación de métodos y técnicas de recolección y análisis de datos, algunos de los cuales pueden ser cuantitativos (Punch y Oancea, 2014). En esta investigación, el caso, entendido como un sistema integrado, delimitado o como fenómeno que ocurre en un contexto específico (Merriam, 1998), es la formación en competencias digitales en los programas de titulación del profesorado en la UPN.

El alcance de este estudio es múltiple. En primer término, es *descriptivo*, en cuanto determina las características de la formación ofrecida en el contexto específico de la UPN, al mostrar, con la mayor precisión posible, el lugar que ocupan las competencias digitales en las actividades de docencia, práctica educativa e investigación. Asimismo, se aproxima a las experiencias de integración de las TIC durante la carrera, así como a las perspectivas de los formadores frente a la preparación de los futuros profesores en este campo.

En segundo término, tiene un alcance *correlacional* y *comparativo*, cuando estudia la relación entre las percepciones de autoeficacia y los conocimientos TPACK de los estudiantes. Además, compara los grupos con respecto a variables, como recibir formación específica en TIC, haber vivenciado experiencias de integración de las TIC durante la carrera, el programa de titulación y el género, con el fin de identificar las condiciones y acciones formativas que resultan más efectivas y favorecen el desarrollo de estas competencias en el profesorado en formación.

En tercer término, tiene un alcance *propositivo* y *práctico* porque, como resultado de la investigación, se diseña una ecología de aprendizaje que toma como referente los avances alcanzados por los programas de la UPN y las características específicas de este contexto, con un doble propósito, pues no solo contribuye a mejorar el nivel en las competencias digitales de los futuros profesores, sino también aproximarlos a las lógicas contemporáneas de los hechos de aprendizaje.

Con el objeto de aprovechar los beneficios de ambos enfoques, este estudio integra métodos, instrumentos y técnicas de análisis

cuantitativos y cualitativos: por una parte, con la recolección de datos precisos que generalizan los hallazgos de una muestra significativa de una población, facilitados desde los métodos cuantitativos; por otra, hay una mayor riqueza, amplitud y profundidad de la información proveniente de variados actores del proceso, fuentes y formas de recolección, comunes de la indagación cualitativa (Hernández Sampieri *et al.*, 2014).

En último término, la información obtenida a través de las diversas fuentes y técnicas de investigación: análisis documental, cuestionarios, grupos focales y entrevistas, se combinó como medio para *triangular* los datos, con el fin de contar con múltiples fuentes de evidencia que corroboren los hallazgos, mientras reduzcan o minimicen el impacto de posibles sesgos en la interpretación de la información obtenida de cada fuente.

## Diseño y fases de la investigación

A continuación, se presenta el diseño de cada una de las fases llevadas a cabo durante la investigación, a fin de alcanzar los objetivos propuestos.

### Análisis documental

Con miras a identificar el estado actual de la formación en competencias digitales dentro de los programas de titulación del profesorado de la UPN, diversos documentos institucionales fueron objeto de análisis por ser elementos discursivos sobre concepciones de educación, aprendizaje, enseñanza, tecnología educativa, roles de formadores y estudiantes, además de otros factores que definen y delimitan la preparación inicial del profesorado en TIC.

Entre los documentos institucionales disponibles, se seleccionaron aquellos que expresan las micropolíticas y prácticas orientadas a la formación en competencias digitales, que evidencian las concepciones sobre ellas en la definición de los ambientes de formación, las competencias, el diseño y oferta de cursos, la

estructuración de los planes de estudio, la integración de tecnologías en las prácticas educativas y la investigación en torno a la incorporación de las TIC en el acto educativo.

En el análisis documental, se empleó la *categorización mixta* con el uso del *software* de análisis cualitativo Atlas.ti, versión 7.0. La codificación se realizó mediante la asignación de etiquetas por cada categoría. Las categorías se fijaron con un procedimiento mixto, deductivo, en cuanto se realizó a partir del sistema de categorías establecido e inductivo, mediante la asignación de nuevas categorías a medida que se examinaban los documentos (Revuelta Domínguez y Sánchez-Gómez, 2003). En adición, se crearon memos analíticos, en los que se incluyeron comentarios durante la lectura y codificación de los documentos. Para concluir, se llevó a cabo la compilación y síntesis de cada una de las categorías. Dichas categorías se presentan en la tabla 4.

**Tabla 4.** Categorías para analizar los documentos institucionales

| Categoría  | Subcategorías  |
|--|--|
| Micropolítica de formación en competencias digitales | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación inicial en competencias digitales</li> <li>• Infraestructura TIC</li> <li>• Recursos educativos</li> </ul>  |
| Formación en competencias digitales                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambientes de formación</li> <li>• Cursos de formación en TIC</li> <li>• Competencias digitales</li> <li>• Entornos digitales</li> <li>• Contenido digital</li> <li>• Comunidades virtuales</li> </ul> |
| TIC en la práctica educativa                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modalidades de práctica con TIC</li> </ul>  |
| Investigación en TIC                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Líneas y proyectos de investigación en TIC</li> <li>• Grupos de investigación</li> </ul>  |

**Fuente:** elaboración de la autora.

La revisión y análisis de los documentos seleccionados se orientó a reconocer la posición que ocupa la formación en competencias digitales en las actividades de docencia, práctica educativa e

investigación, considerados escenarios principales para preparar a los futuros profesores. De esta manera, fue posible resaltar, entre otros, los siguientes aspectos:

1. Los programas que desarrollan la preparación en competencias digitales docentes.
2. Su ubicación en los planes de estudio.
3. Los cursos obligatorios y electivos ofrecidos en el área de las TIC.
4. Las competencias digitales, de alfabetización mediática e informacional, que estos cursos desarrollan.
5. La manera en que las tecnologías se integran en las prácticas educativas en los centros de secundaria.
6. Los proyectos de investigación realizados por los grupos adscritos a cada carrera.

## Estudio correlacional y de comparación de grupos

En función de determinar las relaciones existentes entre las percepciones de autoeficacia, para integrar las TIC en el aula y los conocimientos TPACK, se efectuó un estudio de tipo correlacional, con el que se tuvo en cuenta: las variables independientes no son objeto de manipulación; las inferencias sobre las relaciones entre las variables se realizan sin intervención directa; dichas relaciones se observan tal como se han dado en su contexto natural para su análisis posterior (Hernández Sampieri *et al.*, 2014). El diseño es de tipo transversal, en aras de evaluar el estado de las variables en su situación actual, mediante la recolección de los datos en un único momento.

A su vez, el diseño transversal es de tipo correlacional, porque interesa estimar el grado de asociación entre las variables y cuantificar su vinculación (Hernández Sampieri *et al.*, 2014). En específico,

este diseño se propuso en aras de indagar el grado de asociación entre las percepciones de autoeficacia y los conocimientos TPACK, así como de estos con la edad de los estudiantes. Estas correlaciones y las magnitudes de la asociación entre las variables sirven de base para predecir, con mayor o menor exactitud, el valor inmediato que tendrá un grupo de personas en una variable al saber qué valores tienen en la otra. Las correlaciones son positivas o negativas. Si son positivas, significa que valores altos en una variable mostrarán valores elevados en la otra variable. Si son negativas, significa que valores altos en una variable evidenciarán valores bajos en la otra. Si no hay correlación, significa que fluctúan sin seguir un patrón sistemático entre sí (Hernández Sampieri *et al.*, 2014). Ahora bien, el contraste de medias mediante la prueba *t-Student* se llevó a cabo para comparar las percepciones de autoeficacia y TPACK respecto de las siguientes variables:

- Haber recibido preparación específica en el uso educativo de las TIC.
- Haber observado o implementado experiencias con las TIC durante la formación.
- El género.
- El campo de formación disciplinar.

De acuerdo con el alcance correlacional y comparativo que guía este estudio, a continuación se expone cada una de las variables consideradas, además de las hipótesis formuladas para realizar su análisis.

## Variables de estudio

Al tenor de los objetivos de la investigación, como parte de la caracterización del proceso de la formación en TIC dentro de la UPN, se midieron dos variables en los estudiantes: (1) la percepción de autoeficacia sobre sus competencias para integrar las TIC en el aula y (2) los conocimientos TPACK. Para efectuar el análisis correlacional y comparativo, se emplearon cinco variables independientes, cuya definición operacional se presenta en la tabla 5.

**Tabla 5.** Definición operacional de las variables del estudio

| Variable   | Tipo          | Definición operacional   |
|--|---------------|--|
| Percepción sobre los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares | Dependiente   | Escala de autorreporte del conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido (TPACK), diseñado por Schmidt <i>et al.</i> (2009).                         |
| Autoeficacia sobre las competencias para integrar TIC en el aula             | Dependiente   | Escala de autoeficacia del modelo de síntesis de evidencia cualitativa (SQD), propuesto por Tondeur <i>et al.</i> (2015).                                  |
| Formación específica en el uso educativo de las TIC                          | Independiente | Formación específica en el uso educativo de las TIC mediante cursos obligatorios o electivos.  |
| Experiencias de integración de las TIC                                       | Independiente | Observación o participación en experiencias con el uso de las TIC durante las clases en los centros de educación secundaria o en las prácticas educativas. |
| Género   | Independiente | Género del estudiante de último año de carrera.  |
| Edad   | Independiente | Grupo de etario al que pertenece el estudiante de último año de carrera.   |
| Campo de formación disciplinar   | Independiente | Programa de titulación en el que está matriculado el estudiante.   |

**Fuente:** elaboración de la autora.

## Selección de instrumentos validados

Las formas de evaluación de las competencias de integración y uso de las TIC en los candidatos a profesores incluyen: medidas de autorreporte, cuestionarios de pregunta abierta, creación de artefactos de tecnología educativa, entrevistas y observaciones en el salón de clase (Scherer *et al.*, 2017b). Los más empleados en la investigación educativa son los instrumentos de autorreporte, con los cuales se informa sobre actitudes, creencias y acciones previstas. Tienen como ventaja que, cuando la información es proporcionada directamente por los sujetos de estudio, los datos recolectados son más precisos que cuando son recopilados por un observador externo (Christensen y Knezek, 2008).

Entre los instrumentos de autorreporte identificados en la revisión de antecedentes, se seleccionaron dos cuestionarios estandarizados y validados, cuya confiabilidad y consistencia interna es

elevada y valoran las competencias digitales en el profesorado en formación. También se consideró que fuesen recientes o que mantuviesen su vigencia en el campo de estudio, la cual fue determinada por la frecuencia de aparición en la literatura especializada. Dichos instrumentos son la escala de autorreporte del conocimiento TPACK, diseñado por Schmidt *et al.* (2009); así como el instrumento de autoeficacia del modelo de síntesis de evidencia cualitativa (SQD), elaborado por Tondeur *et al.* (2015).

La escala de autorreporte de TPACK ha sido ampliamente utilizada a nivel internacional. Sin embargo, en el contexto educativo colombiano, solo se identificó un artículo publicado en revistas indexadas que referencia su aplicación. En este estudio, se recomienda su uso en futuras investigaciones en el país, dadas las altas correlaciones entre las categorías, su alta consistencia interna y confiabilidad (López-Vargas *et al.*, 2017).

Por otra parte, el cuestionario de autoeficacia SQD es más reciente y cuenta con amplios niveles de confiabilidad y consistencia interna. Su selección obedece a que ha sido diseñado para evaluar al profesorado en formación y porque, además, es objeto de diversas investigaciones por parte de sus autores. Entre estas, destacan los estudios sobre su correlación con el instrumento TPACK (Tondeur *et al.*, 2019b).

Finalmente, en vista de que diversas investigaciones confirman correlaciones positivas entre el TPACK y la autoeficacia en la integración de las TIC (Semiz e Ince, 2012; López-Vargas *et al.*, 2017; Tondeur *et al.*, 2017b), estos instrumentos pueden usarse en combinación, con la finalidad de valorar los efectos de la preparación específica en el uso educativo de las tecnologías, las experiencias de integración de las TIC durante la carrera, el género y el campo de formación disciplinar, sobre la competencia digital del profesorado en formación.

## Población y muestra

La población objeto de estudio estuvo constituida por los estudiantes de último año de carrera de los quince programas de titulación

del profesorado que ofrece la UPN. En el primer semestre del 2018, esta población estuvo conformada por 803 estudiantes. A partir de esta población, se seleccionó una muestra significativa de forma aleatoria, con el fin de garantizar su representatividad. De este modo, el subconjunto de individuos seleccionados al azar refleja las características de toda la población de la cual se extrajo, por lo cual es posible generalizar los resultados obtenidos con la muestra a toda la población (López *et al.*, 2015).

El muestreo fue aleatorio estratificado. Se usó como categoría típica diferente el programa de titulación, el cual presenta entre sí gran homogeneidad y asegura que todas las carreras estén representadas de manera correcta en la muestra. La selección de individuos dentro de cada estrato se realizó mediante un muestreo aleatorio simple. Para distribuir la muestra, en función de las titulaciones, se utilizó afijación proporcional, de acuerdo con el tamaño de la población en cada estrato. De esta manera, se determinó el número mínimo de individuos de cada programa que debían conformar la muestra, para mantener los niveles de confianza y generalizar los resultados del estudio a toda la población. Durante la realización del trabajo de campo, se consiguió la participación de 274 estudiantes. La distribución de los participantes por programa se presenta en la tabla 6. Esto quiere decir que el volumen de datos recabado durante el trabajo de campo correspondió a un tamaño muestral significativo que generaliza los resultados obtenidos, con un nivel de confianza elevado y un mínimo porcentaje de error.

## Grupos focales

Se organizaron cinco grupos, uno por cada facultad, en los que participaron estudiantes de los programas adscritos a ellas. Se convocaron a cuatro estudiantes de cada carrera, dos hombres y dos mujeres, mediante invitación directa, seleccionados al azar dentro del grupo de estudiantes que respondió a los instrumentos TPACK y SQD. Esta estrategia garantizó la intervención de estudiantes de todas las titulaciones. A las reuniones convocadas asistieron 44 estudiantes de todas las carreras.

**Tabla 6.** Distribución de estudiantes por programa

| Programa                              | Número de estudiantes* |
|---------------------------------------|------------------------|
| Licenciatura en Artes Escénicas       | 9                      |
| Licenciatura en Artes Visuales        | 9                      |
| Licenciatura en Biología              | 33                     |
| Licenciatura en Ciencias Sociales     | 33                     |
| Licenciatura en Diseño Tecnológico    | 13                     |
| Licenciatura en Educación Comunitaria | 12                     |
| Licenciatura en Educación Especial    | 31                     |
| Licenciatura en Educación Física      | 34                     |
| Licenciatura en Electrónica           | 7                      |
| Licenciatura en Español e Inglés      | 20                     |
| Licenciatura en Filosofía             | 14                     |
| Licenciatura en Física                | 16                     |
| Licenciatura en Matemáticas           | 11                     |
| Licenciatura en Música                | 16                     |
| Licenciatura en Química               | 16                     |
| Total                                 | 274                    |

**Nota:** \* Esta cantidad obedece a los estudiantes que respondieron los instrumentos TPACK Y SQD.

**Fuente:** elaboración de la autora.

Cada grupo se reunió en una única sesión. Se elaboró una guía de preguntas orientadoras para fomentar la participación y precisar cuáles son las tecnologías que usan, quiénes las utilizan y qué usos se les da. Las preguntas fueron de *ejemplificación*, pues pretendían servir como activadoras para realizar una exploración más profunda acerca de los conocimientos TPACK y las capacidades para integrar las TIC en el aula, a partir del diálogo de los estudiantes sobre las experiencias con dichas tecnologías en las clases, en los centros educativos y durante las prácticas.

Al inicio de cada sesión, los participantes recibieron el consentimiento informado, el cual fue diligenciado y firmado por cada uno de ellos. Las reuniones se llevaron a cabo durante los meses de abril y mayo del 2018. Cada sesión tuvo una duración aproximada de 120

minutos. En adición, las sesiones fueron grabadas en audio, que corresponden a un volumen de información de 620 minutos. Las grabaciones se transcribieron textualmente. Las transcripciones fueron examinadas con la técnica del *análisis temático*, un método a través del cual se organizan y analizan los datos, con el propósito de identificar los temas más relevantes y las referencias cruzadas, con el objeto de vincular conceptos, opiniones y hacer comparaciones (Braun y Clarke, 2006). Como resultado, es posible construir interpretaciones sobre el fenómeno en estudio, en este caso, las visiones y perspectivas de los estudiantes sobre las experiencias de integración de las TIC durante su proceso formativo.

## Entrevistas

Para completar la respuesta al objetivo de reconocer las perspectivas de los formadores frente a la preparación de los futuros profesores en competencias digitales, se efectuaron entrevistas semiestructuradas. En su orientación, se elaboró una guía de preguntas y de consideraciones adicionales que precisaron conceptos o más información sobre el tema del estudio. Las preguntas atañen a los tópicos más relevantes, identificados durante la construcción del marco teórico de esta investigación:

- Uso de las TIC a nivel personal.
- Actitudes hacia la tecnología y percepción de su utilidad en la educación.
- Integración de las TIC en la formación del profesorado.
- Experiencias en el uso de las TIC con propósitos educativos.
- Profesionalización en TIC de los formadores.
- Modelos de uso de las TIC o aprendizaje vicario.
- Acceso a la tecnología en la Universidad y en los centros de secundaria.
- Incorporación de las TIC en las prácticas pedagógicas.

Por su parte, las preguntas diseñadas se enfocaron de esta manera:

- *Generales*: planteamientos globales del uso e impacto de las TIC en la educación y la importancia de la preparación de los futuros educadores.
- *Ejemplificación*: ilustración de su uso durante las clases y prácticas pedagógicas.
- *Contraste*: repercusiones de las TIC en los procesos educativos y la infraestructura disponible en la UPN, así como en los centros de secundaria en Colombia.
- *Opinión*: frente al nivel de competencias digitales de los egresados y la forma en que son percibidos como modelos de su uso.
- *Antecedentes*: capacitación y experiencia en su utilización con propósitos educativos.

Para realizar las entrevistas, se contactaron a los coordinadores de carrera y a los profesores que orientan los cursos del componente de formación en TIC en las quince licenciaturas. Se realizaron diecisiete entrevistas con profesores de nueve de programas. Como se mencionó, la información recopilada a partir de las voces de los formadores durante las entrevistas fue examinada mediante la técnica de análisis temático, que facilitó la tipificación de las actitudes y creencias de los formadores frente a las TIC en la educación y al desarrollo de las competencias digitales durante la preparación inicial del profesorado. Asimismo, ayudó a identificar la coherencia entre estos discursos y los usos que dan a las tecnologías durante su trabajo docente y proporcionó el análisis de la relación entre estas acciones y las intencionalidades formativas fijadas por los programas.

## Diseño educativo

Con el objetivo de especificar las oportunidades de las ecologías de aprendizaje a la formación en competencias digitales docentes y de

elaborar un prototipo, se seleccionó el modelo de investigación de diseño educativo, el cual es un tipo de investigación aplicada que se orienta a la solución de problemas educativos prácticos y complejos, que toman la forma de productos, procesos, programas o políticas educativas, mediante un proceso iterativo que proporciona un entorno para la investigación científica, la generación de conocimientos y la mejora de las prácticas educativas (McKenney y Reeves, 2014). Conforme a los objetivos formulados y al alcance previsto en la investigación, se implementaron las dos primeras fases del modelo: exploración informada y representación; por lo tanto, las fases de implementación y evaluación quedan para futuras investigaciones.

La fase de exploración informada está arraigada al proceso de investigación, es decir, a la identificación del problema y a la revisión de literatura. A esta base se suman: el análisis de necesidades del sistema educativo específico para el cual se desarrollará el diseño o innovación y la caracterización de la audiencia que utilizará el diseño propuesto (Bannan-Ritland, 2003). En concordancia con este modelo, gran parte de esta investigación se dedicó a construir la caracterización de la formación en competencias digitales que llevan a cabo los programas de titulación de secundaria de la UPN, incluidas las percepciones y perspectivas de formadores y estudiantes, a través del análisis documental, la aplicación de cuestionarios, entrevistas y grupos focales. Asimismo, resultó crucial la construcción conceptual realizada en los tres primeros capítulos de este libro, que condujeron a alejarse de un diseño curricular tradicional o de un ambiente virtual o mixto. En su lugar, se optó por diseñar una ecología de aprendizaje más acorde con las formas de aprendizaje, competencias y avances de la tecnología educativa en la época contemporánea.

En conclusión, durante la fase de representación, se elaboró la definición de las especificaciones y el diseño del prototipo de la ecología de aprendizaje. Por esto, se formularon los principios de diseño de la ecología y las estrategias específicas para materializar cada principio. Las estrategias definidas en el prototipo de ecología

serán utilizadas con posterioridad, durante la implementación y evaluación de este prototipo —tercera y cuarta fase del modelo de investigación de diseño educativo—. Estas acciones quedan fuera del alcance de esta investigación, pero que se prevén continuar como proyecto de investigación a nivel institucional, con perspectivas hacia su validación y adopción en un contexto y a una audiencia más amplios.

# Análisis y discusión de resultados

**E**ste capítulo expone y discute los resultados del trabajo de campo. Presenta el marco de actuación desde el cual los quince programas de titulación del profesorado de la UPN desarrollan la formación en competencias digitales; expone los resultados de las pruebas de percepción de la autoeficacia para integrar las TIC en el aula y de los conocimientos TPACK; analiza diversas vivencias de integración de las TIC experimentadas por los estudiantes durante la carrera y las apreciaciones de los formadores acerca del impacto de las tecnologías en la educación, la formación inicial en competencias digitales docentes, las condiciones que brinda la UPN respecto a esta preparación, los logros obtenidos y los asuntos pendientes; además del análisis de interrelación de los resultados a partir de la revisión documental, los cuestionarios, los grupos focales y las entrevistas. El capítulo concluye con las reflexiones finales del trabajo de campo y las perspectivas planteadas para el diseño de la ecología de aprendizaje.

## Formación en competencias digitales en la UPN

Para caracterizar las formas en que la UPN asume el desafío de formar un profesorado competente en el uso de las TIC se emprendió, en primer lugar, el análisis de variados documentos institucionales, los cuales fueron codificados a partir de las categorías definidas y que aparecieron durante la lectura de los documentos. Los pormenores de estos hallazgos se discuten en las siguientes secciones.

## Ambientes de formación

Los planes de estudio de los programas de titulación del profesorado en la UPN están organizados en *ambientes de formación*, los cuales se definen como: “ámbitos de encuentro interdisciplinario que permiten caracterizar la identidad, el compromiso, el conocimiento, los saberes, la permanencia y la imagen social del futuro educador” (artículo 8, Acuerdo 035 del 2006). El *Reglamento Académico* establece siete ambientes:

1. Pedagógico y didáctico.
2. Disciplinar específico.
3. Investigativo.
4. Comunicativo.
5. Ético y en valores.
6. Cultural.
7. Cultura cívica y ciudadana.

El análisis de los planes de estudio mostró que solo en nueve de los quince programas se brinda preparación sobre el uso educativo de las TIC. Dicha preparación se ubica en diferentes ambientes de formación (tabla 7).

**Tabla 7.** Ambientes formativos con formación en TIC

| Ambiente de formación  | Programas             |
|------------------------|-----------------------|
| Comunicativo           | Ciencias Sociales     |
|                        | Educación Comunitaria |
|                        | Educación Especial*   |
|                        | Educación Física      |
|                        | Química               |
| Disciplinar específico | Artes Escénicas       |
|                        | Educación Especial*   |
|                        | Matemáticas           |
| Pedagógico y didáctico | Español e inglés      |
|                        | Filosofía             |

**Nota:** \*En este programa, la formación en competencias digitales se desarrolla en el componente comunicativo y en el componente disciplinar específico, a través de una línea de optativas profesionales.

**Fuente:** elaboración de la autora, a partir de los planes de estudio de cada uno de los programas.

La formación en competencias digitales predomina en el ambiente comunicativo, el cual ha cambiado su denominación en algunos programas por el de *ambiente de formación en comunicación e informática*, con el fin de enfatizar la presencia de la formación en tecnología. Se incluyen las actividades académicas para el manejo del español, de una segunda lengua y de las TIC, en concordancia con el interés por promover una actitud sensible y crítica ante la multiplicidad de fuentes de información universal (Acuerdo 035 del 2006). En este abordaje, las tecnologías cumplen la labor de mediación comunicativa entre el profesorado y los estudiantes, como un componente más del entorno comunicacional. Sin embargo, en comparación con el número de cursos dedicados a la preparación en competencias comunicativas en español o lengua extranjera, los espacios destinados a las competencias digitales ocupan un discreto lugar en la mayoría de los planes de estudio.

Este enfoque, asumido por un número significativo de programas, refleja que en ellos las TIC ocupan el mismo lugar en el que se ubicaron con su arribo al mundo educativo, al abrigo de los discursos sobre medios y mediaciones, dominante en la década de los noventa del pasado siglo. Esta perspectiva dificulta el reconocimiento de las múltiples posibilidades educativas surgidas tras la aparición de la Web 2.0 y reforzadas por los actuales ecosistemas digitales, que proveen facilidades de flexibilización, apertura, acceso, personalización, articulación con el mundo real, entre muchas opciones que quedan al margen de la formación docente bajo el enfoque comunicativo.

Con menor frecuencia, la formación en TIC se sitúa en el ambiente disciplinar específico, en conexión con los temas y problemas de cada campo de saber. En este caso, las competencias digitales se adquieren en asociación con las formas de pensamiento y producción de conocimiento de las disciplinas. Se reconoce su naturaleza de recurso intrínseco en las actividades tecnocientíficas, de arte digital y otras formas *hipertecnologizadas* de investigación, desarrollo e innovación características de la época contemporánea. Sin embargo, son pocos los programas que asumen este enfoque en la preparación docente y, en la mayoría de los casos, el saber tecnológico se sigue disociando

del disciplinar, cuando se desconoce la imbricación profunda de la tecnología con todas las áreas de conocimiento.

Por último, es aún menos usual que la formación en competencias digitales se desarrolle como parte del ambiente pedagógico y didáctico, en el que estos saberes se articulan con los conocimientos disciplinares y tecnológicos en las planeaciones y diseños educativos. Este enfoque favorece el aprovechamiento de las potencialidades de las tecnologías, en la implementación de estrategias de mejora del logro académico, y contribuye a la solución de problemas de aprendizaje, al tiempo que prepara a los educadores para afrontar las reconfiguraciones y disrupciones de los escenarios educativos, como consecuencia de la convergencia tecnológica. Sin embargo, que este sea el enfoque menos frecuente plantea grandes interrogantes frente a la comprensión y apropiación que los formadores logran sobre la versatilidad, utilidad, oportunidades y riesgos derivados de la masiva integración de las TIC en los espacios educativos.

## Cursos de formación en TIC

El análisis de los planes curriculares reveló que el estudio de las TIC y sus aplicaciones en la educación es objeto de diferentes tipos de cursos:

1. *Obligatorios*: como parte de uno o varios de los ambientes de formación.
2. *Optativos profesionales*: propios del ambiente de formación disciplinar y de su estrategia de flexibilización, por lo que pueden ser seleccionados o no por los estudiantes.
3. *Electivos*: cursados a libre elección por los estudiantes, conforme a sus intereses, motivaciones y necesidades.

Todos estos cursos se ubican dentro de los planes de estudio en diferentes momentos. Unos en el ciclo de fundamentación, durante el cual se desarrolla la apropiación de los principios y cimientos pedagógicos, didácticos, políticos, científicos, éticos y estéticos de la profesión docente. Otros a lo largo del ciclo de profundización, que comprende las actividades de producción de conocimiento

pedagógico, educativo, disciplinar y la sistematización de experiencias de enseñanza y aprendizaje. La tabla 8 muestra una síntesis de los cursos de formación en TIC y el ciclo en el que se imparten, según los planes de estudio vigentes.

**Tabla 8.** Cursos de formación en TIC en los programas de titulación del profesorado en la UPN

| Programa   | Nombre del curso  | Ciclo          | Semestre |
|--|---|----------------|----------|
| Artes Escénicas  | Arte y tecnologías contemporáneas   | Profundización | IX       |
| Ciencias Sociales                                      | Estadística e informática aplicada a las ciencias sociales  | Fundamentación | II       |
| Educación Comunitaria                                  | Mediaciones comunicativas I   | Fundamentación | I        |
|  | Mediaciones comunicativas II  |                | II       |
| Educación Especial                                     | Mediaciones comunicativas I   | Fundamentación | I        |
|  | Mediaciones comunicativas II  |                | II       |
|  | Diferencias, diseño de ambientes y comunicación*  | Profundización | VI       |
|  | Diseño de ambientes virtuales de aprendizaje para la innovación social y educativa*   |                | VII      |
| Mediaciones y capacidades digitales para la educación* | VIII  |                |          |
| Educación Física                                       | Lenguajes de la informática y el uso de las NTIC en la educación Nivel I  | Profundización | VIII     |
|  | Lenguajes de la informática y el uso de las NTIC en la educación Nivel II   | Profundización | IX       |
|  | El lenguaje de la informática y el uso en general de TIC en la educación como contribución al desarrollo del pensamiento complejo | Profundización | X        |
| Español e Inglés                                       | Recursos didácticos apoyados en TIC   | Profundización | IX       |
| Filosofía  | Herramientas computacionales para la gestión de la información  | Fundamentación | IV       |
|  | Entornos virtuales y audiovisuales para la enseñanza de la filosofía  | Profundización | VII      |
| Matemáticas  | Tecnología y mediación tecnológica en el aula de Matemáticas  | Fundamentación | IV       |
| Química  | Informática Educativa I   | Fundamentación | III      |
|  | Informática Educativa II  | Fundamentación | IV       |

**Nota:** \* Cursos optativos profesionales del programa.

**Fuente:** elaboración de la autora, a partir de los planes de estudio y documentos de renovación del registro calificado.

El análisis detallado muestra la relación del ciclo de formación en el que se ubican estos cursos y los ambientes de formación a los que se vinculan. Es común que los programas que asocian la formación en TIC con el ambiente comunicativo ofrezcan esta preparación en el *nivel de fundamentación*. En otros casos, se imparten también cursos en este mismo nivel relacionados con las mediaciones comunicativas y la gestión de la información, para pasar a sus aplicaciones en el *nivel de profundización*. Para finalizar, en los programas que sitúan la formación en TIC dentro de los ambientes disciplinar específico y pedagógico-didáctico, esta preparación suele desarrollarse en el nivel de profundización, en consonancia con el propósito de aplicar la tecnología al mejoramiento del aprendizaje y a la construcción de conocimientos específicos en cada área.

Por otro lado, se encontraron tres programas en los que las acciones formativas en el área de las TIC no se orientan a su integración en la educación; en su lugar, se imparten cursos de programación de computadores como parte del componente de la formación disciplinar. Este es el caso de los programas de Física, en el que dicha preparación se realiza en el nivel de fundamentación, así como de Diseño Tecnológico y Electrónica, en los cuales se imparte en el nivel de profundización. En el programa de Matemáticas, se ofrecen cursos de programación en el nivel de fundamentación, como complemento de la formación específica en TIC para la educación (tabla 9). Estos espacios académicos posibilitan un amplio dominio en lenguajes de programación y, con ellos, el diseño e implementación de aplicaciones y programas para apoyar la labor docente.

**Tabla 9.** Cursos de formación en programación de computadores en los programas de titulación del profesorado en la UPN

| Programa           | Nombre del curso                     | Ciclo          | Semestre |
|--------------------|--------------------------------------|----------------|----------|
| Diseño Tecnológico | Informática I                        | Profundización | VI       |
|                    | Informática II                       |                | VII      |
|                    | Informática III                      |                | VIII     |
| Electrónica        | Informática I                        | Profundización | VI       |
|                    | Informática II                       |                | VII      |
|                    | Informática III                      |                | VIII     |
| Física             | Programación de computadores I       | Fundamentación | VI       |
|                    | Programación de computadores II      |                | V        |
|                    | Métodos computacionales de la física |                | VI       |
| Matemáticas        | Fundamentos de programación          | Fundamentación | II       |
|                    | Programación en Matemáticas          |                | IV       |

**Fuente:** elaboración de la autora, a partir de los planes de estudio y documentos de renovación de registro calificado.

Por último, como se mencionó, los estudiantes de todos los programas tienen la opción de cursar las asignaturas electivas sobre TIC, que son ofertadas por la Facultad de Ciencia y Tecnología. En los últimos diez años, han estado disponibles, sin mayores modificaciones, los siguientes espacios académicos:

- Ambientes virtuales de aprendizaje.
- Tecnologías de la información y la comunicación.
- Diseño y creación de ambientes *e-learning*.

Sin embargo, llama la atención que los programas ofrecidos por estos cursos electivos no cuentan entre su oferta con ningún curso virtual, ni en modalidad *b-learning*. En adición, durante el último año, se sumaron los cursos de producción audiovisual educativa, robótica educativa y diseño de videojuegos educativos. Los propósitos de formación general de todos estos cursos se sintetizan en la tabla 10.

**Tabla 10.** Cursos electivos de formación en TIC con propósitos educativos

| Curso electivo                                  | Propósito  |
|---|--|
| Tecnologías de la Información y la Comunicación | Integrar aplicaciones y páginas de interés en la enseñanza.<br>Crear cursos virtuales en Moodle.<br>Crear y utilizar servicios de la Web 2.0 ( <i>wikis</i> , foros, chats, blogs, redes sociales, etc.) como escenarios de aprendizaje.   |
| Diseño y Creación de Ambiente <i>E-Learning</i> | Reconocer las características de los ambientes <i>e-learning</i> .<br>Aprender a definir los requerimientos pedagógicos y tecnológicos de un proceso de formación en línea.<br>Diseñar una propuesta pedagógica y tecnológica y construir un ambiente <i>e-learning</i> .                    |
| Producción Audiovisual Educativa                | Producir registros audiovisuales, documentales e informativos para enriquecer su apreciación estética.<br>Comprender el funcionamiento del audiovisual respecto a la audiencia a la que va dirigido.   |
| Robótica Educativa                              | Acercar a los estudiantes a la robótica como estrategia de enseñanza-aprendizaje de todas las áreas del conocimiento.<br>Diseñar y construir prototipos de robots educativos para implementar nuevas e innovadoras estrategias en el aula de clases.   |
| Diseño de Videojuegos Educativos                | Formar en los conceptos, herramientas y métodos matemáticos necesarios para diseñar videojuegos.<br>Diseñar y programar ambientes virtuales tridimensionales.<br>El curso incluye la experiencia práctica de desarrollar un proyecto de videojuego para ser usado como estrategia didáctica. |

**Fuente:** elaboración de la autora, a partir de los planes de estudio y documentos de renovación de registro calificado.

Si bien en algunos de ellos se abordan temas actuales sobre la incorporación de tecnologías en la educación secundaria, algunos orbitan alrededor de temáticas de las primeras generaciones del *e-learning*, centradas en la digitalización de contenidos y construcción de aulas virtuales, sin abordar asuntos de vanguardia: las tecnologías analíticas, los laboratorios de fabricación digital, la realidad virtual, el internet de las cosas y sus implicaciones en la construcción de experiencias de aprendizaje auténtico, colaborativo. Tampoco se abordan temas primordiales, como el análisis de experiencias

disruptivas a través de escenarios que flexibilizan y transforman la experiencia educativa.

El número de cupos disponibles en estos cursos es limitado y, debido a su naturaleza opcional, sus propósitos no logran articularse con los núcleos de formación de todos los programas. Razón por la cual un porcentaje importante del profesorado en formación no logra acceder a estos espacios de desarrollo de sus competencias digitales, al dejar en ellos vacíos en conocimientos esenciales para desempeñar su labor en el mundo educativo contemporáneo.

## Competencias digitales docentes

El análisis documental realizado en torno a la categoría de competencias digitales y a las subcategorías que definen cada una de las competencias centrales en las que debe prepararse al profesorado indica una asociación con diversos conceptos. Las competencias digitales se vinculan con las competencias hacia el trabajo colaborativo y cooperativo, las habilidades informáticas, las capacidades de manejo de ambientes virtuales, el uso de repositorios y bases de datos académicas y de investigación, las competencias tecnológicas —en los programas de Diseño Tecnológico y Electrónica—, además de las competencias para usar las TIC. A la vez, este concepto guarda relación con las descripciones de competencias genéricas y transversales que debe alcanzar el profesorado en formación. A partir de este análisis, se determinaron las competencias digitales que se propone desarrollar cada programa, así como las fortalezas y debilidades de la formación que se imparte. Estas competencias se catalogaron de acuerdo con la clasificación de *competencias digitales docentes*, propuesta en el segundo capítulo de esta investigación. El producto de esta categorización se sintetiza en la tabla 11.

**Tabla 11.** Competencias desarrolladas a través de los cursos de formación en TIC

| Categorías de competencias | Información, interacción y creación de contenidos |                             |                               |                                  | Creación de experiencias de aprendizaje innovadoras |                                      |  |   | Formación de ciudadanía digital      |                     |                         | Gestión educativa |                           | Autoformación                                  |
|----------------------------|---|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---|--------------------------------------|--|---|--------------------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|---------------------------|--|
|                            | Alfabetización informacional                      | Comunicación y colaboración | Creación de contenido digital | Resolución de problemas técnicos | Articulación TIC/currículo                          | Solución de problemas del mundo real | Aprendizaje y construcción de conocimiento | Diseño de actividades y entornos auténticos | Evaluación y análisis de información | Políticas sobre TIC | Formación de ciudadanía | Seguridad         | Accesibilidad e inclusión |  |
| Competencias TIC/ programa |   |                             |                               |                                  |   |                                      |  |   |                                      |                     |                         |                   |                           | Aprendizaje permanente y formación profesional |
| Artes Escénicas            |   |                             | x                             |                                  |   |                                      |  |   |                                      |                     |                         |                   |                           |  |
| Ciencias Sociales          | x   |                             |                               |                                  |   |                                      |  |   |                                      |                     |                         |                   |                           |  |
| Educación Comunitaria      | x   | x                           | x                             |                                  |   |                                      |  |   |                                      |                     |                         |                   |                           |  |
| Educación Especial         | x   | x                           | x                             |                                  |   | x                                    |  |   |                                      |                     |                         | x                 |                           |  |
| Educación Física           |   |                             |                               |                                  |   |                                      |  |   |                                      |                     |                         |                   |                           |  |
| Español e Inglés           |   |                             | x                             |                                  |   |                                      |  |   |                                      |                     |                         |                   |                           |  |
| Filosofía                  | x   |                             | x                             |                                  |   | x                                    |  |   |                                      |                     |                         |                   |                           |  |
| Matemáticas                | x   | x                           |                               |                                  | x   | x                                    |  |   |                                      |                     |                         |                   |                           |  |
| Química                    |   |                             | x                             |                                  |   | x                                    |  |   |                                      |                     |                         |                   |                           |  |
| Cursos electivos           | x   | x                           | x                             |                                  |   |                                      |  |   |                                      |                     |                         |                   |                           |  |

**Fuente:** elaboración de la autora, a partir de los planes de estudio y documentos de renovación de registro calificado.

Las acciones formativas en el área de TIC están dirigidas hacia las competencias de búsqueda, adaptación y creación de contenidos digitales educativos, con el propósito de facilitar el desarrollo del

currículo.<sup>1</sup> En la licenciatura en Español e Inglés, se capacita en la producción de materiales didácticos impresos, audiovisuales e informáticos. Otros cursos preparan en niveles más avanzados, mientras brindan conocimientos y habilidades para el diseño y construcción de *software* educativo con el uso de lenguajes de programación básicos o *software* de autor. Esta preparación se brinda, en esencia, como resultado del interés y capacidad de los formadores que orientan estos cursos. Por ejemplo, en el programa de Química, se promueven capacidades respecto al diseño y construcción de aplicaciones y animaciones; en la licenciatura en Matemáticas, se fomenta la creación de ambientes virtuales de aprendizaje para conjeturar, argumentar, explorar, generalizar, justificar, inducir, comunicar, entre otros aspectos del aprendizaje matemático.

Estas competencias constituyen el área más fuerte en la formación digital del profesorado, con lo cual sus egresados destacan por sus fortalezas para crear y difundir contenidos digitales. No obstante, esta condición representa un relevante punto de análisis, pues contraviene el recorrido discursivo sobre la flexibilidad, la pertinencia, el contexto y la problemática que se expresa en los documentos de los programas, debido a que el contenido vuelve a ser el centro del acto pedagógico, de la didáctica y de la evaluación.

Una segunda fortaleza se encontró en el énfasis hacia la alfabetización informacional que se brinda en múltiples programas, entre ellos, Educación Comunitaria y Educación Especial, cuyos cursos fomentan el desarrollo de competencias básicas para el manejo de las TIC. Por su parte, en la licenciatura en Matemáticas, se promueven competencias de alfabetización tecnológica: reconocer la información como un bien público y accesible, identificar fuentes de información, recogerla y analizarla de forma crítica y

---

1 Los documentos consultados al respecto corresponden a los informes y las renovaciones de registro calificado, que fueron preparados por cada uno de los programas de las licenciaturas mencionadas en este apartado. Su consulta es interna.

sistemática, transformarla y usar herramientas tecnológicas para consignarla y organizarla. En el programa de Ciencias Sociales, se incentiva la utilización de contenidos con sentido crítico, así como habilidades de búsqueda y selección de fuentes de información.

Esta preparación en tareas básicas de búsqueda, filtrado, selección, evaluación y referenciación de fuentes y contenidos forma parte de las alfabetizaciones primordiales con las que debe contar el profesorado. No obstante, el avance tecnológico y su vinculación a las áreas de conocimiento hace indispensable ir más allá, hacia la apropiación y desarrollo de conocimientos tecnológicos profundos, en estrecha articulación con los saberes disciplinares y pedagógicos.

Con menor prominencia, la formación se orienta hacia la preparación en el uso de tecnologías para la comunicación y la colaboración, como ocurre en los programas de Educación Comunitaria y Educación Especial, que se enfocan en las mediaciones comunicativas, y en el de Matemáticas, en el que se suscita la conformación de comunidades de aula en las que las TIC median la construcción de conocimiento.

Por último, se alienta el aprovechamiento del potencial pedagógico de las tecnologías para el aprendizaje, aunque en un nivel bastante incipiente. Bajo este enfoque, los estudiantes de Química aprenden acerca de entornos virtuales, entornos personales de aprendizaje, objetos virtuales y estrategias didácticas mediante las aplicaciones web CmapTools, Prezi, Procedem y Excel. Los estudiantes de Matemáticas aprenden a utilizar *software* especializado y aplicaciones que facilitan el análisis matemático y estadístico, la construcción de representaciones gráficas, la interpretación de teoremas, cálculos y programación. En el programa de Educación Especial, se profundiza en la comprensión, diseño e implementación de ambientes de comunicación, entornos virtuales de aprendizaje, mediaciones y capacidades digitales para la educación. En la licenciatura en Filosofía, se capacita para el ejercicio de la docencia en distintas modalidades, especialmente mediante el manejo de medios y recursos tecnológicos contemporáneos.

Sin embargo, aún no se ahonda en aspectos pilares como la multimodalidad en las representaciones, que garantiza la selección de los formatos más adecuados para la comprensión y construcción de conocimiento. También faltan esfuerzos para lograr la articulación de la tecnología con los saberes disciplinares, en consonancia con las condiciones actuales de producción de conocimiento en todas las áreas. Estas deficiencias limitan las oportunidades de integración con estrategias pedagógicas que conduzcan a la mejora de la calidad de los aprendizajes.

Este balance señala que, en los programas de titulación del profesorado en la UPN, no se brinda formación en un número significativo de las competencias previstas por los *marcos y estándares* de formación inicial en competencias TIC para profesores (Unesco, 2011b; MEN, 2013; INTEF, 2022; ISTE, 2024), entre ellas, aquellas que conducen al aprovechamiento de su potencial pedagógico en la solución de problemas del mundo real, el diseño de actividades y entornos de aprendizaje auténticos, así como su uso en la evaluación y análisis de los aprendizajes.

Quedan también excluidas las competencias orientadas a la ciudadanía digital, la administración de la identidad y huella digital, las políticas educativas en materia de TIC, el uso seguro de internet, el aprovechamiento de las TIC para organizar y administrar el aula, el aprendizaje permanente y la formación profesional. Condiciones que suponen un rezago significativo en el dominio de las tecnologías para apoyar procesos de aprendizaje y construcción de conocimiento, el desarrollo de competencias para el siglo XXI y su aprovechamiento en beneficio de las comunidades.

Estos vacíos restringen el avance de los conocimientos TPACK y de la autoeficacia para utilizar las tecnologías con propiedad e integrarlas en el diseño de estrategias pedagógicas efectivas, que impulsen la superación de las deficientes condiciones de calidad en el sistema educativo colombiano. Además, son insuficientes para que el profesorado encare las condiciones tecnológicas que definen la interrelación, el aprendizaje y la producción de conocimiento en el mundo contemporáneo. Por lo tanto, completar y fortalecer la

preparación del profesorado mediante las *competencias digitales* es una tarea esencial aún por realizar.

## TIC en la práctica educativa

La práctica educativa es un componente clave en la formación de los educadores; en ella, se integran múltiples experiencias y espacios de formación, a través de los cuales se apropian y articulan los saberes de la profesión docente. Entre los propósitos de las prácticas, se mencionan: analizar e interpretar los contextos educativos, reconocer y comprender sus problemáticas, articular los saberes disciplinares con la investigación y la pedagogía, así como promover la reflexión permanente sobre el ser educador (artículo 11, Acuerdo 010 del 2018). Las prácticas se ejecutan en variados escenarios, tanto rurales como urbanos; en ambientes escolarizados, pertenecientes a los diferentes niveles del sistema educativo nacional; o entornos no escolarizados, de carácter comunitario, cultural, artístico, deportivo o de gestión, de acuerdo con la especificidad de cada programa (artículo 13).

El *Estatuto Académico de la Universidad Pedagógica Nacional* (Acuerdo 010 del 2018) establece diferentes modalidades para realizar las prácticas educativas; en específico, con relación a la formación en competencias digitales, en el 2004, se declararon y, en la última actualización del 2018 (aún vigente), se ratificaron dos modalidades:

1. *Educación a distancia, virtual o mixta*: en contextos particulares a partir de la apropiación, uso y producción de mediaciones pedagógicas y didácticas, propias de estas modalidades y con el aprovechamiento de las TIC.
2. *Innovaciones pedagógicas y didácticas*: para crear espacios innovadores y redes académicas, que se relacionan con modelos pedagógicos, tecnologías, producción de materiales y generación de conocimiento.

Se pretende involucrar al profesorado en formación en diversos escenarios educativos habilitados por las tecnologías, así como en la innovación y mejoramiento de su trabajo por esta misma vía, con un énfasis fundamental: las labores de diseño, producción y creación de recursos y ambientes de aprendizaje enriquecidos por las TIC. Así, la política institucional proyecta un horizonte amplio para la puesta en práctica de conocimientos tecnológicos, en asociación con saberes pedagógicos y disciplinares, en aras de ofrecer una preparación en consonancia con las tendencias de cambio educativo experimentadas en Colombia desde comienzos del presente siglo, como consecuencia de la masificación del acceso a internet y de la oferta educativa en las modalidades *e-learning* y *b-learning*.

No obstante, el hecho de que estas modalidades de práctica se hayan ratificado, sin ningún cambio ni adición, en la última reglamentación académica, deja entrever lo poco que han permeado a nivel de los hacedores de las micropolíticas institucionales las actualizaciones de los estándares internacionales, la política nacional de formación en competencias digitales docentes, los avances de la investigación y las continuas transformaciones que experimentan los escenarios educativos y las formas de producción de conocimiento como consecuencia del avance tecnológico. Aunque también refleja que dichas modalidades aún no se han incorporado al repertorio de prácticas educativas, como secuela de las deficiencias del proceso de formación del profesorado y de las limitaciones para acceder a la tecnología en los centros de secundaria. Esto se indica en los documentos de registro calificado, en los cuales se encontraron referencias a estas modalidades de práctica únicamente en los programas de Filosofía, Matemáticas y Química.

Las acciones emprendidas en torno a estas modalidades de práctica, materializadas en experiencias, contribuyen al fortalecimiento de algunas de las competencias digitales docentes fundamentales: la creación de contenido digital, la alfabetización informacional, la comunicación y la colaboración, la articulación de las TIC con el currículo y su utilización para crear dinámicas

de aprendizaje efectivas. Sin embargo, quedan por fuera de su alcance las competencias ligadas con la creación de experiencias de aprendizaje innovadoras, la formación de ciudadanía digital, el uso intensivo de tecnología en la gestión educativa y la autoformación del profesorado.

Por consiguiente, se hace necesario contrastar las referencias encontradas sobre estas formas de práctica educativa con los relatos de los estudiantes de último año de carrera, con el fin de obtener un panorama más completo de la incorporación de las TIC durante las prácticas llevadas a cabo en las instituciones de secundaria. Este análisis se presentará más adelante, en el apartado titulado “Experiencias con las TIC durante el proceso de formación”.

## TIC en la investigación

Las actividades de investigación en la UPN fundamentan la formación profesional de los educadores. A través de ellas, se construye conocimiento tanto en las ciencias de la educación y la pedagogía como en el arte, las humanidades, la ciencia y la tecnología. La investigación se ejecuta con líneas de investigación, a las cuales se adscriben los grupos y semilleros de cada programa (Acuerdo 035 del 2006).

Entre los lineamientos de investigación del *Proyecto Educativo Institucional*, se afirma que es “relevante emprender investigaciones relacionadas con la aplicación de tecnologías de la información y la comunicación a los procesos educativos” (UPN, 2010, p. 18). En este marco, se halló que, en los programas de pregrado, solo tres grupos de investigación desarrollan líneas en torno a las TIC (tabla 12). Ahora bien, dos de estos grupos han diseñado, durante los últimos años, tres proyectos asociados al uso de estas tecnologías (tabla 13).

**Tabla 12.** Grupos y líneas de investigación en TIC

| Programa              | Grupo de investigación                | Línea de investigación                                | Descripción  |
|-----------------------|---------------------------------------|---|--|
| Matemáticas           | Didáctica de la Matemática            | Tecnología y educación matemática                     | Indaga sobre la mediación de la tecnología computacional en la conceptualización, conjetura, argumentación en matemáticas durante la formación de niños, jóvenes, además de docentes en formación y en servicio, para proponer marcos teóricos y metodologías que orienten el desarrollo curricular y alimenten los debates sobre el uso de la tecnología. |
| Filosofía             | Filosofía y Enseñanza de la Filosofía | Filosofía de la educación y enseñanza de la filosofía | Reúne los proyectos de investigación que conceptúan filosóficamente los saberes, prácticas educativas y hechos pedagógicos, así como aquellos que analizan y crean entornos virtuales de aprendizaje de la filosofía, acordes con la nueva situación mundial de nuevas tecnologías y ambientes de aprendizaje.   |
| Educación Comunitaria | Arte Comunicación y Cultura           | Arte, comunicación y cultura                          | La creciente importancia del uso de las TIC en el nucleamiento colectivo y su carácter performativo y estético implica la investigación educativa, puesto que aportan a la creación de comunidades virtuales y estéticas, así como a la educación en/para los derechos humanos.  |

**Fuente:** elaboración de la autora, a partir de los planes de estudio y documentos de renovación de registro calificado.

**Tabla 13.** Proyectos de investigación sobre TIC

| Programa    | Proyecto  | Año de realización |
|-------------|---|--------------------|
| Filosofía   | Herramientas computacionales para la enseñanza de la lógica.  | 2009               |
|             | Escritura, filosofía y vida.<br>Blog: <a href="http://escriturayfilosofia.blogspot.com.co/">http://escriturayfilosofia.blogspot.com.co/</a> | 2016               |
| Matemáticas | Estudio del papel de los escenarios y ambientes de aprendizaje de las matemáticas en los procesos de inclusión en las clases.               | 2013               |

**Fuente:** elaboración de la autora, a partir de los planes de estudio y documentos de renovación de registro calificado.

En la UPN, hay dos grupos de investigación que trabajan proyectos sobre las TIC en educación: el grupo Cognitek, del Departamento de Tecnología, y el grupo Estilos Cognitivos, de la Facultad de Educación. Sin embargo, su actuación se concentra en los niveles de maestría y doctorado con poca influencia en los programas de licenciatura. Este hecho habla de una de las problemáticas del sistema educativo colombiano, a saber, la escasa articulación entre sus diferentes niveles e instituciones. Esta condición resulta crítica entre las instituciones formadoras del profesorado y los centros educativos, puesto que de su acción concertada dependen, en gran medida, los avances y retrocesos del sistema educativo, entre estos los relacionados con la apropiación de las tecnologías.

## Discusión de los hallazgos

El análisis pormenorizado de los documentos de política educativa, la reglamentación académica, los informes de registro calificado y las descripciones de los cursos impartidos por los quince programas reveló un estado de desarrollo heterogéneo en torno a la formación en competencias digitales, con diferentes niveles de avance o su inexistencia en ciertos programas. Esto ocurre pese a que, desde hace más de dos décadas, las directrices del MEN, así como el *Reglamento Académico* de la UPN (Acuerdo 035 del 2006), prevén que la apropiación e incorporación de las TIC, con criterio pedagógico, formen parte de los ámbitos de formación inicial del profesorado.

Este hecho, aunado a las exiguas alusiones a las competencias digitales encontradas en los documentos, hace patente el poco valor que otorgan directivos y equipos de autoevaluación a este ámbito de formación, como reflejo de la incipiente apropiación entre la comunidad formadora de educadores. Este vacío en el derrotero institucional tiene múltiples implicaciones. La más sustancial es, quizás, la ausencia de visiones prospectivas que den lugar a la formulación e implementación de planes de formación que aborden los desafíos de la educación contemporánea. Condiciones que

derivan, además, en una precaria presencia de las TIC en las áreas de actuación misional de la UPN —docencia, investigación y proyección social—, pese a las intenciones de integración expresadas en los documentos analizados.

En el ámbito de la docencia, seis programas no ofrecen formación en el uso de las TIC con propósitos educativos. Aunque en tres de ellos, Diseño Tecnológico, Electrónica y Física, se ha promovido el aprendizaje de la programación de computadores, desde el ámbito de formación disciplinar, sin abordar las especificidades de su articulación con modelos pedagógicos y contenidos de sus áreas de experticia. A pesar de este vacío, no se descarta que la promoción del dominio de los lenguajes de programación se convierta en una ventaja para aproximarse, por caminos diferentes, al uso de TIC en la educación y a su aprovechamiento en el trabajo docente. Si bien se ofrecen cursos electivos sobre TIC, que pueden ser cursados por estudiantes de todas las titulaciones, los cupos son limitados y los contenidos no se articulan con los núcleos problemáticos de los programas. En consecuencia, la formación en el uso pedagógico de las tecnologías adquiere un carácter accesorio o prescindible.

En los restantes nueve, los planes de estudio incluyen asignaturas orientadas a la formación en competencias digitales docentes. En ellos, la mayoría ubica esta preparación en el ambiente de formación comunicativo, en la misma línea que los cursos de Español y Segunda Lengua, que develan una frágil articulación con la formación pedagógica, didáctica y disciplinar. Existen otros programas que enlazan el desarrollo de las competencias digitales con la formación disciplinar, entre los que destacan, por causa de sus avances, las licenciaturas de Matemáticas y Educación Especial. En la primera, se han realizado ingentes esfuerzos por incrementar el número de cursos dedicados a esta preparación, mientras que en la segunda se ha creado una línea de optativas profesionales orientada al diseño de ambientes virtuales, mediaciones y capacidades digitales respecto a la innovación educativa. En adición, algunos miembros de su cuerpo profesoral despliegan actividades investigativas y reflexivas que se acercan a las formas contemporáneas de producción de

saber, a partir de la comprensión de las transformaciones generadas por la integración de la tecnología en el quehacer disciplinar.

Uno de los aportes más significativos se halló en el trabajo del grupo de profesores de Geometría, de la licenciatura en Matemáticas, quienes, a través de la investigación sobre los efectos de las tecnologías en los aprendizajes y la integración de sus hallazgos en el diseño de los planes de estudio y en el trabajo en las aulas, demuestran que este es un camino óptimo para desarrollar competencias digitales en el profesorado. Sin embargo, está lejos de ser una práctica corriente. Cuenta de ello es la clase de contenidos y metodología empleados en los cursos dedicados a la formación en TIC que, en varios casos, contravienen los hallazgos de las investigaciones, al concentrarse en el uso de aplicaciones específicas, con escasa reflexión sobre su impacto y aprovechamiento en las actividades docentes, además de las limitadas oportunidades de trabajo directo con las tecnologías en las planeaciones y diseños educativos.

Por otra parte, el análisis de los *syllabus* indica que las acciones formativas se dirigen hacia el desarrollo de una porción de las competencias definidas por los marcos y estándares internacionales mencionados (Unesco, 2011b; MEN, 2013; INTEF, 2022; ISTE, 2024): la creación de contenido digital, la alfabetización informacional, el uso de las TIC para promover el aprendizaje eficiente y la comunicación y colaboración. De manera que otros temas básicos no se han integrado a las competencias promovidas por estos espacios formativos: el uso de las TIC en la resolución de problemas, la construcción de conocimiento, el diseño de actividades y entornos auténticos. Tampoco se incluye la formación de ciudadanía y la seguridad digital, ni el uso de las TIC en el aprendizaje permanente, actualización y desarrollo profesional. Todo esto genera un atraso no solo frente a los estándares internacionales, sino —y es lo más preocupante— a las capacidades indispensables para desempeñarse en el siglo XXI (The P21 Partnership for 21<sup>st</sup> Century Learning, 2015; World Economic Forum, 2015). Este vacío en la preparación del profesorado representa, además, un retroceso en el sistema

educativo nacional, si se tiene en cuenta que los docentes son los principales promotores de estas habilidades entre niños y jóvenes.

En el ámbito de las prácticas educativas, la UPN prevé diversas modalidades, entre las que se incluyen la educación virtual y las innovaciones didácticas y pedagógicas con las TIC. Sin embargo, solo se detectaron alusiones a estos modos de práctica en los documentos de los programas de Filosofía, Matemáticas y Química, en los que se señala que los estudiantes participan en actividades de uso y creación de entornos virtuales y audiovisuales de aprendizaje, diseño y desarrollo de ambientes de aprendizaje multimedia, diseño de actividades de enseñanza, mediante el uso de tecnología y observación de aula mediados por tecnología. En los demás, prevalecen las referencias a modalidades de práctica más convencionales, como la docencia presencial, la gestión educativa y educación en escenarios comunitarios.

En materia de investigación, las licenciaturas de Matemáticas, Filosofía y Educación Comunitaria reportan líneas y proyectos de investigación con las TIC. En los departamentos de Tecnología y Educación, si bien existen grupos de investigación que trabajan sobre este tema, su adscripción a los programas de maestría y doctorado limita su impacto en los programas de formación inicial del profesorado; razón por la cual los documentos no reportan con claridad su incidencia en las licenciaturas. Además, son pocos los proyectos de extensión universitaria que involucran el área de las TIC, los cuales dejan un vacío considerable en el contexto local, en materia de su apropiación para la construcción social de conocimiento y la solución de problemas en las comunidades sobre las que tiene incidencia.

Este balance ratifica que el desarrollo de las competencias digitales, durante la formación inicial del profesorado, sigue siendo un campo por atender en la UPN y sobre el cual es indispensable avanzar en consonancia con las políticas ministeriales, los estándares internacionales de competencias digitales docentes y los contextos educativos del siglo XXI. De ahí la importancia de actualizar este componente desde perspectivas más cercanas a las

dinámicas de aprendizaje emergentes. En esta vía, los enfoques de ecologías de aprendizaje y su *potencialidad* se avizoran como un escenario promisorio para actualizar ágilmente la formación que se imparte o emprenderla en aquellos programas en los que aún no se oferta, al provechar los potenciales de flexibilización y apertura de las tecnologías con las que cuenta la UPN.

## Percepciones de autoeficacia y conocimientos TPACK

Esta sección presenta los resultados de las percepciones de los estudiantes de último año de carrera sobre su autoeficacia para integrar las TIC en el aula y sus conocimientos TPACK. En primer lugar, se describe la muestra de estudiantes que participó en el estudio. En segundo lugar, se expone el análisis de confiabilidad de los instrumentos TPACK y SQD empleados en esta investigación. En tercer lugar, se detallan las percepciones obtenidas en cada una de las categorías del modelo TPACK y en los factores de autoeficacia, junto a sus vínculos con factores como la formación en TIC, las experiencias con dichas tecnologías, el campo de formación disciplinar, la edad y el género. El apartado concluye con la discusión de los hallazgos estadísticos y su interpretación, a la luz de las condiciones en las que se desarrolla la formación en competencias digitales en los programas estudiados.

### Información demográfica de la muestra

La muestra con la que se trabajó consistió en un total de 274 estudiantes de último año de carreras pertenecientes a los quince programas, quienes respondieron los cuestionarios TPACK y SQD. En cuanto al género, la representación es equilibrada. La participación de un mayor número de mujeres concuerda con la distribución de la matrícula en la UPN. Esta situación es habitual en estas titulaciones,

en las cuales el grupo poblacional más representativo ha sido históricamente el de las mujeres.

En cuanto al grupo etario, la mayoría de los participantes se ubicó en el rango de 23 a 26 años, edades en las que es más común que los estudiantes culminen su formación universitaria, cuyo promedio, en Colombia, es de 25 años. Estos datos desvelan una tendencia en alza hacia la disminución de la edad en la obtención de los títulos universitarios, antes de los 23 años, en consonancia con el promedio de edad de finalización del bachillerato, que ha disminuido y se ubica en los 16 años. La muestra expone, además, la participación en la matrícula de un amplio porcentaje de estudiantes que pospone su ingreso a la educación superior, en principio, por razones de orden económico. Muchos trabajan y estudian al mismo tiempo, para financiarse o laborar por varios años antes de iniciar sus estudios universitarios.

La distribución por estratos socioeconómicos se ajusta a las características de la población de estudiantes de las universidades públicas en Colombia, donde predomina el estrato medio bajo, en concordancia con las cifras nacionales, las cuales muestran que tan solo el 10 % de los jóvenes del estrato socioeconómico más bajo llega a las universidades. Datos correspondientes al *índice socioeconómico* de las disciplinas, que indica que las carreras de educación atraen a los estudiantes con mayores necesidades económicas, pues resulta de poco interés para quienes provienen de entornos socioeconómicos más favorables, entre quienes esta profesión es estimada *de poco éxito*, al proporcionar niveles de ingreso más bajos, comparados con otros campos profesionales en el país. Condiciones que conducen a que la pedagogía se constituya en una profesión poco valorada por la ciudadanía. Este es un tema aún sin resolver en la política educativa colombiana, que pretende mejoras en las condiciones laborales de los educadores con la intención de atraer a los estudiantes más competentes.

Con respecto al hecho de cursar espacios académicos sobre tecnología educativa durante la carrera, se constató que menos del 35 % de los estudiantes recibió esta preparación, en contravía de la

normativa nacional y la política institucional, que la incluye como una de las áreas clave en la formación del profesorado. Estos datos revelan el descuido y desinterés de los programas por integrar esta área en sus planes de estudio.

En síntesis, las características sociodemográficas de quienes componen la muestra revelan un alto grado de heterogeneidad, reflejo de la multiplicidad de individuos que conforma la población de estudiantes que cursa último año en la UPN. Esta es una de las condiciones que asegura su representatividad y, con ello, la posibilidad de generalizar los resultados de este estudio a toda la población.

## Conocimientos TPACK de los estudiantes de último año de carrera

El promedio general obtenido en cada una de las categorías de conocimiento que evalúa el instrumento TPACK se presenta en la tabla 14. El rango de variación de cada ítem se fijó entre 1.0 y 5.0; el valor 3.0 es el punto medio.

**Tabla 14.** Estadística descriptiva del instrumento TPACK

| Categoría   | Sigla | Media  | Desviación estándar |
|---|-------|--------|---------------------|
| Conocimiento tecnológico                          | CT    | 3.5120 | .82372              |
| Conocimiento del contenido                        | CC    | 4.1363 | .65192              |
| Conocimiento pedagógico                           | CP    | 3.9614 | .69857              |
| Conocimiento pedagógico del contenido             | CPC   | 3.6314 | .90939              |
| Conocimiento tecnológico del contenido            | CTC   | 3.7153 | .90541              |
| Conocimiento tecnológico pedagógico               | CTP   | 3.7291 | .74888              |
| Conocimiento tecnológico pedagógico del contenido | CTPC  | 3.4927 | 1.04913             |
| Modelos de TPACK en los formadores                | M     | 2.9139 | .84291              |

**Fuente:** elaboración de la autora, a partir del análisis de datos en SPSS (versión 22.0).

Los datos apuntan que, en promedio, las percepciones sobre las siete categorías de conocimiento se ubican por encima del punto medio. El mayor corresponde al *conocimiento del contenido*, seguido

del *conocimiento pedagógico*. Los valores más bajos se obtuvieron, en su orden, en las categorías *conocimiento tecnológico pedagógico del contenido*, *conocimiento tecnológico* y *conocimiento pedagógico del contenido*. Todos los modelos de conocimientos TPACK en los formadores fueron evaluados por debajo del punto medio. Ahora bien, la media aritmética y la desviación típica de cada uno de los ítems del instrumento TPACK se presenta en la tabla 15.

**Tabla 15.** Estadística descriptiva de los ítems del cuestionario TPACK

| Ítem   | Media  | Desviación estándar |
|--|--------|---------------------|
| <b>Conocimiento tecnológico</b>  |        |                     |
| CT1 → Sé cómo resolver mis problemas técnicos.   | 3.2336 | 1.13398             |
| CT2 → Puedo aprender tecnología fácilmente.  | 4.0803 | 0.84782             |
| CT3 → Me mantengo al día con los avances de las tecnologías más importantes.                                 | 3.3394 | 0.9635              |
| CT4 → Frecuentemente juego y hago pruebas ("cacharreo") con la tecnología.                                   | 3.6022 | 1.06499             |
| CT5 → Conozco acerca de diferentes tecnologías.  | 3.5365 | 1.10962             |
| CT6 → Tengo las habilidades técnicas necesarias para usar tecnología.  | 3.5912 | 1.05909             |
| CT7 → He tenido suficientes oportunidades para trabajar con diferentes tecnologías.                          | 3.2007 | 1.12897             |
| <b>Conocimiento del contenido</b>  |        |                     |
| CC1 → Tengo suficiente conocimiento acerca de mi campo disciplinar.  | 4.1168 | 0.72694             |
| CC2 → Puedo usar formas de pensamiento de mi campo disciplinar.  | 4.1533 | 0.70467             |
| CC3 → Conozco varias formas y estrategias para desarrollar mi comprensión del campo disciplinar.             | 4.1387 | 0.72811             |
| <b>Conocimiento pedagógico</b>   |        |                     |
| CP1 → Sé cómo evaluar el desempeño de los estudiantes en el aula.  | 4.0036 | 0.77269             |
| CP2 → Puedo adaptar mi estrategia docente en función de si los estudiantes comprenden o no durante la clase. | 4.0401 | 0.79963             |
| CP3 → Puedo adaptar mi estilo docente a diferentes tipos de estudiantes.                                     | 4.1168 | 0.8522              |
| CP4 → Puedo evaluar el aprendizaje del estudiante en múltiples formas.                                       | 4.0474 | 0.83509             |
| CP5 → Puedo usar un amplio rango de enfoques pedagógicos en un escenario de aula.                            | 3.8139 | 0.87184             |

| Ítem   | Media  | Desviación estándar |
|--|--------|---------------------|
| CP6 → Estoy familiarizado con los preconceptos acertados y erróneos más comunes de los estudiantes.  | 3.7774 | 0.88002             |
| CP7 → Sé cómo organizar y gestionar el trabajo en el aula.   | 3.9307 | 0.82915             |
| <b>Conocimiento pedagógico del contenido</b>   |        |                     |
| CPC1 → Puedo seleccionar enfoques pedagógicos efectivos para guiar el pensamiento y el aprendizaje de los estudiantes en mi campo disciplinar.                                     | 3.6314 | 0.90939             |
| <b>Conocimiento tecnológico del contenido</b>  |        |                     |
| CTC1 → Conozco las tecnologías que puedo usar para que mis estudiantes comprendan y aprendan mi campo disciplinar.   | 3.7153 | 0.90541             |
| <b>Conocimiento tecnológico pedagógico</b>   |        |                     |
| CTP1 → Puedo seleccionar tecnologías que mejoran los enfoques de enseñanza en una clase.   | 3.6387 | 1.22733             |
| CTP2 → Puedo seleccionar tecnologías que mejoran el aprendizaje de los estudiantes en una lección.   | 3.9161 | 0.8667              |
| CTP3 → Mi programa de formación como profesor me ha hecho reflexionar profundamente acerca de cómo las tecnologías pueden influenciar los enfoques pedagógicos que uso en el aula. | 3.8613 | 0.91132             |
| CTP4 → Pienso críticamente acerca de cómo usar tecnología en mi aula.  | 3.8978 | 0.89594             |
| CTP5 → Puedo adaptar el uso de tecnologías que he aprendido al desarrollo de diferentes actividades docentes.  | 3.635  | 0.98617             |
| CTP6 → Puedo seleccionar tecnologías para mi clase que mejoran lo que enseño, la forma en que enseño y lo que los estudiantes aprenden.  | 3.438  | 1.07152             |
| CTP7 → Puedo usar estrategias que combinan el contenido disciplinar, tecnología y enfoques pedagógicos que aprendí durante mis cursos para mi práctica educativa.                  | 3.6861 | 0.97027             |
| CTP8 → Puedo liderar la ayuda a otros para coordinar el uso de contenidos disciplinares, tecnología y enfoques pedagógicos en las instituciones educativas.                        | 4.0255 | 0.77701             |
| CTP9 → Puedo escoger las tecnologías que mejoran la comprensión de los contenidos disciplinares para una clase.  | 3.4635 | 1.03445             |
| <b>Conocimiento tecnológico pedagógico del contenido</b>   |        |                     |
| CTPC1 → Puedo desarrollar clases en las que combino apropiadamente mi campo disciplinar, las tecnologías y los enfoques pedagógicos.   | 3.4927 | 1.04913             |
| <b>Modelos de TPACK en sus formadores</b>  |        |                     |
| M1 → Mis profesores de los cursos disciplinares combinan apropiadamente contenidos, tecnologías y enfoques pedagógicos en su docencia.   | 2.9599 | 0.95802             |

| Ítem  | Media  | Desviación estándar |
|---|--------|---------------------|
| M2 → Mis profesores de los cursos de tecnología educativa combinan apropiadamente contenidos, tecnologías y enfoques pedagógicos en su docencia.                | 2.9708 | 1.10239             |
| M3 → Mis profesores de los cursos de pedagogía combinan apropiadamente contenidos, tecnologías y enfoques pedagógicos en su docencia.                           | 2.927  | 1.0245              |
| M4 → Mis profesores de práctica educativa combinan apropiadamente contenidos, tecnologías y enfoques pedagógicos en su docencia.                                | 2.9489 | 1.01144             |
| M5 → Los profesores con los que trabajo en las instituciones de práctica combinan apropiadamente contenidos, tecnologías y enfoques pedagógicos en su docencia. | 2.7628 | 1.08533             |

**Fuente:** elaboración de la autora, a partir del análisis de datos en SPSS (versión 22.0).

En los datos, se aprecia que los conocimientos con mejor evaluación corresponden al *conocimiento de contenido*, en particular, aquellos que estiman el uso de las formas de pensamiento del campo disciplinar y el conocimiento de varias formas y estrategias para desarrollar la comprensión del campo disciplinar. Las menores valoraciones corresponden al *conocimiento tecnológico*, en especial, tener suficientes oportunidades para trabajar con tecnología, saber resolver sus problemas técnicos y mantenerse al día con los avances de las tecnologías más relevantes. Los estudiantes también valoraron por debajo de 3.5 sus competencias para seleccionar tecnologías para mejorar qué enseñan, cómo enseñan y qué aprenden; escoger las tecnologías que mejoran la comprensión de los contenidos disciplinares para una clase; así como combinar apropiadamente su campo disciplinar, las tecnologías y los enfoques pedagógicos.

La valoración sobre la combinación apropiada de contenidos, tecnologías y enfoques pedagógicos que demuestran los formadores, denominada *modelos de conocimientos* ТРАКК, fue evaluada por debajo del punto medio. El profesorado de las instituciones de práctica fue el peor evaluado.

## Autoeficacia para integrar las TIC por parte de los estudiantes de último año de carrera

La autoeficacia para integrar las TIC en el aula se evaluó mediante dos factores, que tomaron valores en un rango de variación entre 1.0 y 5.0. En este caso el punto medio también se fijó en 3.0. En estos dos factores, los valores promedio estuvieron por encima del punto medio, por lo que el más alto fue el factor 1, el cual valora la capacidad para apoyar a los estudiantes en el uso de las TIC en sus procesos de aprendizaje (tabla 16). El valor promedio y la desviación estándar, por cada uno de los ítems del instrumento SQD, se presenta en la tabla 17.

**Tabla 16.** Estadística descriptiva del instrumento SQD

| Factor   | Código | Media  | Desviación estándar |
|--|--------|--------|---------------------|
| Factor 1. Apoyar a los estudiantes en el uso de las TIC en sus procesos de aprendizaje | F1     | 4.0876 | .64699              |
| Factor 2. Utilizar las TIC para apoyar y fortalecer su práctica de instrucción         | F2     | 3.7254 | .80603              |

**Fuente:** elaboración de la autora, a partir del análisis de datos en SPSS (versión 22.0).

**Tabla 17.** Estadística descriptiva de los ítems del cuestionario SQD

| Factor | Ítem   | Media  | Desviación estándar |
|--------|--|--------|---------------------|
| F1     | v1 → Motivar a los estudiantes para utilizar TIC de una manera positiva  | 4.3321 | .71298              |
|        | v2 → Incentivar a los estudiantes para utilizar TIC en forma crítica   | 4.2920 | .78129              |
|        | v3 → Proporcionar a los estudiantes actividades para ejercitar sus conocimientos y habilidades a través de las TIC | 4.0109 | .88737              |
|        | v4 → Proponer a los estudiantes actividades para aprender los temas usando las TIC                                 | 4.0985 | .87777              |
|        | v5 → Ofrecer oportunidades a los estudiantes para expresar sus ideas en forma creativa a través de las TIC         | 3.9781 | .92159              |
|        | v6 → Ayudar a los estudiantes en la búsqueda de información por medio de las TIC                                   | 4.1314 | .76859              |

| Factor | Ítem  | Media  | Desviación estándar |
|--------|---|--------|---------------------|
|        | v7 → Asistir a los estudiantes en el procesamiento y administración de la información (organizar, analizar, compartir, etc.) por medio de las TIC | 3.8942 | .94138              |
|        | v8 → Ayudar a los estudiantes para presentar información por medio de las TIC   | 4.0073 | .80289              |
|        | v9 → Apoyar a los estudiantes para comunicarse en forma segura, responsable y efectiva por medio de las TIC                                       | 4.1131 | .80177              |
|        | v10 → Asistir a los estudiantes para trabajar juntos o colaborativamente a través de las TIC  | 3.9854 | .88110              |
|        | v11 → Educar a los estudiantes para que usen las TIC en forma consciente, respecto a la ergonomía, la propiedad intelectual, etc                  | 4.1204 | .95124              |
| F2     | v12 → Seleccionar las aplicaciones TIC de acuerdo con el entorno educativo específico   | 3.8212 | .98382              |
|        | v13 → Diseñar o rediseñar las aplicaciones de las TIC de acuerdo con el entorno educativo específico  | 3.2263 | 1.17976             |
|        | v14 → Utilizar las TIC para la enseñanza y el aprendizaje diferenciado o personalizado  | 3.8066 | .95455              |
|        | v15 → Realizar el seguimiento al progreso del aprendizaje de los estudiantes en forma digital   | 3.8285 | 1.05341             |
|        | v16 → Evaluar a los estudiantes con la ayuda de las TIC   | 3.7956 | 1.07341             |
|        | v17 → Utilizar las TIC para comunicarse con los estudiantes de manera apropiada   | 3.9927 | .90174              |
|        | v18 → Diseñar un ambiente de aprendizaje con la infraestructura disponible  | 3.6752 | 1.10293             |
|        | v19 → Seleccionar efectivamente las aplicaciones TIC para crear ambientes de aprendizaje, por ejemplo, de acuerdo con el tamaño del grupo         | 3.6569 | 1.10568             |

**Fuente:** elaboración de la autora, a partir del análisis de datos en SPSS (versión 22.0).

Las competencias mejor evaluadas atañen a la capacidad de motivar a los estudiantes para utilizar las TIC de una manera positiva e incentivarlos a utilizarlas de forma crítica. Las menores valoraciones fueron otorgadas, en su orden, a diseñar o rediseñar las aplicaciones TIC para un entorno educativo específico, seleccionar efectivamente las aplicaciones TIC para crear ambientes de aprendizaje y diseñar un ambiente de aprendizaje con la infraestructura disponible.

## Relaciones bivariadas entre los conocimientos TPACK, la autoeficacia y la edad

La correlación de Pearson entre las categorías del TPACK, los factores de autoeficacia y la edad se presentan en la tabla 18. Los datos señalan correlaciones positivas entre los factores de autoeficacia y todas las categorías de TPACK, al nivel de  $p < 0.01$ . Con esta correlación, los estudiantes con alto nivel de TPACK tienden a demostrar niveles elevados de autoeficacia y viceversa. En particular, los puntajes del factor 2 —utilizar las TIC para apoyar y fortalecer su práctica de instrucción— interactúan con los *conocimientos pedagógico del contenido, tecnológico del contenido y tecnológico pedagógico*.

**Tabla 18.** Correlaciones entre TPACK, modelos de TPACK, autoeficacia y edad

|      | CT     | CC     | CP      | CPC    | CTC    | CTP    | CTPC   | M      | F1     | F2    |
|------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| CC   | .410** |        |         |        |        |        |        |        |        |       |
| CP   | .312** | .475** |         |        |        |        |        |        |        |       |
| CPC  | .634** | .382** | .445**  |        |        |        |        |        |        |       |
| CTC  | .653** | .314** | .426**  | .842** |        |        |        |        |        |       |
| CTP  | .747** | .408** | .410**  | .788** | .747** |        |        |        |        |       |
| CTPC | .578** | .317** | .177**  | .537** | .518** | .673** |        |        |        |       |
| M    | .388** | .083   | .263**  | .402** | .404** | .507** | .304** |        |        |       |
| F1   | .442** | .267** | .221**  | .469** | .453** | .503** | .444** | .101   |        |       |
| F2   | .674** | .410** | .424**  | .723** | .713** | .760** | .615** | .403** | .584** |       |
| Edad | -.95   | -.102  | -.164** | -.117  | -.133* | -.04   | .075   | .018   | -.069  | -.101 |

**Nota:** \* La correlación es significativa al nivel de 0.05 (bilateral).

\*\* La correlación es significativa al nivel de 0.01 (bilateral).

**Fuente:** elaboración de la autora, a partir del análisis de datos en SPSS (versión 22.0).

Con respecto a las correlaciones de los modelos de TPACK de los formadores, las asociaciones fueron significativas y positivas con todas las categorías de TPACK, excepto con el *conocimiento del contenido*. En cuanto a la autoeficacia, solo el factor 2 mostró una asociación significativa ( $r = .403$ ,  $p < 0.01$ ) con estos modelos.

En cuanto a la edad, el análisis de correlación indica asociaciones significativas y negativas con los *conocimientos pedagógicos* ( $r = -.164$ ,  $p < 0.01$ ) y con los *conocimientos tecnológicos del contenido* ( $r = -.133$ ,  $p < 0.05$ ). El análisis de las medias muestra que en estos conocimientos las percepciones de los estudiantes de menor edad son superiores (tabla 19).

**Tabla 19.** Resultados de autoeficacia y TPACK por edad

| Edad     | Número | CT   | CC   | CP   | CPC  | CTC  | CTP  | CTPC | M    | F1   | F2   |
|----------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 18 a 22  | 90     | 3.67 | 4.20 | 4.19 | 3.90 | 3.99 | 3.80 | 3.51 | 2.87 | 4.16 | 3.80 |
|          |        | .77  | .54  | .49  | .82  | .72  | .68  | 1.01 | .82  | .55  | .63  |
| 23 a 26  | 129    | 3.44 | 4.15 | 3.84 | 3.46 | 3.56 | 3.69 | 3.39 | 2.95 | 4.07 | 3.75 |
|          |        | .84  | .71  | .79  | .91  | .94  | .76  | 1.09 | .85  | .62  | .85  |
| 27 a 32  | 44     | 3.35 | 3.99 | 3.89 | 3.54 | 3.61 | 3.65 | 3.64 | 2.81 | 3.94 | 3.50 |
|          |        | .89  | .70  | .66  | 1.04 | 1.08 | .90  | 1.04 | .90  | .87  | .97  |
| 32 o más | 11     | 3.71 | 4.06 | 3.73 | 3.72 | 3.72 | 3.89 | 4.00 | 3.18 | 4.30 | 3.75 |
|          |        | .54  | .49  | .67  | .47  | .47  | .50  | .77  | .76  | .58  | .69  |
| Total    | 274    | 3.51 | 4.13 | 3.96 | 3.63 | 3.71 | 3.73 | 3.50 | 2.91 | 4.09 | 3.72 |
|          |        | .82  | .65  | .70  | .91  | .90  | .75  | 1.05 | .84  | .65  | .81  |

**Nota:** los datos corresponden a la media y desviación estándar.

**Fuente:** elaboración de la autora, a partir del análisis de datos en SPSS (versión 22.0).

## Efecto del género

La comparación de las medias entre géneros señala que el profesorado en formación del género masculino tiene percepciones más altas sobre su autoeficacia y conocimientos TPACK, con excepción del *conocimiento pedagógico*, al cual las mujeres otorgan valoraciones más altas (tabla 20). No obstante, el análisis mediante la prueba t-Student indicó que estas diferencias no son significativas.

**Tabla 20.** Resultados de autoeficacia y TPACK por género

| Género  | Número | CT   | CC   | CP   | CPC  | CTC  | CTP  | CTPC | M    | F1   | F2   |
|---------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Mujeres | 150    | 3.32 | 4.11 | 4.10 | 3.52 | 3.63 | 3.64 | 3.34 | 2.83 | 4.04 | 3.68 |
|         |        | .80  | .61  | .59  | .88  | .97  | .74  | 1.07 | .87  | .67  | .78  |
| Hombres | 124    | 3.75 | 4.16 | 3.79 | 3.77 | 3.81 | 3.84 | 3.68 | 3.02 | 4.14 | 3.77 |
|         |        | .79  | .70  | .78  | .93  | .81  | .74  | 1.00 | .79  | .62  | .83  |
| Total   | 274    | 3.51 | 4.13 | 3.96 | 3.63 | 3.71 | 3.73 | 3.49 | 2.91 | 4.09 | 3.72 |
|         |        | .82  | .65  | .70  | .91  | .90  | .75  | 1.05 | .84  | .65  | .81  |

**Nota:** los datos corresponden a la media y desviación estándar.

**Fuente:** elaboración de la autora, a partir del análisis de datos en SPSS (versión 22.0).

## Efecto de la formación en TIC

Con el objetivo de evaluar la incidencia de recibir formación en TIC, en el transcurso de la carrera, se compararon los promedios en todas las categorías de TPACK y factores de autoeficacia. El análisis evidencia que los estudiantes que no recibieron cursos sobre el uso de las TIC con propósitos educativos asignaron puntajes más altos a las categorías de conocimiento TPACK y a los factores de autoeficacia (tabla 21).

**Tabla 21.** Resultados de autoeficacia y TPACK por recibir formación en TIC

| Cursos de TIC | Número | CT   | CC   | CP   | CPC  | CTC  | CTP  | CTPC | M    | F1   | F2   |
|---------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| No            | 93     | 3.86 | 4.14 | 4.12 | 3.85 | 4.01 | 4.00 | 3.50 | 3.18 | 4.12 | 3.87 |
|               |        | .79  | .50  | .56  | .81  | .85  | .74  | 1.03 | .79  | .56  | .77  |
| Sí            | 181    | 3.33 | 4.13 | 3.88 | 3.52 | 3.56 | 3.60 | 3.49 | 2.78 | 4.07 | 3.65 |
|               |        | .78  | .72  | .75  | .94  | .89  | .72  | 1.06 | .84  | .67  | .81  |
| Total         | 274    | 3.51 | 4.14 | 3.96 | 3.63 | 3.71 | 3.73 | 3.50 | 2.91 | 4.09 | 3.72 |
|               |        | .82  | .65  | .70  | .91  | .91  | .75  | 1.05 | .84  | .65  | .81  |

**Nota:** los datos corresponden a la media y desviación estándar.

**Fuente:** elaboración de la autora, a partir del análisis de datos en SPSS (versión 22.0).

El análisis mediante la prueba t-Student, efectuado para contrastar la hipótesis de diferencia entre las medias, indicó que hay diferencias significativas entre estos valores en el factor 2 de autoeficacia en los modelos TPACK de los formadores y en todas las categorías de TPACK, con excepción de los *conocimientos del contenido y tecnológico pedagógico del contenido*. Las valoraciones en el factor 2 de autoeficacia, los modelos TPACK en los formadores y sus *conocimientos tecnológico, pedagógico, pedagógico del contenido, tecnológico del contenido y tecnológico pedagógico* fueron mayores entre quienes no recibieron formación en el uso de las TIC con propósitos educativos.

## Efecto de las experiencias en el uso de las TIC

Con el objetivo de evaluar la incidencia de las experiencias con las TIC durante las clases en la Universidad, en los centros de secundaria y durante las prácticas, se compararon los promedios en todas las categorías de conocimiento TPACK y en los factores de autoeficacia. El análisis señala que los estudiantes que observaron a sus formadores utilizar las TIC durante las clases universitarias valoraron más su autoeficacia y todas las categorías de conocimiento TPACK, con excepción del *conocimiento pedagógico*. Por otro lado, quienes presenciaron el uso de tecnologías en las instituciones de secundaria valoraron con puntuaciones más altas todos los factores de autoeficacia y las categorías de TPACK. Los estudiantes que integraron las TIC en sus prácticas educativas reportaron niveles más altos de autoeficacia y percepciones más altas de TPACK en todas las categorías y factores analizados, en comparación con quienes no hicieron uso de la tecnología (tabla 22).

**Tabla 22.** Resultados de autoeficacia y TPACK por integrar las TIC en la práctica educativa

| Uso de TIC                   |       | Número | CT   | CC   | CP   | CPC  | CTC  | CTP  | CTPC | M    | F1   | F2   |
|------------------------------|-------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| En la universidad            | Sí    | 192    | 3.62 | 4.14 | 3.91 | 3.69 | 3.78 | 3.80 | 3.57 | 3.03 | 4.12 | 3.80 |
|                              |       |        | .77  | .71  | .76  | .92  | .88  | .76  | 1.08 | .77  | .67  | .83  |
|                              | No    | 78     | 3.25 | 4.12 | 4.08 | 3.49 | 3.56 | 3.56 | 3.29 | 2.62 | 4.01 | 3.54 |
|                              |       |        | .89  | .46  | .50  | .88  | .96  | .68  | .95  | .94  | .58  | .70  |
|                              | Total |        | 3.51 | 4.14 | 3.96 | 3.63 | 3.71 | 3.73 | 3.49 | 2.91 | 4.09 | 3.73 |
|                              |       | .82    | .65  | .70  | .91  | .91  | .75  | 1.05 | .84  | .65  | .81  |      |
| En los centros de secundaria | Sí    | 89     | 3.57 | 4.21 | 4.12 | 3.97 | 3.92 | 3.97 | 3.65 | 3.28 | 4.21 | 3.94 |
|                              |       |        | 0.84 | 0.57 | 0.65 | 1.01 | 1.01 | 0.81 | 1.22 | 0.72 | 0.73 | 0.79 |
|                              | No    | 185    | 3.49 | 4.10 | 3.89 | 3.47 | 3.62 | 3.61 | 3.42 | 2.73 | 4.03 | 3.62 |
|                              |       |        | 0.82 | 0.68 | 0.71 | 0.81 | 0.83 | 0.69 | 0.95 | 0.84 | 0.60 | 0.79 |
|                              | Total |        | 3.51 | 4.14 | 3.96 | 3.63 | 3.72 | 3.73 | 3.49 | 2.91 | 4.09 | 3.73 |
|                              |       | 0.82   | 0.65 | 0.70 | 0.91 | 0.91 | 0.75 | 1.05 | 0.84 | 0.65 | 0.81 |      |
| En las prácticas             | Sí    | 122    | 3.75 | 4.22 | 4.14 | 4.03 | 4.05 | 4.07 | 3.83 | 3.18 | 4.28 | 4.01 |
|                              |       |        | 0.68 | 0.52 | 0.53 | 0.79 | 0.75 | 0.57 | 0.97 | 0.73 | 0.52 | 0.64 |
|                              | No    | 152    | 3.32 | 4.06 | 3.81 | 3.31 | 3.45 | 3.45 | 3.22 | 2.70 | 3.93 | 3.49 |
|                              |       |        | 0.88 | 0.74 | 0.78 | 0.87 | 0.93 | 0.76 | 1.04 | 0.87 | 0.69 | 0.85 |
|                              | Total |        | 274  | 3.51 | 4.14 | 3.96 | 3.63 | 3.71 | 3.73 | 3.49 | 2.91 | 4.09 |
|                              |       | 0.82   | 0.65 | 0.70 | 0.91 | 0.90 | 0.75 | 1.05 | 0.84 | 0.65 | 0.81 |      |

**Nota:** los datos corresponden a la media y desviación estándar.

**Fuente:** elaboración de la autora, a partir del análisis de datos en SPSS (versión 22.0).

En función de verificar si estas diferencias son significativas, se aplicó la prueba t-Student, la cual arrojó que el uso de las TIC en la Universidad tuvo efectos reveladores solo respecto al *conocimiento tecnológico*; el estadístico *T* tomó el valor 3.421 con un nivel de significancia bilateral de 0.001. Mientras que la observación del uso de las TIC en las instituciones de secundaria no demostró

diferencias importantes en ninguna de las categorías de TPACK, ni en los factores de autoeficacia.

Por último, en lo que respecta a la integración de las TIC durante las prácticas educativas, se encontraron diferencias significativas entre las medias de los factores de autoeficacia y todas las categorías de TPACK. Se concluye que los conocimientos TPACK y la autoeficacia para integrar las TIC en el aula no son los mismos entre quienes las emplearon en las prácticas educativas y quienes no lo hicieron. Este resultado indica que la integración de las TIC durante las prácticas educativas es un factor con alto nivel de incidencia en las percepciones de los estudiantes acerca de sus conocimientos TPACK y su autoeficacia.

## Efecto del campo de formación disciplinar

La influencia del campo disciplinar sobre la autoeficacia y el TPACK se verificó mediante un análisis unidireccional de varianza. Como primer paso, se calcularon los estadísticos descriptivos de media y varianza (tabla 23). Los datos indican que los valores más altos corresponden a los estudiantes de Electrónica, Diseño Tecnológico y Física.

Para comprobar la relevancia estadística de estas diferencias, se verificaron los supuestos de normalidad y homocedasticidad de los datos muestrales a través del *test de Levene*. Debido a que los niveles de significancia resultaron menores a 0.05, se rechazó la hipótesis de igualdad de varianzas y se concluyó que en las poblaciones definidas por los quince programas de titulación las varianzas del TPACK y de la autoeficacia no son iguales.

Tras esta comprobación, se realizó el análisis de varianza unidireccional (ANOVA *one-way*), con el objetivo de evaluar la incidencia del campo disciplinar sobre el TPACK y la autoeficacia. En vista de que el nivel de significación fue menor a 0.05 en todos los casos, se rechazó la hipótesis de igualdad de medias y se concluyó que las poblaciones definidas por los quince programas de titulación no poseen los mismos conocimientos TPACK, ni la misma percepción de autoeficacia.

Tabla 23. Resultados de autoeficacia y TPACK por programa

| Programa              | Número | CT          | CC          | CP          | CPC         | CTC         | CTP         | CTPC        | M           | F1          | F2          |
|-----------------------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Artes Escénicas       | 9      | 3.81 (0.87) | 4.11 (0.88) | 4.14 (0.37) | 4.00 (0.00) | 4.00 (0.00) | 3.48 (0.40) | 3.66 (0.50) | 3.00 (0.75) | 4.18 (0.36) | 3.83 (0.17) |
| Artes Visuales        | 9      | 3.28 (0.75) | 4.22 (0.60) | 3.86 (0.12) | 3.33 (1.00) | 3.33 (1.00) | 2.92 (0.36) | 2.67 (0.50) | 2.73 (0.26) | 4.16 (0.68) | 2.83 (0.33) |
| Biología              | 33     | 2.95 (0.72) | 4.18 (0.39) | 4.35 (0.59) | 3.73 (1.07) | 3.45 (1.09) | 3.52 (0.74) | 2.91 (1.01) | 2.51 (0.87) | 4.07 (0.55) | 3.67 (0.86) |
| Ciencias Sociales     | 33     | 3.74 (0.87) | 4.15 (0.68) | 3.66 (0.83) | 3.91 (0.80) | 3.91 (0.80) | 3.98 (0.58) | 3.91 (1.01) | 2.85 (0.76) | 4.35 (0.69) | 4.09 (0.99) |
| Diseño Tecnológico    | 13     | 4.12 (0.52) | 3.97 (0.60) | 4.14 (0.42) | 4.00 (0.71) | 4.38 (0.65) | 4.39 (0.43) | 4.23 (0.44) | 3.51 (0.71) | 4.56 (0.34) | 4.20 (0.62) |
| Educación Comunitaria | 12     | 3.78 (1.19) | 4.58 (0.45) | 4.43 (0.48) | 3.50 (1.17) | 4.00 (1.28) | 3.67 (0.95) | 3.75 (1.14) | 1.85 (1.03) | 4.20 (0.52) | 3.69 (0.83) |
| Educación Especial    | 31     | 3.81 (0.65) | 4.24 (0.26) | 4.49 (0.37) | 3.84 (0.69) | 4.16 (0.69) | 4.14 (0.64) | 3.52 (1.26) | 3.15 (0.86) | 4.07 (0.38) | 3.87 (0.40) |
| Educación Física      | 34     | 3.19 (0.85) | 3.82 (0.90) | 3.54 (1.00) | 3.23 (1.16) | 3.32 (1.01) | 3.47 (0.96) | 3.26 (1.05) | 2.96 (0.72) | 3.99 (0.76) | 3.40 (1.02) |
| Electrónica           | 7      | 4.47 (0.53) | 4.48 (0.57) | 4.22 (0.57) | 4.28 (0.49) | 4.14 (0.38) | 4.41 (0.24) | 4.14 (1.07) | 3.86 (0.72) | 4.04 (0.48) | 4.27 (0.40) |
| Español e Inglés      | 20     | 3.12 (0.99) | 3.63 (0.90) | 3.65 (0.72) | 3.05 (1.10) | 3.25 (1.12) | 3.50 (0.94) | 3.30 (0.92) | 2.72 (1.06) | 3.76 (0.86) | 3.39 (1.05) |
| Filosofía             | 14     | 3.39 (0.47) | 4.28 (0.73) | 3.65 (0.78) | 3.28 (0.47) | 3.28 (0.47) | 3.40 (0.61) | 3.14 (1.17) | 2.83 (0.43) | 3.48 (0.96) | 3.28 (0.80) |
| Física                | 16     | 4.00 (0.10) | 4.08 (0.37) | 3.96 (0.64) | 4.25 (0.45) | 4.00 (0.00) | 4.08 (0.22) | 4.25 (0.45) | 3.55 (0.47) | 4.34 (0.41) | 4.09 (0.17) |
| Matemáticas           | 11     | 3.27 (0.68) | 4.00 (0.49) | 3.95 (0.26) | 4.00 (0.00) | 3.73 (0.79) | 3.73 (0.52) | 3.73 (0.79) | 3.20 (0.93) | 4.07 (0.45) | 3.96 (0.50) |
| Música                | 16     | 3.50 (0.22) | 4.67 (0.34) | 3.64 (0.37) | 3.00 (0.00) | 3.50 (0.52) | 3.39 (0.29) | 3.00 (1.03) | 2.50 (0.10) | 3.82 (0.37) | 3.50 (0.13) |
| Química               | 16     | 3.45 (0.79) | 4.21 (0.48) | 3.97 (0.45) | 3.56 (0.89) | 3.81 (0.98) | 3.76 (0.72) | 3.69 (0.87) | 3.17 (0.65) | 4.24 (0.67) | 3.84 (0.66) |
| Total                 | 274    | 3.51 (0.82) | 4.14 (0.65) | 3.96 (0.70) | 3.63 (0.91) | 3.71 (0.91) | 3.73 (0.75) | 3.49 (1.05) | 2.91 (0.84) | 4.09 (0.65) | 3.72 (0.81) |

**Nota:** los datos corresponden a la media y desviación estándar.

**Fuente:** elaboración de la autora, a partir del análisis de datos en SPSS (versión 22.0).

**Tabla 24.** Diferencias significativas en el conocimiento tecnológico

| Programa           | Biología | Ciencias Sociales | Diseño Tecnológico | Educación Especial | Educación Física | Electrónica | Español e Inglés | Filosofía | Física | Matemáticas | Música |
|--------------------|----------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------|-------------|------------------|-----------|--------|-------------|--------|
| Biología           |          | .79*              | 1.16*              | .86*               |                  | 1.52*       |                  |           | 1.05*  |             | .55*   |
| Ciencias Sociales  | -.79*    |                   |                    |                    |                  |             |                  |           |        |             |        |
| Diseño Tecnológico | -1.16*   |                   |                    |                    | -.92             |             | -.98*            | -.72*     |        |             |        |
| Educación Especial | -.86*    |                   |                    |                    |                  |             |                  |           |        |             |        |
| Educación Física   |          |                   | .92*               |                    |                  | 1.28*       |                  |           | .81*   |             |        |
| Electrónica        | -1.52*   |                   |                    |                    | -1.28*           |             | -1.3*4           | -1.08*    |        | -1.19*      |        |
| Español e Inglés   |          |                   | .98*               |                    |                  | 1.34*       |                  |           | .87*   |             |        |
| Filosofía          |          |                   | .72*               |                    |                  | 1.08*       |                  |           | .61*   |             |        |
| Física             | -1.05*   |                   |                    |                    | -.81*            |             | -0.87*           | -.61*     |        | -.50*       |        |
| Matemáticas        |          |                   |                    |                    |                  | 1.19*       |                  |           |        |             |        |
| Música             | -0.55*   |                   |                    |                    |                  |             |                  |           | .50*   |             |        |

**Nota:** los datos se obtuvieron gracias al análisis *post hoc* de Games-Howell.

\*La diferencia de medias es significativa al nivel de .05

**Fuente:** elaboración de la autora, a partir del análisis de datos en spss (versión 22.0).

A efectos de esclarecer el origen de las diferencias entre los estudiantes de las distintas carreras, se llevó a cabo un análisis *post hoc* de Games-Howell. Los resultados en la categoría de *conocimiento tecnológico* señalaron diferencias significativas, al nivel de ( $p < .05$ ), entre los estudiantes de diferentes programas (tabla 24).

En síntesis, el TPACK y la autoeficacia difieren con impacto estadístico según el área de formación. Con estos datos, se constata que los estudiantes de Diseño Tecnológico, Electrónica y Física exhibieron conocimientos TPACK y niveles de autoeficacia superiores. Por su parte, los de las carreras de Artes Visuales, Español, Inglés y Filosofía se ubicaron en los niveles más bajos. Al comparar las experiencias con las TIC entre los estudiantes cuya autoeficacia y TPACK se ubicaron en los cuartiles superior e inferior, se encontró que más del 50 % de los estudiantes de ambos grupos vivenció el uso de TIC en la Universidad. Asimismo, menos del 50 % observó el uso de las TIC en los centros de secundaria. El 70 % de los estudiantes de los programas en los que se encontraron las percepciones más altas integró diversas tecnologías durante las prácticas educativas, en comparación con el 40 % con las valoraciones más bajas (tabla 25).

**Tabla 25.** Porcentaje de estudiantes que experimentaron el uso de las TIC

| Niveles de percepción TPACK y autoeficacia | Programa           | Experiencias de uso de TIC       |  |                                  |
|--|--------------------|----------------------------------|--|----------------------------------|
|  |                    | Durante clases en la Universidad | En los centros de educación secundaria | Durante las prácticas educativas |
| Altos                                      | Diseño Tecnológico | 92 %                             | 46 %                                   | 92 %                             |
|  | Electrónica        | 71 %                             | 14 %                                   | 71 %                             |
| Bajos                                      | Artes Visuales     | 66 %                             | 33 %                                   | 22 %                             |
|  | Español e Inglés   | 75 %                             | 25 %                                   | 40 %                             |
|  | Filosofía          | 86 %                             | 36 %                                   | 28 %                             |

**Fuente:** elaboración de la autora, a partir del análisis de datos en SPSS (versión 22.0).

Estos datos reafirman la relevancia de integrar las TIC, en especial durante las prácticas educativas, dado que la experiencia directa que proporciona la planeación de su uso en cada clase, llevar a cabo el diseño previsto y ajustarlo a las contingencias que

se presenten en el aula constituye un escenario trascendental para desarrollar las competencias digitales, con repercusiones directas sobre la autoeficacia y el TPACK.

## Discusión de los resultados del análisis estadístico

Con respecto a los conocimientos TPACK, los estudiantes valoraron siete categorías por encima del punto medio, con valores promedio que oscilaron entre 3.49 y 4.13. Las mayores valoraciones corresponden al *conocimiento del contenido* y al *conocimiento pedagógico*, entre las cuales los estudiantes estiman en gran nivel sus capacidades para usar las formas de pensamiento de su campo disciplinar, así como el conocimiento de múltiples estrategias para desarrollar su comprensión. A partir de estos resultados, se concluye que ellos adquieren un dominio significativo de sus áreas de especialidad, así como de una amplia gama de estrategias pedagógicas para promover su comprensión.

Por otra parte, los puntajes más bajos se otorgaron a las categorías de *conocimiento tecnológico*, *conocimiento tecnológico del contenido* y *conocimiento tecnológico pedagógico del contenido*. Estas valoraciones desvelan vacíos en la formación, atribuibles, en gran medida, al reducido número de oportunidades conferidas para trabajar con las TIC, mantenerse al día con los avances de las tecnologías, asociarlas con su campo de saber e integrarlas al repertorio de estrategias didácticas. Hallazgos similares se encontraron en investigaciones previas, en las que se señala que el profesorado en formación no siente confianza en sus capacidades para combinar contenido, tecnologías y enfoques de enseñanza de manera adecuada, así como seleccionar las tecnologías para la clase, con el fin de mejorar cómo se enseña y los resultados de aprendizaje de los estudiantes (Sanabria *et al.*, 2014; Tondeur, *et al.*, 2015; Banerjee *et al.*, 2017; Tondeur, *et al.*, 2019b).

En cuanto a la autoeficacia, los estudiantes se perciben con una mayor capacidad para apoyar a los estudiantes en el uso de las TIC, en particular para motivarlos e incentivarlos a utilizarlas en forma

positiva y crítica. Por el contrario, se sienten menos capaces de utilizarlas para dar soporte y fortalecer su práctica de instrucción. Un análisis más detallado muestra que están en capacidad de emplear las TIC para la comunicación y el seguimiento a estudiantes, mientras que se sienten poco preparados en seleccionar aplicaciones para diseñar y crear sus propios ambientes de aprendizaje. Esto visibiliza, entre otros asuntos, la exigua integración de estrategias de aprendizaje activo, basadas en diseño y producción de artefactos de tecnología educativa, que demuestran ser las más efectivas para adquirir competencias digitales. Las ventajas enunciadas por las investigaciones permiten reconceptualizar la pedagogía y la práctica docente e integrar conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido (Ling Koh y Chai, 2016; Niess, 2016). Este tipo de preparación ha sido catalogada como uno de los principales retos actuales de los programas de formación inicial de educadores (Tondeur *et al.*, 2016, 2019a).

Por otro lado, las correlaciones significativas y positivas encontradas entre todos los factores de autoeficacia y las categorías de conocimiento TPACK indican que los estudiantes con alto nivel de TPACK tienden a mostrar valores elevados de autoeficacia y viceversa. Resultados similares se divulgaron por Tondeur *et al.* (2017a, 2019b), quienes identificaron una asociación positiva entre TPACK y SQD, así como por Joo *et al.* (2018), quienes encontraron que el TPACK del profesorado en formación afecta su autoeficacia y su percepción sobre la facilidad de uso de la tecnología. Conforme a esto, lograr un conocimiento amplio y profundo a nivel tecnológico, pedagógico y de contenido conducirá a un elevado nivel de autoeficacia para integrar las TIC en el aula, con consecuencias positivas sobre la frecuencia y calidad de uso de las tecnologías (Kavanoz *et al.*, 2015; Valtonen *et al.*, 2015; Tondeur *et al.*, 2017a).

Frente a los modelos de TPACK de los formadores, se observaron asociaciones relevantes y positivas entre ellos y todas las categorías de TPACK, con excepción del *conocimiento del contenido* y el factor 2 de autoeficacia. Por consiguiente, las valoraciones por debajo del punto medio de estos modelos se correlacionan con las bajas puntuaciones

del TPACK y la autoeficacia. Estos hallazgos concuerdan con investigaciones previas que comprueban la notabilidad de los modelos vicarios en el desarrollo de la autoeficacia para utilizar las TIC en el profesorado en formación (Instefjord y Munthe, 2017; Tondeur *et al.*, 2017b). Asimismo, resaltan la creación de conciencia entre los formadores sobre la influencia que ejercen, no solo en el interés y capacidad para emplear las tecnologías, sino en la combinación de estrategias pedagógicas con las que se aplican y, en general, sobre cómo llevar a cabo la labor docente. En adición, la correlación de estos modelos con el desarrollo del *conocimiento tecnológico* reitera su relevancia en la determinación y formas de uso de la tecnología que asume el profesorado en formación (Tondeur *et al.*, 2017b).

El análisis estadístico proporcionó información acerca de la relación entre distintos factores, la autoeficacia y el TPACK. En primer lugar, quienes no recibieron cursos sobre las TIC asignaron valoraciones más altas al factor 2 de autoeficacia, así como a las categorías de TPACK, con excepción de los *conocimientos del contenido y tecnológico pedagógico del contenido*. Este resultado puede ser reflejo de varias situaciones. Primero, entre el grupo de estudiantes, que no tomaron cursos sobre las TIC con propósitos educativos, se encuentran los de los programas de Diseño Tecnológico, Electrónica y Física, quienes reciben una amplia formación en lenguajes de programación y son quienes valoran mejor sus percepciones de autoeficacia y conocimientos TPACK. Segundo, aquellos que reciben formación en el uso de las TIC reconocen con amplitud sus limitaciones en esta materia, por lo que son menos susceptibles a sobrevalorar sus capacidades reales —sobre este aspecto se desarrolla un análisis en profundidad en el siguiente apartado—. Tercero, puede vincularse con el tipo de contenidos abordados en estos cursos y las metodologías adoptadas en su desarrollo. En la mayoría de los casos, la formación que se imparte está restringida al uso de las TIC como mediaciones comunicativas o al uso de *software* específico; propuestas que, de acuerdo con Lee y Lee (2014), resultan más ineficientes que la formación orientada a la integración de tecnología en los diseños educativos. Además, la mayoría de estos cursos no provee oportunidades de articulación

entre saberes disciplinares, pedagógicos y tecnológicos (Cetin-Berber y Erdem, 2015; Foulger *et al.*, 2019), ni el diseño e implementación de trayectorias de aprendizaje o lecciones que involucren el uso de estas tecnologías (Ling Koh y Chai, 2016; Niess, 2016). Esto contribuye a explicar su escaso impacto sobre los conocimientos TPACK y su autoeficacia para apoyar a los estudiantes en la utilización de las TIC en sus procesos de aprendizaje.

En segundo lugar, se comprobó la incidencia significativa de experimentar el uso de tecnología durante la formación, primordialmente durante las prácticas educativas. Vivencias que resultaron determinantes en el desarrollo de altos niveles de autoeficacia y conocimientos TPACK. De aquí la relevancia de promover su integración en las planeaciones, diseños e intervenciones educativas dentro de los centros de secundaria, como escenarios propicios para generar sinergias entre los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares. En consecuencia, entre mejor preparación se brinde al profesorado en todas las categorías de TPACK, mayor será su confianza para emplear las TIC en situaciones de aprendizaje y contextos educativos. Este resultado se ajusta a los hallazgos de Tondeur *et al.* (2017a; 2019b), quienes hallaron que estas experiencias son cruciales para desarrollar las competencias digitales en el profesorado.

En tercer lugar, con respecto al género, no hubo diferencias significativas ni en la autoeficacia, ni en el TPACK. Estos hallazgos están en consonancia con investigaciones previas (Karatat *et al.*, 2017; Scherer *et al.*, 2017b) y son muestra de que, en algunos contextos, las brechas en el acceso a la tecnología son cada vez menores entre hombres y mujeres, por lo que el interés por la utilización de las tecnologías permea a toda la población.<sup>2</sup>

---

2 En el 2018 en Colombia, la *Encuesta de acceso, uso y apropiación de las TIC por parte de las mujeres*, realizada por el Mintic, mostró que el 81 % de mujeres —más de 20 millones en el momento—, entre los 14 y los 65 años, accedían a internet cotidianamente y el 72 % poseía un teléfono inteligente. Sin duda, estas condiciones reflejan que lo más relevante no es proveer dispositivos y conectividad, sino aprovechar estas tecnologías para potenciar capacidades, habilidades y competencias en beneficio de las comunidades, así como cerrar las nuevas brechas de conocimiento que supone un mundo cada vez más tecnologizado.

En cuarto lugar, respecto al grupo etario, las asociaciones significativas fueron negativas con los *conocimientos pedagógicos* y con los *conocimientos tecnológicos del contenido*; es decir, dichos conocimientos son superiores entre los estudiantes más jóvenes. Este resultado refuerza conclusiones previas acerca de que el profesorado en formación, con menor experiencia o de menor edad, tiende a valorar más su *conocimiento tecnológico del contenido*, que quienes cuentan con mayor experiencia o más edad (Cabero y Barroso, 2016; López-Vargas *et al.*, 2017). Similares argumentos explicarían las diferencias en el *conocimiento pedagógico*.

En último lugar, las percepciones más altas en el TPACK y en la autoeficacia, entre los estudiantes de Diseño Tecnológico, Electrónica y Física, parecen asociarse con la inclusión de tres cursos de programación de computadores en sus planes de estudio. Calidad que comporta oportunidades más frecuentes y prolongadas para usar las tecnologías, aunque no se orientan a su uso en la labor docente. Esta exposición más amplia al aprendizaje de las tecnologías incide, según los estudios previos, en la consolidación de los dominios de TPACK, el incremento de los niveles de autoeficacia y la creación del potencial para aplicar sus conocimientos TPACK en numerosas situaciones educativas (Tondeur *et al.*, 2012; Foulger *et al.*, 2019).

## Experiencias con las TIC durante el proceso de formación

En vista de que las experiencias con tecnología son uno de los predictores más sólidos para explicar las variaciones de autoeficacia en el uso de las TIC en el profesorado en formación (Hatlevik *et al.*, 2018), las sesiones de los grupos focales se centraron en recopilar las vivencias de integración de las TIC durante las clases y en las instituciones de práctica, desde el punto de vista de los estudiantes de último año de carrera.

Las experiencias compiladas se analizaron con diversos propósitos, entre ellos, formular interpretaciones sobre los resultados

obtenidos a través del análisis estadístico, verificar qué tecnologías se usan durante la formación del profesorado, quiénes las utilizan, qué usos se les da y, con ello, identificar aspectos susceptibles de atención y mejora para la actualización del componente de formación en las TIC. Las experiencias fueron clasificadas en tres grupos, que representan los momentos y actores clave en el proceso formativo: (1) durante las clases en la Universidad, por los formadores; (2) en los centros de secundaria, por el profesorado de estas instituciones y (3) durante las prácticas educativas, por los estudiantes cuando actúan como profesores noveles. Como resultado del análisis, se proponen tres categorías de síntesis:

1. *Tecnología ausente*: construida a partir de situaciones que dieron cuenta del inexistente o insuficiente uso de la tecnología durante el proceso de formación.
2. *Tecnología accesoria*: recoge las prácticas en las que la tecnología se empleó como componente secundario, prescindible o reemplazable.
3. *Tecnología como actor constitutivo*: reúne las narraciones que dan indicios de transformaciones del proceso educativo hacia nuevas formas de aprendizaje y relación pedagógica, como consecuencia de, o al menos asociadas con, el uso de las tecnologías.

## Tecnología ausente

Muchos relatos señalan que es usual que las TIC no se utilicen durante las clases en la universidad, ni en las instituciones de secundaria en donde se realizan las prácticas educativas. Un grupo significativo de estudiantes, de todos los programas, manifestó que ni sus formadores, ni el profesorado de los colegios, ni ellos mismos, durante las prácticas educativas, usaron las TIC en el transcurso de la carrera.

El escenario de formación con menor proporción de uso de las tecnologías fue el de las instituciones de práctica. Menos del 33 %

de los estudiantes vio al profesorado utilizar las tecnologías allí disponibles. Al indagar sobre las posibles causas, surgieron varias explicaciones a partir de las observaciones de los estudiantes: la primera se relaciona con la falta de interés o el desconocimiento del profesorado de estos centros; la segunda se vincula al perfil generacional de buena parte del profesorado de los centros de secundaria, quienes por su edad pertenecen a los *baby boomers* (1946-1964) y la *generación X* (1965-1979), quienes se caracterizan por sus reservas o dificultades para hacer uso de las tecnologías, más allá del correo electrónico; la tercera se conecta con que, en muchas instituciones de secundaria, el uso de las TIC está restringido a las clases del área de Tecnología e Informática, aunque son muchos los colegios en los que no se emplean ni siquiera en las clases de esta área. Por último, surgieron comentarios alrededor de manifestaciones del profesorado, quienes consideran que las TIC son una distracción e, incluso, algunos candidatos a profesores se mostraron de acuerdo con estas apreciaciones.

Por otro lado, las declaraciones aportadas por los estudiantes señalan cómo los sistemas de creencia se instalan frente a las tecnologías, como resultado de la influencia que ejercen sus formadores y el profesorado que los acoge en las instituciones de práctica, expresadas a través de juicios de valor frente al uso de las tecnologías en el trabajo de aula. Un estudiante de la licenciatura en Química, informante en la investigación, expresa:

No he usado nada tecnológico para explicar temas de Química. Considero que sigue siendo efectivo, desde mi punto de vista, seguir explicando en el tablero. Por otro lado, pienso que al usar tecnologías conlleva que los estudiantes sean dependientes a ella. (Comunicación personal, grupo focal de la Facultad de Ciencia y Tecnología, 7 de mayo del 2018)

Este fragmento se seleccionó, entre otros similares, porque además incluye expresiones en defensa de las explicaciones en el tablero, como muestra clara de la prevalencia de modelos de enseñanza tradicional, en los que el profesor desempeña el rol central. En adición, da cuenta de la limitada experiencia que adquiere el

profesorado en formación para orientar aprendizajes más activos, centrados en los estudiantes.

Como se señaló, uno de los escenarios clave en la formación del profesorado lo constituyen los centros de práctica, como lugares propicios para poner en juego conocimientos disciplinares, pedagógicos y tecnológicos. Sin embargo, los datos de este estudio develan que el 55 % de los estudiantes no incluyó las TIC durante sus actividades en los centros de secundaria. Entre las razones aducidas para tomar esta decisión fueron comunes las elucidaciones asociadas con falta de conocimientos, así como al desarrollo de otro tipo de actividades.

Otro argumento se vincula con las dificultades de acceso a internet en los colegios, condición que impidió, en algunos casos, el desarrollo de actividades con soporte tecnológico. En varios relatos, los practicantes manifestaron que las salas de cómputo y los recursos tecnológicos no siempre estaban disponibles, por lo que tenían que diseñar planes alternativos para impartir las clases en las que preveían su utilización. Esta situación es una muestra de que, pese a los avances logrados en materia de aprovisionamiento de equipos en los centros educativos y el uso masivo de dispositivos móviles personales, incluso entre los contextos de menores ingresos, las dificultades de conectividad y acceso a internet persisten en estos lugares y son un obstáculo para proponer iniciativas de integración de tecnologías por parte del profesorado en formación.

Todas estas referencias muestran que la inclusión de las TIC durante las prácticas y, en general, su uso en las instituciones de secundaria carece de amplitud. Los factores identificados son los siguientes: insuficiente equipamiento tecnológico, subutilización de los recursos disponibles y restricciones de acceso. Sin embargo, el más crítico es que muchas instituciones se mantienen al margen de la formación en TIC, mediante la prohibición de uso de dispositivos personales dentro de sus instalaciones y restricciones en el manejo de aplicaciones y servicios de navegación en las salas de computadores; posición justificada en la intención de mitigar los riesgos asociados con la seguridad en internet.

Este escenario impone restricciones significativas a la formación en competencias digitales, entre ellas, la pérdida de interés de profesores noveles y practicantes que desean integrar las tecnologías en sus actividades de clase, pero que al final desisten de hacerlo dadas las múltiples autorizaciones que exigen los proyectos educativos que prevén el uso de internet, como la aprobación de las directivas de la institución o el permiso y consentimiento informado y firmado por los padres de familia o responsables de los estudiantes.

Esta postura asumida en muchos centros educativos tiene repercusiones en el ámbito social, porque no se contempla que los estudiantes, menores de edad en su mayoría, están conectados a internet a diario. Además, el hecho de que los colegios no asuman un papel activo y orientador frente al uso educativo de internet hace que los estudiantes sean más vulnerables a los riesgos del mundo interconectado. En este sentido, las instituciones educativas deberían ser más proactivas, actuar menos desde la restricción y más desde el desarrollo de programas y proyectos dirigidos al aprovechamiento de internet y de la tecnología en actividades de aprendizaje, así como a formar para la autorregulación en el uso de las TIC. Para que esto sea posible, es indispensable que el profesorado, independiente de su campo de especialidad, desarrolle —desde la formación inicial— sus competencias digitales. Razón por la cual este problema deja de ser competencia exclusiva de los colegios e involucra la acción de las instituciones formadoras del profesorado.

Por último, las experiencias relatadas en este apartado muestran que una proporción considerable del profesorado en formación no cuenta con oportunidades para integrar las TIC en el trabajo de aula. Hecho que constituye un urgente llamado de atención, si se tiene en cuenta que las actuales condiciones de acceso a los dispositivos y a la interconexión global ha generado cambios fundamentales en diversos ámbitos de la vida social, que volvieron imperativa la promoción de competencias digitales desde los colegios, para que niños, niñas y jóvenes se desenvuelvan en sociedades cuyo avance

está marcado, en buena parte, por los desarrollos tecnológicos. En consecuencia, dotar al profesorado de una formación completa, actualizada y con alto grado de experticia en el uso de las TIC es una tarea que debe ser emprendida cuanto antes, de manera que las próximas generaciones de profesores estén en capacidad de orientar los hechos educativos en las nuevas ecologías de aprendizaje.

## Tecnología accesoria

Un gran grupo de las experiencias con las TIC representa la tendencia a interpretar las innovaciones tecnológicas a partir de categorías anteriores, es decir, a utilizarlas como convencionalmente se han empleado otros recursos dentro del aula. En esta categoría, el mayor número de referencias hechas por estudiantes de todos los programas, tanto en sus clases en la universidad como durante las prácticas educativas, corresponde a la visualización de información.

Uno de los episodios más comunes al hablar del uso de las tecnologías durante las clases en la universidad fue aquel en el que se conecta un computador a un videoprojector o a un televisor, para visualizar videos y tutoriales de YouTube o presentaciones con diapositivas para apoyar explicaciones o visualizar pautas de trabajo. En este caso, el computador es un reemplazo de los acetatos de diapositivas o de las videocaseteras, de manera que se integra de la misma forma que artefactos anteriores.

El uso de las TIC como herramientas para visualizar información —como se ha hecho durante décadas con televisores y videoprojectores— persiste incluso en los espacios académicos dedicados a la formación de las competencias digitales. Con ello, se refuerzan prácticas de transmisión pasiva de información, que dan cuenta de las dificultades de los formadores para renovar sus estrategias pedagógicas y comprender el aporte de las tecnologías a su labor. En consecuencia, el profesorado en formación va construyendo una fuerte asociación entre la utilización de las TIC y las pantallas.

Estos modos de uso se refuerzan por la disposición de la mayoría de los salones de clase, en los cuales está instalado un computador

sobre el escritorio del formador, conectado a un televisor, ubicado en la pared hacia la cual se orientan las sillas dispuestas para los estudiantes. Esta organización fortalece la idea de un modelo de integración de las TIC centrado en el profesor, en el que los estudiantes tienen pocas oportunidades para desempeñar un rol activo durante su aprendizaje. En principio, se enuncia que esto obedece a las restricciones de presupuesto de la universidad. Sin embargo, hace menos de cuatro años, las directivas decidieron destinar una considerable inversión a la dotación de las aulas con televisores como complemento de pizarrones y marcadores, lo que desde el punto de vista pedagógico aún fortalece los enfoques expositivos. En su lugar, la adquisición de tableros interactivos podría resultar más conveniente para promover la participación activa de los estudiantes en actividades colaborativas.

Existen otras aulas en donde cada estudiante accede a un computador, pese a lo cual en muchas clases no ocurre. En otras ocasiones, se usan como complemento del modelo tradicional de clase, sin interacción, concentrado en el trabajo individual del estudiante como consumidor de información y sin desarrollar síntesis creativa, generación de ideas o solución de problemas. Así utilizadas las TIC no constituyen elementos transformadores de la relación pedagógica, sino que, por el contrario, enfatizan la unidireccionalidad de la comunicación y distribución de contenido desde los expertos hacia los principiantes. Usos similares fueron observados por los practicantes en los centros de secundaria, durante la realización de actividades cuyo énfasis fue la transferencia del *conocimiento objetivo* del profesorado hacia los estudiantes, mediante la proyección de contenidos en formato digital, en especial a través de recursos audiovisuales.

En consecuencia, y al reafirmar la influencia de los modelos de aprendizaje vicario, muchos de los usos que los profesores practicantes dieron a las TIC estuvieron restringidos a la proyección de recursos audiovisuales. Sin embargo, varios comentarios hechos por los estudiantes indican que son conscientes de que su uso de las tecnologías es muy limitado y que su potencial está subutilizado.

Otra manera de emplear las tecnologías en los centros de secundaria corresponde a las aplicaciones ofimáticas, en particular Excel, como objeto de estudio y recurso para crear, editar y calcular. Sin embargo, en opinión de los estudiantes, los programas ofimáticos, al igual que las aplicaciones de redes sociales, son tecnologías extendidas en la vida cotidiana, por lo que su utilización no representa avances significativos en la integración de las TIC con propósitos educativos. Esto se interpreta de dos maneras:

1. Los estudiantes saben que integrar las TIC en el aula va más allá del uso del *software* básico de ofimática y la publicación de contenidos en espacios de socialización digital.
2. Ellos desconocen el potencial de aplicaciones como las redes sociales, por ejemplo, en la configuración de redes de aprendizaje y desarrollo profesional, al ser este un tema que aún no se incluye en sus planes de formación.

Estas reflexiones guardan concordancia con las brechas entre el uso de tecnologías con fines sociales y con propósitos de aprendizaje (Porat *et al.*, 2018), las cuales ratifican que el hecho de que los formadores y el profesorado en formación sean usuarios cotidianos y fluidos de aplicaciones digitales no equivale a que conozcan cómo integrarlas en las labores educativas.

De lo anterior, los usos poco variados de las tecnologías, focalizados en la proyección de recursos audiovisuales y en el trabajo con aplicaciones ofimáticas, no optimizan el proceso educativo, ni conducen a transformaciones significativas de las prácticas de aula, ni a diseños educativos innovadores. En cambio, revelan deficiencias en las competencias digitales de los formadores, las cuales restringen el aprovechamiento de las tecnologías y las sinergias entre el repertorio de conocimientos pedagógicos, disciplinares y tecnológicos.

No obstante, los efectos de la generalización del uso simplificado de las TIC se expanden más allá de las instituciones formadoras del profesorado, que afectan a los centros de secundaria en

asuntos como el estancamiento en la transición de los medios de comunicación masiva, presentes en el escenario educativo desde hace más de medio siglo, hacia los medios sociales, provistos por la Web 2.0 y sus potencialidades de interacción, colaboración y construcción de conocimiento. Este hecho deriva en una incipiente participación del profesorado y del estudiantado en la creación y difusión de conocimiento; competencias que, como se discutió en el marco teórico, han sido declaradas fundamentales para la vida en el siglo XXI.

Se anticipa, entonces, que superar el uso accesorio de las tecnologías —prescindible o reemplazable por otros artefactos disponibles en los entornos de aula— requiere una amplia formación alrededor de la *potencialidad* de las ecologías de aprendizaje. En otros términos, es necesario aprender a utilizar las tecnologías para diseñar, implementar y evaluar estrategias pedagógicas en contextos reales, al adecuar las formas de representación del conocimiento, los patrones de comunicación e interacción, además de los métodos de evaluación a las expectativas, intereses y necesidades del estudiantado. Una sólida formación contribuirá a que los futuros educadores se conviertan en agentes activos en la innovación pedagógica, al superar prácticas tradicionales que resultan poco apropiadas para impulsar los aprendizajes que demanda el mundo contemporáneo, así como al aprovechar la amplia gama de oportunidades ofrecidas por las tecnologías, en lugar de continuar *acomodándolas* a las convencionalidades de la enseñanza.

## Tecnología como actor constitutivo

El aprovechamiento del potencial de las tecnologías para la educación se define como su utilización para realizar actividades que, de otra forma, serían difíciles de desarrollar o no se llevarían a cabo desde los contextos educativos, bien sea por las condiciones o costos que conlleva su realización o porque son imposibles de realizar sin el uso de las tecnologías. Algunos ejemplos de este uso son los siguientes:

- *Simulaciones por computador*: modelan situaciones para desarrollar conocimientos conceptuales o procedimentales mediante interfaces próximas al mundo real, al alcance del contexto educativo y sin mayores riesgos para los estudiantes.
- *Técnicas de visualización de realidad aumentada y virtual*: facilitan el desarrollo de actividades de descubrimiento y experimentación de fenómenos en los niveles microscópico y macroscópico.
- *Interacción asincrónica y el trabajo colaborativo fuera del aula*: lleva el proceso de aprendizaje más allá de las fronteras del salón de clase.
- *Retroalimentación y seguimiento instantáneo del progreso de los estudiantes*: gracias a la automatización de los comentarios que recibe el estudiante una vez finalizadas las pruebas y los reportes sobre su rendimiento, siempre disponibles para consultar, entre muchas otras posibilidades.

Si bien estas formas de uso fueron excepcionalmente encontradas, varios relatos ofrecen indicios sobre aproximaciones a un manejo más amplio y pertinente de la tecnología, que las convierte en agente de transformación y mejoramiento de las dinámicas de aprendizaje. Los siguientes títulos presentan las experiencias más significativas, a través de las cuales es posible apreciar cambios de rol en los estudiantes, su participación en la construcción de conocimiento, un amplio dominio de los contenidos disciplinares al usar *software* especializado y su determinación para integrar tecnologías de vanguardia y participar en otras modalidades educativas.

## En el cambio de rol de los estudiantes

Entre las experiencias de uso de la tecnología como actor constitutivo, se cuentan aquellas en las que los estudiantes exhibieron un rol activo en su aprendizaje, por ejemplo, al realizar búsquedas, seleccionar recursos especializados e integrarlos en los diseños educativos. Esto

les implicó, en muchos casos, aprender por cuenta propia el funcionamiento de las aplicaciones y llevar a la práctica los conocimientos disciplinares y pedagógicos para ensamblar aplicaciones y recursos en ambientes de aprendizaje o unidades didácticas.

Dentro de esta categoría, se incluyeron aquellos eventos en los que se aprovechó el potencial de interacción de las tecnologías para empoderar al estudiante como actor responsable de su aprendizaje, mediante la colaboración con pares, profesores y otros actores. Estas prácticas impulsan la participación activa en diversas formas que aprovechan el potencial que proveen las tecnologías para el trabajo colaborativo, la selección de recursos digitales, la configuración de rutas personales de aprendizaje y la extensión del aprendizaje fuera del aula, entre otras.

## En la creación de conocimiento

Un lugar relevante dentro de este grupo de experiencias lo ocuparon los desarrollos propios, elaborados en algunos casos por los formadores, pero, en principio, por el profesorado en formación. Estos últimos evidenciaron un mayor nivel de complejidad en sus producciones, las cuales tomaron la forma de aplicaciones móviles, sitios web y ambientes de aprendizaje en los que integraron varios recursos disponibles en internet o creados a medida.

Estas experiencias se catalogan como *creación de conocimiento*; gracias al fruto de su realización, se obtuvieron artefactos de tecnología educativa destinados al mejoramiento de los aprendizajes. A la par, en su construcción se desarrollaron capacidades creativas, así como la apropiación y aplicación de conocimientos disciplinares, pedagógicos y tecnológicos. Por ello, evidencian el interés del profesorado en formación por integrar las tecnologías como alternativa para innovar en la práctica docente.

Los relatos indican que, a la par de la formación en tecnologías, es fundamental fortalecer la profundización en los conocimientos pedagógicos, indispensables para comprender cómo aportan valor a los procesos de aprendizaje. Por supuesto, también es esencial desarrollar un amplio dominio de los campos disciplinares, con

el fin de identificar los conceptos, problemas y métodos clave de cada área y promover su comprensión con el uso de los recursos tecnológicos más apropiados.

Asimismo, se registró la participación del profesorado en formación en la producción de contenidos digitales en formato audiovisual. Su realización fue, en la mayoría de las ocasiones, resultado del aprendizaje por cuenta propia de aplicaciones y técnicas de edición y producción de videos educativos. Actitud motivada por el interés de mejorar la comprensión de las temáticas.

En otros testimonios, se aprecia que un amplio dominio de la tecnología da lugar a la recursividad del profesorado en formación, cuando le permite diseñar alternativas para superar las carencias de infraestructura y equipamiento en las instituciones educativas. Por ejemplo, en la siguiente intervención, un estudiante de la licenciatura en Química demuestra que, cuando se provee una formación pertinente, su comprensión del potencial de las tecnologías se expande hasta ser capaz de implementar soluciones gracias al uso de aplicaciones y artefactos tecnológicos:

La mayoría de las instituciones educativas no cuentan en sus laboratorios con las mínimas normas de seguridad para llevar a cabo una experiencia de química aplicada, por ende, tuve la necesidad de implementar un laboratorio virtual y llevarles la experiencia a los estudiantes para el tema de reacciones *redox*, bajo un enfoque constructivista, que integraba teoría y práctica. (Comunicación personal, grupo focal de la Facultad de Ciencia y Tecnología, 7 de mayo del 2008)

La combinación de una formación adecuada con el esfuerzo activo y la motivación de los estudiantes deriva en la generación de ideas y conocimientos que, en escenarios de acceso a las tecnologías digitales, toman la forma de artefactos programables, aplicaciones móviles, ambientes de aprendizaje, simulaciones, entre otros recursos que enriquecen el trabajo docente.

## En el dominio de los contenidos disciplinares

Un buen número de relatos hizo alusión al uso de *software* especializado. La experticia adquirida con estas aplicaciones y su apropiación para diseñar recursos educativos son un pilar en la formación de

competencias digitales. En este grupo, se registraron, como parte de las clases en la universidad, el uso de editores de imagen; aplicaciones de edición y composición musical; *software* matemático (GeoGebra y MATLAB); graficadores especiales; programas de georreferenciación (QGIS y ARCGIS); laboratorios virtuales; *software* de simulación; aplicaciones para personas con diferentes tipos de discapacidad; así como placas y controladores (Arduino y Raspberry Pi), entre otros.

Utilizar *software* especializado también fue objeto de observación por parte de los estudiantes en los colegios, aunque varias veces allí se usan aplicaciones diferentes a las aprendidas en la universidad. Esto ocurre porque en los colegios no están disponibles las mismas aplicaciones, existen restricciones para instalarlas y, en otros casos, el *software* está instalado, pero el profesorado de los colegios no está capacitado para utilizarlo. Esta situación hace patente la falta de articulación entre las instituciones formadoras del profesorado y los colegios, tanto en el tipo de aplicaciones que resultan más convenientes en el aprendizaje de cada área como en el entrenamiento que debe recibir el profesorado para su utilización. Por consiguiente, los estudiantes llevaron a sus sesiones de práctica educativa aplicaciones especializadas como GeoGebra, simuladores PhET, RoboMind, Arduino, entre otras.

Las expresiones utilizadas por los estudiantes durante estos relatos se diferencian de otras narraciones en que demuestran un dominio más amplio de los contenidos disciplinares y de las estrategias pedagógicas que implementaron al integrar el *software* especializado en el trabajo del aula. Acto que lo convierte en un recurso valioso para desarrollar los conocimientos TPACK. Su uso extendido, sobre todo entre los estudiantes de Ciencias Sociales, Matemáticas, Diseño Tecnológico, Electrónica y Química, es uno de los avances más significativos en la formación en competencias digitales en los programas de la UPN.

## En la integración de tecnologías de vanguardia

Vivir en una época en que las tecnologías digitales con aplicaciones en el campo educativo evolucionan rápidamente comporta que los educadores que formarán las próximas generaciones de

ciudadanos no se abstraigan de esta dinámica de cambio. El interés por integrar las tecnologías más recientes en los escenarios de la educación secundaria y, por ende, la preparación para utilizarlas desde las instituciones formadoras del profesorado, va más allá de un capricho de *estar al día* con las tendencias. Si bien estas tecnologías pueden rezagarse varios años en llegar a las instituciones educativas en Colombia, el profesorado tiene que estar preparado respecto a su utilización, porque el tiempo que tardan en arribar es generalmente menor que el que les toma a los docentes aprender a usarlas.

Más conveniente aún es que estos desarrollos están acompañados de un amplio repertorio de estrategias para su implementación y aprovechamiento, fruto de investigaciones realizadas en diferentes partes del mundo, en las que se han probado sus potencialidades para la motivación, autorregulación, creatividad, solución de problemas y demás, a través de variados diseños metodológicos y didácticos. Esta es una razón de peso para incluir la formación en tecnologías de vanguardia como campo fundamental en la preparación del profesorado. De esta manera, hubo relatos que exhiben el uso de tecnologías de reciente incorporación en el mundo educativo, tanto por determinación del profesorado de los colegios como de los practicantes. Se destacan las tecnologías de visualización 3D y de realidad aumentada, que proporcionan oportunidades de aprendizaje inmersivas y capturan la atención del estudiantado.

En este mismo grupo, se inscriben los laboratorios virtuales utilizados por los practicantes para orientar experimentos a través de computadores o tabletas. La preparación del profesorado en el uso de estas aplicaciones resulta útil en el trabajo dentro de instituciones donde el equipamiento de laboratorios es deficiente, o en los casos en los que debe manipularse instrumental o reactivos potencialmente peligrosos, o muy costosos para los colegios. Por último, se incluyeron el uso de animaciones, videojuegos y *software* de simulación.

El reducido número de experiencias con tecnologías de vanguardia refleja su incipiente integración en el sistema educativo colombiano. De las tendencias tecnológicas en el nivel de

secundaria, reseñadas por la última edición del *Reporte Horizon* (Freeman *et al.*, 2017), únicamente se reportaron prácticas en programación como alfabetización, robótica educativa y realidad virtual. A pesar de lo distinguido que resulta que en el contexto colombiano las tecnologías formen parte de las actividades de formación del profesorado, queda aún pendiente la inclusión de otros desarrollos, como el aprendizaje de las disciplinas de ciencias, tecnologías, ingenierías, artes y matemáticas (STEAM), las analíticas de aprendizaje, los *makerspaces*, la inteligencia artificial y el internet de las cosas. Razón por la cual será esencial diseñar intervenciones conducentes a su inclusión en los cursos y prácticas de formación de los futuros educadores.

## En la aplicación de las TIC en los trabajos de fin de carrera

Los estudiantes dieron otros usos a las TIC durante su acto formativo, entre ellos, la planeación y gestión de prácticas educativas, la elaboración de planes y sesiones de trabajo, la sistematización de los resultados de pruebas aplicadas a los estudiantes y la digitalización de listas de clase. Estas actividades guardan conexión con las competencias de integración de las TIC en la gestión educativa y, en general, son resultado del nivel de alfabetización informacional alcanzado por esta generación de estudiantes. Asimismo, se mostraron interesados en incluir tecnologías en sus proyectos de fin de carrera, en particular a través del desarrollo de ambientes de aprendizaje en la web.

El interés demostrado por las nuevas generaciones de profesores en formación los anima a integrar las TIC en su trabajo docente. Además, los conduce a aprender por su cuenta lenguajes de programación y múltiples aplicaciones para construir escenarios de aprendizaje a medida, en perspectiva a lo que puedan encontrar y transformar en los escenarios que serán sus lugares de trabajo. Sin duda, estas actitudes tienen el potencial de contribuir al mejoramiento de la calidad y actualización del sistema educativo colombiano, por lo que será importante preservarlas y direccionarlas hacia este propósito.

## Discusión sobre el impacto de las experiencias de uso de las TIC

La recopilación de las experiencias de integración de las TIC en diferentes momentos del hecho formativo posibilitó reconocer su presencia o ausencia, así como los modos de uso apropiados por los formadores, el profesorado y los profesores en formación. A partir de esta compilación, se establecen comparaciones con los resultados obtenidos en las etapas previas de la investigación, es decir, con las intencionalidades y acciones formativas expresadas de manera explícita en los documentos de los programas y con las percepciones de autoeficacia y TPACK de los estudiantes de fin de carrera. A continuación, se presentan los principales resultados de este cotejo, que señalan su impacto en la formación inicial del profesorado.

### Sobre el aprendizaje vicario o los modelos de uso de la tecnología

La mayoría de las actividades orientadas a la integración de las TIC, emprendidas por los estudiantes durante las prácticas, estuvieron influenciados por las formas, estrategias y enfoques demostrados por sus formadores y por el profesorado de los colegios. Esto se apreció, primordialmente, en la utilización de las TIC como recursos audiovisuales, en el uso de *software* especializado y en la creación de aulas virtuales.

Además de ello, los modelos de uso de las TIC observados en los centros de secundaria motivaron la apropiación de tecnologías diferentes a las aprendidas en la universidad, entre ellas visualización 3D, realidad aumentada y proyección de imágenes desde el microscopio. Pese a estas evidencias, el análisis estadístico indicó que estos no inciden sobre las percepciones de autoeficacia y el TPACK del profesorado en formación, lo cual pudo deberse a las exiguas oportunidades para observar su uso. No obstante, no se descarta su contribución a la formación de las competencias digitales del profesorado, por lo que se sugiere ampliar y promover

el intercambio entre el profesorado en servicio y en formación, sobre nuevas aplicaciones y estrategias de integración de las TIC, en función de enriquecer, en simultáneo, la preparación docente y el trabajo en las instituciones educativas.

Sumado a esto, dichas experiencias muestran que el profesorado de algunos colegios integra tecnologías de más reciente aparición en el contexto educativo; situación poco frecuente en la UPN. Esto señala que las instituciones formadoras no incorporan ágilmente el estudio de las tecnologías de vanguardia y, por ende, la responsabilidad de aprender sobre estas queda en manos del futuro profesor.

La correspondencia entre las tecnologías aprendidas durante la carrera y las empleadas durante las prácticas educativas ratifica la importancia de brindar al profesorado en formación experiencias significativas en el uso de las TIC. Esta exposición previa al uso de tecnologías es uno de los predictores clave en la autoeficacia para integrar las TIC (Tondeur *et al.*, 2017b) e incide tanto en la decisión de incluirlas durante el trabajo en el aula como en los usos asignados. En consecuencia, entre más pertinentes y completas sean las experiencias con las TIC, mejores serán los fines que se les darán, una vez ellos comiencen a ejercer su trabajo como profesores.

Por otra parte, la influencia de los formadores va más allá de las decisiones sobre los tipos de tecnología y sus usos, por lo que se extiende a la configuración de sistemas de creencias alrededor de su utilidad y pertinencia en la educación. Varios testimonios son muestra clara de este influjo. Uno de los casos más representativos es el discurso instituido en torno a la poca utilidad de las TIC, al ser catalogadas como elementos distractores, promotores del sedentarismo, pérdida de tiempo y facilismo. En este sentido, se critica el inmediatez que prima en las consultas en internet, en las que se omite verificar, comparar y contrastar el origen de la información, así como la tendencia de los estudiantes a *copiar y pegar*, para crear documentos y trabajos. Estas concepciones son, al menos en parte, resultado de una formación deficiente alrededor de las potencialidades que ofrecen las tecnologías para el aprendizaje y de las escasas oportunidades que se provee al

profesorado en formación para incluirlas en las planeaciones y diseños educativos. Al tener en cuenta que las creencias son uno de los factores determinantes en la decisión de integrar las tecnologías en los procesos educativos (Holland y Piper, 2016; Güneş y Bahçivan, 2018), resulta indispensable generar, desde la formación inicial, posturas equilibradas y realistas acerca de sus ventajas y riesgos, con el fin de que el profesorado forme opinión a partir de criterios sólidos.

Aunque este propósito se convierte en un ideal, la situación en materia de políticas educativas en los últimos años, tanto en el contexto colombiano como en otras latitudes, se ha concentrado en los riesgos de seguridad que enfrentan niños y adolescentes cuando acceden a internet, al dejar de lado el análisis de la utilidad de la tecnología en el aprendizaje y construcción de conocimiento. Una muestra de ello son los proyectos legislativos orientados a la censura de las tecnologías en los entornos educativos.<sup>3</sup>

Frente a esto, la experiencia nos advierte que las prohibiciones solo dilatan los problemas y que el uso de las tecnologías no se deja únicamente en manos de las familias. La institución educativa y el profesorado tienen mucho que aportar en la orientación de su uso creativo y productivo, así como en ayudar a construir la presencia segura de los niños y jóvenes en el mundo digital. En este escenario, resulta indefectible formar al profesorado para que aproveche, en favor del aprendizaje, las potencialidades de los dispositivos y aplicaciones tecnológicas; preparación que debe incluir el diseño

---

3 Por ejemplo, en el 2016, la directora del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar sugirió prohibir el uso de teléfonos inteligentes y tabletas a menores de 14 años, lo que ha derivado en que esté a las puertas del Congreso de la República de Colombia la aprobación de una ley que busca prohibir el uso de dispositivos móviles en todos los colegios, tal y como fue sancionado en agosto de 2018 por el Gobierno francés (Rojas, 2017). Ahora bien, hasta la fecha, no existe una norma que prohíba el uso de dispositivos móviles en los establecimientos educativos, solo directrices de cada colegio o de asociaciones de colegios, en las cuales se incluyen restricciones o prohibiciones sobre su utilización durante el horario escolar.

de estrategias para enfrentar los riesgos de seguridad que existen en internet.

## Sobre el desarrollo de los conocimientos TPACK

Como indicó el análisis estadístico, la integración de tecnología durante las prácticas educativas es un predictor de la autoeficacia y del TPACK. El análisis detallado del uso de las TIC, entre estudiantes con menores niveles de percepción, señaló que fueron empleadas, en principio, como soporte audiovisual y para difundir contenidos en aulas virtuales; mientras que los estudiantes con los niveles de percepción más altos utilizaron las TIC de forma diversificada y compleja, a través de simulaciones, realidad virtual, robótica educativa, entre otras.

De esta manera, las experiencias de incorporación de las TIC durante las prácticas educativas señalan que el *conocimiento tecnológico* del profesorado en formación es dispar y, en conformidad con los análisis estadísticos, es el de menor desarrollo. Esto se da pese a que todos los participantes en este estudio son representantes de las generaciones *millennials* o *posmillennials*, quienes se caracterizan por ser usuarios fluidos de la tecnología y sentirse emocionalmente apegados a los entornos digitales (Ng, 2012).

Asimismo, los relatos señalan que, en la mayoría de los casos, la integración de las tecnologías acompañó acciones pedagógicas centradas en el profesor o en la transferencia de contenido. El nivel de *conocimiento pedagógico* alcanzado no les faculta para proponer diseños educativos orientados a la colaboración, pese a ser esta última una de las principales características del mundo de las redes sociales y de la Web 2.0, en el que están inmersos a diario. Estos hallazgos plantean profundizar en la comprensión del potencial pedagógico de las TIC y en las oportunidades en la construcción social de conocimiento. Por ello, hay que fortalecer la formación tecnológica y pedagógica, de manera que estén en capacidad de apropiarse las tecnologías y aprovecharlas en toda su capacidad durante procesos en los que los estudiantes sean protagonistas.

Estos hallazgos fortalecen los conocimientos TPACK, tanto en el profesorado en formación como en los formadores. Algunas alternativas, recientemente validadas por la investigación, que demuestran su efectividad para este propósito, son el diseño de estrategias de formación basadas en el juego de roles (Lee y Kim, 2017) y en los juegos educativos (Petelin *et al.*, 2019).

Por último, pese a las incipientes experiencias con las TIC ofrecidas por la UPN, así como las dificultades y restricciones en su uso dentro de los centros de secundaria, el profesorado en formación ha comenzado a involucrarse, por cuenta propia, en la integración de las TIC en los escenarios educativos; hecho que propicia, en algunos casos, desarrollos creativos en los que ponen en juego su repertorio de conocimientos TPACK y su interés por aprovechar las tecnologías en las actividades docentes. Esta determinación puede ser aprovechada por los programas para ampliar las experiencias de incorporación de tecnologías en los entornos educativos, ofrecerles preparación en las tecnologías más recientes para la educación secundaria y darles a conocer sus potencialidades en el aprendizaje, la construcción de conocimiento y el desarrollo de competencias del siglo XXI.

## Sobre las diferencias en la autoeficacia y TPACK entre los programas

Los estudiantes de Diseño Tecnológico, Electrónica y Física mostraron percepciones superiores en el TPACK y en la autoeficacia. Estos resultados se atribuyen, al menos de forma parcial, a la incorporación de las TIC durante las prácticas educativas, en las cuales los estudiantes demostraron usos variados y complejos de las tecnologías. Los estudiantes de Diseño Tecnológico emplearon plataformas LMS, videojuegos, recursos audiovisuales y crearon artefactos tecnológicos —fundamentalmente sistemas mecánicos—. Por su parte, los estudiantes de Electrónica utilizaron realidad aumentada, recursos audiovisuales, entornos de programación educativa, como RoboMind, y placas de desarrollo de *hardware*, como Arduino. Sin embargo, esto no se generaliza en los estudiantes de Física, cuyas

experiencias con las TIC, durante las prácticas, fueron escasas y estuvieron restringidas al uso de recursos audiovisuales. Debido a esto, se estima que, en alguna medida, los altos niveles de percepción de los estudiantes sobre estos programas se concentran en el conocimiento de la programación de computadores, que adquieren a través de tres cursos obligatorios.<sup>4</sup>

Por otro lado, los estudiantes de Educación Especial, Matemáticas y Química se ubicaron en el segundo cuartil superior de experiencias con TIC en las prácticas. Esto se interpreta como una consecuencia del interés de estos programas por proveer una sólida formación en su uso a través de cursos y optativas profesionales, cuyo impacto se refleja en la diversidad de formas de integración de las TIC: diseño e implementación de ambientes virtuales de aprendizaje, uso de *software* especializado, aplicación de laboratorios virtuales, entre otras. A pesar de estas evidencias, los resultados estadísticos indican que quienes no recibieron formación en TIC valoraron mejor su capacidad para utilizarlas en su *conocimiento tecnológico, pedagógico, pedagógico del contenido, tecnológico del contenido y tecnológico pedagógico*. Esto se debe, en parte, a que muchos de los aspectos evaluados por los instrumentos TPACK y SQD no han sido incluidos en los planes temáticos de estos cursos.

Frente a los programas en los que se registraron las percepciones más bajas de TPACK y autoeficacia —en particular entre los estudiantes de Artes Visuales, Español, Inglés, Filosofía y Biología— una posible elucidación, a la luz de sus experiencias con las TIC durante las prácticas, se vincula con el hecho de que, cuando estas ocurrieron, se limitaron al uso de recursos audiovisuales. Solo en dos ocasiones incluyeron plataformas de cursos virtuales y sitios de internet, lo que creó en ellos la percepción de que hacen un uso muy básico de las tecnologías.

---

4 - En las licenciaturas de Diseño y Electrónica: Informática 1, Informática 2 e Informática 3.  
- En la licenciatura en Física: Programación de Computadores I, Programación de Computadores II y Métodos Computacionales de la Física.

De estos casos sorprenden las bajas valoraciones de los estudiantes de Filosofía, en contraste con la amplia presencia de las TIC en los propósitos formativos, escenarios de práctica y líneas de investigación del programa. Una explicación plausible se debe a que la información que reciben a través de los cursos contrasta con la forma en la que se sigue enseñando la filosofía en los centros de secundaria, mediante clases magistrales, en las que no se utiliza o se hace un uso simplificado de la infraestructura tecnológica. Otra posible causa se atribuye a condiciones de la formación que reciben, que no los prepara para crear por sí mismos ambientes de aprendizaje asistidos por tecnología, lo que genera una sensación de *vacío*, una brecha entre lo que saben que puede hacerse con la tecnología y lo que realmente están en capacidad de hacer.

En el caso de los estudiantes de Español e Inglés, las bajas percepciones en el TPACK y en la autoeficacia son consecuencia de la ausencia de un área específica sobre el aprendizaje de lenguas asistido por computador en el plan de formación. Este campo se ha consolidado como una disciplina de amplio crecimiento y aceptación para la formación en lenguas, asunto que es bien conocido por el estudiantado, pese a no estar recibiendo preparación en ello.

A pesar del valioso proyecto emprendido por el programa de Biología, a través del Centro de Medios Audiovisuales —en donde se promueve la producción de material para la enseñanza de esta disciplina—, los bajos niveles de autoeficacia y TPACK de sus estudiantes se asocian, entre otros factores, con el hecho de que los recursos audiovisuales, como otras tecnologías, no resultan tan notorios en este campo. Entre estas tecnologías destacan las técnicas de visualización de realidad aumentada, virtual y extendida, mediante las cuales es posible *traer a las aulas* los entornos y ecosistemas, para estudiarlos de forma más *tangible* y favorecer la inmersión sensorial. Incluir dentro del plan de estudios la preparación en estas tecnologías constituye un factor clave para potenciar las competencias digitales en los estudiantes de este programa.

## Potencial innovador de los futuros profesores: una semilla por abonar

Las experiencias de integración de TIC más elaboradas fueron obra del profesorado en formación con la creación de aplicaciones móviles, sitios web y ambientes de aprendizaje, en los que integraron recursos disponibles en internet, videos, lecciones y objetos de aprendizaje que ellos crearon. A través de estas experiencias, diseñaron rutas de aprendizaje, pusieron en juego sus conocimientos disciplinares y pedagógicos y tomaron la iniciativa de profundizar en los conocimientos tecnológicos necesarios para implementar sus diseños.

Estas iniciativas estuvieron inspiradas por su interés en las tecnologías; en otros casos, fueron resultado de sus aprendizajes durante la carrera. Pero, más allá de su origen, la decisión de integrar las TIC, con el ánimo de innovar las formas de enseñanza, generó, entre quienes se arriesgaron a hacerlo, un nivel de confianza que les permitió llevar sus producciones a los escenarios de práctica y superar barreras ideológicas y de infraestructura. Esto toma más valor si se tiene en cuenta que se trató de una decisión completamente suya, pues no constituye un requisito o exigencia para completar la práctica educativa. Así, este potencial de innovación e interés del profesorado en formación es un factor que no puede pasarse por alto y debe fortalecerse.

## Perspectivas de los formadores de profesores sobre la formación en competencias digitales

A partir del análisis de las entrevistas realizadas a los formadores, se distinguieron sus perspectivas frente al papel de las tecnologías en la educación, así como a los usos dados a las TIC en sus clases y a sus necesidades de actualización y desarrollo profesional. Gracias a estos relatos, se reconstruyeron, además, sus imaginarios frente a

la competencia tecnológica de los futuros educadores, expresados con reflexiones alrededor de la integración de las tecnologías en las prácticas educativas, la contrastación entre la preparación que se brinda y los requerimientos de los centros de secundaria, además de las condiciones de infraestructura de los escenarios de formación. El análisis reveló perspectivas implícitas acerca de la enseñanza, el aprendizaje, el rol del profesorado, entre otros aspectos. Los siguientes apartados reúnen los principales hallazgos.

## Formadores de profesores como usuarios de las TIC

En términos generales, los formadores entrevistados se consideran *usuarios activos* de las TIC en su vida cotidiana y valoraron como *buena* su competencia tecnológica y su capacidad para manejar dispositivos y aplicaciones. Esto fue evidente en profesores de distintas edades, aunque entre los más jóvenes se identificó un uso más amplio e intensivo de aplicaciones como Spotify, Netflix, juegos, redes sociales, entre otras. Reconocen que las tecnologías son bastante útiles y facilitan su trabajo profesional, por lo que valoran, en gran medida, las oportunidades de acceso a la información, interacción sincrónica-asincrónica y la optimización en el manejo del tiempo. Sus declaraciones revelan que las TIC forman parte de su vida cotidiana y, a partir de su uso, configuran formas de *teletrabajo*, principalmente para consultar información, compartir documentos y llevar a cabo reuniones con sus colegas.

En otros casos, los formadores mencionaron la importancia de las tecnologías como facilitadoras de su labor docente en la evaluación, el seguimiento de las actividades de los estudiantes y la distribución de contenido. Estos usos indican niveles de desarrollo básicos de la competencia digital, que no logran impacto en la renovación de las prácticas docentes. Otros afirman que las tecnologías se han convertido en elementos imprescindibles durante el trabajo en el aula, aunque no por las oportunidades para llevar a cabo experiencias de aprendizaje más activas, sino porque su presencia,

desde hace ya tantos años en los salones de clase, los ha convertido en sustitutos o complementos de pizarras y ábacos.

Si bien los formadores declararon ser usuarios asiduos de dispositivos y aplicaciones y admiten sus ventajas para el trabajo, muchos aún no las utilizan durante las clases. Al indagar por las razones de esta decisión, los motivos fueron múltiples. Según algunos, obedece a su falta de preparación, así como al desconocimiento de las posibilidades que proveen en procesos educativos, lo que les ha conducido a reciclar viejas prácticas pedagógicas con nuevas tecnologías, que limitan su transformación y renovación. De acuerdo con otros, se debe a las prohibiciones de tiempo, tanto para abordar los temas previstos en cada curso, como para preparar sesiones con el uso de aplicaciones y dispositivos tecnológicos. En otros casos, hablan de las restricciones en el acceso a las salas de computadores y del insuficiente soporte que reciben en la Universidad, ante lo cual prefieren evitar eventuales fallos en la conectividad o en el funcionamiento de las aplicaciones, que, en la mayoría de los casos, no están en capacidad de resolver por su cuenta.

En síntesis, los formadores son usuarios cotidianos de las TIC y, en general, reconocen las facilidades que les ofrecen para su trabajo, tanto en las tareas de gestión como de docencia. Sin embargo, muchos de ellos aún no las integran en las actividades docentes. Como obstáculos se enuncian los siguientes:

- Tener deficiencias en su preparación previa y en la actualización permanente para usar las TIC.
- No contar con tiempos asignados para diseñar e implementar tecnologías en las clases.
- Haber carencias en la infraestructura tecnológica de la universidad, incluida la conectividad a internet.
- Carecer de asistencia técnica.

Estos factores forman parte de los elementos precursores de actitudes positivas hacia las TIC y del desarrollo de altos niveles de autoeficacia y TPACK en el profesorado en formación

(Kalota y Hung, 2013; Tondeur *et al.*, 2017a), de las barreras para su utilización y de los factores habilitadores del aprendizaje mejorado por tecnología (Young, 2016). En la UPN, al encontrarse en condiciones deficitarias, inciden de manera negativa en el fomento de las competencias digitales del profesorado en formación.

De acuerdo con Keith Young (2016), se debe prestar especial atención a la preparación de los formadores, pues esta puede ser la principal barrera —o facilitador— de la integración de las tecnologías en los escenarios educativos. Un adecuado plan de actualización profesional “ha demostrado ser eficaz en el desarrollo de la confianza de los docentes, las competencias y el uso de dispositivos. También ha mejorado su disposición general hacia la tecnología” (p. 183).

## Importancia de la formación en competencias digitales en los futuros profesores

En cuanto al valor de instruir a los futuros profesores en el uso de las TIC con propósitos educativos, los formadores coinciden en que las competencias digitales son demandadas por las instituciones educativas y por las nuevas generaciones de estudiantes. También, tienen claro que los conocimientos tecnológicos y las competencias digitales no son un tema exclusivo de profesionales y profesores del área de tecnología y que, independiente de la especialidad del docente, resulta fundamental la adquisición de estas competencias.

Saben que este es un camino de permanentes transformaciones y que los retos a los que se enfrentan, para incursionar y mantenerse actualizados en el mundo tecnológico, son demandantes. Manifiestan que esta transición será quizá más fácil de afrontar para las nuevas generaciones de profesores, quienes estarán más habituados a los cambios acelerados de la tecnología. Sin embargo, varios formadores reconocen que, pese a que son conscientes de la importancia de formar a sus estudiantes en el uso pedagógico de las TIC y de que disponen de conocimientos suficientes para

ofrecer esta formación, no están trabajando en estos temas. Las razones son múltiples. Quizá la más extendida es porque no se han decidido a hacerlo.

Esta postura implica proporcionar a los formadores espacios de desarrollo profesional que les permitan alcanzar no solo los conocimientos y habilidades necesarias para implementar las TIC en su trabajo docente, sino promover la motivación suficiente para invertir el tiempo y esfuerzo que esta tarea requiere, así como brindar el soporte institucional adecuado, fundamental para emprender estas iniciativas. Los formadores manifiestan preocupación frente a las políticas recientes expedidas por el MEN, que ratifican la obligatoriedad de la formación en competencias digitales de los futuros profesores. Argumentan que la integración forzosa de la tecnología incrementaría su *instrumentalización*, al volver al punto de usarlas sin reflexionar acerca de sus posibilidades pedagógicas.

En síntesis, los formadores manifiestan actitudes positivas hacia las tecnologías y reconocen la relevancia de formar a las futuras generaciones de profesores en este ámbito. No obstante, persisten aún actitudes de desconfianza hacia las TIC, en particular en asuntos sobre las alteraciones en la relación profesor-estudiantes, el papel más activo de los estudiantes como consumidores y productores de contenidos digitales, junto a las dificultades de acceso a dispositivos tecnológicos y redes de comunicación en la universidad y en los colegios. Sin embargo, el aspecto más crítico identificado en sus reflexiones es la ausencia de construcciones teóricas y prácticas sobre el vínculo entre pedagogía y tecnología, que conduzcan a su integración efectiva y mejor aprovechamiento.

Este último punto amerita un análisis más amplio. Para ello, en primer lugar, hay que señalar que los sistemas educativos han sido reticentes a cambiar sus paradigmas y prácticas pedagógicas, centradas en el profesor como agente transmisor de conocimiento, hacia modelos más activos y experienciales, pese a que estos son parte del repertorio de estrategias pedagógicas desde hace más de un siglo. Un segundo punto es el interés renaciente por los modelos de aprendizaje activo, como consecuencia de las oportunidades

para su desarrollo generadas por las tecnologías. Por ello, más que hablar de falta de articulación y reflexión entre pedagogía y tecnología, parece conveniente reflexionar sobre los verdaderos obstáculos —ideológicos, epistemológicos, prácticos— que mantienen anclado el ejercicio docente a formas expositivas de transmisión de información y modelos de autoridad, aferrados a la idea ya caduca de un educador como “sujeto de saber y de poder” (Martínez Pineda, 2006, p. 248).

Esta discusión resulta cada vez más urgente, con la finalidad de no seguir actuando como observadores inermes del acelerado y profundo cambio tecnológico en las esferas social, política, cultural y económica. Los educadores de todos los niveles deben convertirse en agentes propositivos para transformar el sistema educativo, al aportar una mentalidad abierta y visiones plurales sobre las oportunidades y riesgos que crean las tecnologías para la democratización de la educación y el acceso al conocimiento. En la UPN, por ejemplo, esto requiere reconocer que las relaciones de poder y autoridad establecidas en los escenarios de aprendizaje contemporáneos son más equitativas y demandan la revitalización de las prácticas educativas.

## Experiencias de uso de las TIC e impacto en los planes de formación

Los relatos de los formadores acerca de sus experiencias de integración de las TIC muestran un estado de apropiación asimétrica. Algunos resaltan que en los programas no existe un interés decidido por aplicarlas. Estiman que el hecho de utilizar, en ocasiones, aplicaciones o recursos tecnológicos no representa un avance en el propósito de aprovechar las TIC en los procesos educativos, sino que, más bien, se trata de un *cambio de canal* para facilitar las labores que siempre se han hecho y que ahora resultan fáciles de hacer con las TIC.

Por otro lado, parte sustancial de las experiencias referidas por los formadores corresponde al uso de sistemas de comunicación

institucional y servicios en la nube, empleados en tareas administrativas y para compartir información con el estudiantado. En cuanto a las actividades de docencia, mencionaron que hay diversas aplicaciones y servicios tecnológicos, empleados para presentar información y contenidos, efectuar comunicación en línea con los estudiantes y el aprendizaje de diferentes áreas de conocimiento.

Con respecto a la difusión de información y presentación de contenidos, la referencia más frecuente corresponde al uso de videos sobre los temas de clase, en especial, los disponibles en plataformas como YouTube o Vimeo. Este es uno de los recursos más utilizados y mejor valorados por los formadores para llevar a cabo su labor. Según ellos, son un insumo primordial para entrar en contacto con otras culturas y con profesores de otros países, conocer de primera mano la forma en que se ejecutan los procesos educativos en otros lugares y mantenerse actualizados en los avances de sus áreas. El manejo de aulas virtuales entre los formadores es reciente y más bien estático, pues se ha quedado limitado a la distribución de documentos y a la recepción de trabajos de los estudiantes. Además, solo unos pocos utilizan la plataforma de aulas virtuales de la UPN, incluso varios enfatizaron que prefieren otras aplicaciones de uso libre, pues el servicio que provee la Universidad no les gusta y lo califican como demasiado básico y con problemas de conectividad.

Los formadores referenciaron el uso de otras aplicaciones de comunicación de textos, voz y video empleadas para llevar a cabo reuniones con colegas y en la interacción sincrónica con estudiantes. No obstante, las alusiones corresponden a asesorías con estudiantes de posgrado y, sin excepción, con estudiantes de las licenciaturas, con quienes la comunicación se desarrolla casi exclusivamente en los escenarios presenciales.

En cuanto al uso de redes sociales y servicios de la Web 2.0, las menciones a su incorporación en las labores docentes fueron pocas y, en casi todos los casos, los profesores han abandonado su administración cuando aducen razones de tiempo. Esto plantea promover la motivación y la convicción para mantener estas iniciativas en el tiempo y adecuarlas a los cambios tecnológicos.

Quizá por esta fugacidad no se encontraron indicios de transformaciones pedagógicas derivadas de su implementación, como la promoción del trabajo colaborativo; tampoco se estimula su uso entre el estudiantado.

Por otra parte, entre los formadores más jóvenes y entre aquellos que se desempeñan en otros sectores laborales y complementariamente son catedráticos en la UPN, se habló de una gama amplia de aplicaciones, en principio de *software* especializado. Si bien los formadores convienen en que el profesorado en formación domine dicho *software*, algunos manifestaron una sensación de estancamiento, en tanto han descuidado la formación en otras formas de uso de las TIC, por ejemplo, en los ámbitos del *e-learning* y el *b-learning*.

Por otro lado, las motivaciones para integrar las TIC en las clases responden a determinaciones personales de los formadores, emprendidas por las condiciones del entorno y porque el estudiantado utiliza las tecnologías cada vez con mayor frecuencia; situación que les exige involucrarse en el uso de nuevas aplicaciones. Esta condición se refuerza por el hecho de que en la mayoría de los programas no existen directrices específicas que promuevan el uso de TIC en las actividades académicas. No obstante, en algunas titulaciones se promueve utilizarlas por decisión de sus directivas, como resultado de la implementación de sus planes de mejoramiento. En estos casos, las acciones corresponden a la distribución de contenidos a través de aulas virtuales y a la difusión de información en el sitio web de la UPN.

De esta manera, las actividades promovidas por la dirección de estos programas se han orientado hacia la disseminación de información, con el interés de construir comunidad y mantener la conexión entre profesores y estudiantes. Sin embargo, no incursionan aún en la promoción del uso especializado de las tecnologías educativas, ni en la conformación de redes de formación y desarrollo profesional de los docentes.

Esta realidad se verificó, por un lado, en las exiguas alusiones a la articulación de las tecnologías con los actos pedagógicos y, por otro, en los relatos que dan cuenta de su intento por *hacer encajar*

las TIC con los modelos pedagógicos que utilizan a menudo en las clases, como parte de una experiencia basada en la intuición, sin la fundamentación teórica y práctica requerida. En medio de esta situación, el trabajo llevado a cabo por el programa de Matemáticas, a través de la realización de proyectos de investigación sobre el impacto de las tecnologías en la enseñanza y el aprendizaje, cuyos resultados impactaron la labor de formadores y estudiantes, constituye la experiencia más avanzada de cualificación en el campo de las competencias digitales docentes.

Estas iniciativas y prácticas, individuales y de pequeños colectivos de formadores, rebasaron las experiencias de aula al impulsar el fortalecimiento de la formación en competencias digitales a través de la más reciente reforma curricular del programa, en la que se destaca el incremento del número de espacios académicos orientados a la formación en tecnología y a la intención de transversalizar la formación en TIC desde las distintas áreas curriculares. En este sentido, sobresale la creación de una línea de profundización en el área de las TIC, promovida por la licenciatura en Educación Especial, con la cual se forma en diseño de ambientes de aprendizaje, mediaciones y capacidades digitales, orientados a la inclusión y accesibilidad educativa.

En otros programas no han tenido lugar estas reformas y, a pesar de la insistencia de algunos formadores, en especial de quienes instruyen el componente tecnológico, los planes de estudio todavía cuentan con pocos cursos encaminados a estas competencias; asunto relacionado, entre otras razones, con el insuficiente número de profesores capacitados en el uso de las TIC.

Una situación particular se identificó en los programas afines al campo de la tecnología, en que la formación en TIC se ejecuta a través del aprendizaje de la programación de computadores. En opinión de algunos de sus profesores, si bien estas competencias incentivan a los estudiantes a utilizar, aplicar o crear tecnologías, es indefectible que se aborde la formación sobre su uso pedagógico.

Por otro lado, las tendencias en tecnología en la educación secundaria, descritas por los informes de agencias especializadas, como los laboratorios de fabricación digital, las tecnologías analíticas, la

realidad virtual, la inteligencia artificial o el internet de las cosas, aún no forman parte de los discursos y prácticas de los formadores. Este hecho plantea diseñar programas de actualización profesoral, enfocados a ampliar los conocimientos sobre los avances de las tecnologías para la educación, proveer experiencias suficientes para comprender la utilidad de las tecnologías que tienen a su disposición y ampliar las formas de uso de las TIC durante la labor docente. Acciones que incidirían en su determinación de integrar las tecnologías en los procesos formativos.

La variedad de experiencias recopiladas, a través de las entrevistas y sesiones de grupos focales, muestra una extensa brecha entre las acciones que llevan a cabo los programas y la información reportada en los documentos de registro calificado, en muchos de los cuales no se incluye la formación en TIC. Este hecho resalta, por un lado, que la información sobre el uso e integración de las TIC en los programas no ha sido recopilada, ni sistematizada, por lo que no se dispone de ella, no se conoce y, por ende, no se informan datos sobre este tema. Por otro lado, se descubre un sesgo en la mirada de directivos y equipos de autoevaluación, quienes desconocen el interés de algunos de los profesores, pero, en especial, de los estudiantes por profundizar en la integración de las TIC en los hechos educativos. El (re)conocimiento de estas experiencias e iniciativas por parte de las directivas les otorgaría un escenario más representativo en los planes de estudio y en las actividades académicas, en consonancia con los estándares y políticas nacionales e internacionales, al favorecer su calidad, pertinencia e impacto.

## Integración de las TIC en las prácticas educativas

Las percepciones de los formadores frente a los usos que los estudiantes dan a las TIC durante las prácticas educativas son diversas, en armonía con la heterogeneidad de oportunidades de formación que se les brindan y con los distintos grados de manejo de las tecnologías que los formadores ostentan. En su opinión, son pocos

los estudiantes que las introducen en su repertorio de estrategias didácticas, durante el trabajo en los centros de secundaria; cuando ocurre, se hace en actividades básicas o de uso común. Para otros, en cambio, los estudiantes suelen manifestar un gran interés y toman la iniciativa en la utilización de diferentes tecnologías durante las prácticas. Conforme a estos relatos, la motivación principal es el anhelo de renovar las metodologías pedagógicas. Esta intención cuenta, en algunos programas, con el apoyo de los profesores universitarios que acompañan y orientan las prácticas.

El interés demostrado por los estudiantes para integrar las TIC en sus prácticas posee, en opinión de sus formadores, un impacto significativo que los practicantes empezaron a desempeñar un rol preponderante en los centros de secundaria, como promotores de las TIC y generadores de actitudes y experiencias frente al aprovechamiento de los recursos tecnológicos disponibles en las instituciones. Situación que se evidenció en los relatos de los profesores de Matemáticas y Electrónica. Estos últimos creen que la formación en robótica, programación y circuitos que reciben los estudiantes, como parte de su formación disciplinar, son insumos y estímulos bastante sólidos para incluir las TIC en las prácticas educativas. A pesar de esto, se muestran convencidos de que persisten debilidades en el uso de las tecnologías con propósitos pedagógicos.

Respecto a la incidencia de la formación impartida y de los modelos de uso de la tecnología, algunos formadores son conscientes de que las experiencias significativas con las TIC, durante la formación inicial, despiertan el interés y motivación del estudiantado por integrarlas en sus prácticas y trabajos de grado. Incluso, reconocen, desde su propia experiencia, la trascendencia y fuerza que tiene haber recibido una preparación específica al respecto en sus campos disciplinares. Estiman que este hecho constituye un elemento determinante en su decisión de emplear las tecnologías en su labor como profesores.

En relación con la forma en la que creen que son percibidos por sus estudiantes como modelos de uso de las TIC, la mayoría mostró dificultades para establecer conexiones entre la utilización que da

a las tecnologías durante las clases y las actitudes e iniciativas que sus estudiantes emprenden para integrarlas en la planeación y despliegue de las prácticas educativas. En consecuencia, manifestaron no ser conscientes o no conocer la influencia que ejercen sobre sus estudiantes en el uso de las tecnologías. Otros tienen muy claro que las actividades en que las usan sirven de ejemplo a sus estudiantes, quienes luego emplean las mismas aplicaciones en sus trabajos de curso. En otros casos, los formadores piensan que, pese a que los estudiantes reciben formación específica sobre las tecnologías para la enseñanza, muchos de ellos deciden no incluirlas en sus prácticas, mientras afirman que algunos parecen apáticos o escépticos a ellas en la labor docente.

Otras reflexiones, frente al uso de las TIC durante las prácticas, se basan en las deficiencias en la infraestructura tecnológica de los establecimientos educativos, así como el desaprovechamiento de los recursos tecnológicos, debido a que en muchos colegios se emplean solo para enseñar las áreas de Tecnología e Informática. Destacan las opiniones expresadas por los formadores frente al limitado uso dado a la infraestructura tecnológica de la UPN. Realidad que plantea una posible relación de causa-consecuencia sobre la cultura de uso de los recursos tecnológicos en la educación, que se aprende en las instituciones formadoras de profesores y que más tarde se reproduce en los colegios.

Otro factor que desestimula la integración de las TIC en las prácticas educativas, señalado por los formadores, es la resistencia de los profesores de los centros de secundaria a impartir las clases con apoyo de tecnologías. Por otro lado, se formularon cuestionamientos respecto a la falta de articulación entre las instituciones formadoras del profesorado y los centros de secundaria, respecto a la poca preparación brindada para aprovechar la infraestructura tecnológica instalada en los colegios. Asimismo, controvierten la tardía formación en el campo de las TIC que en algunos casos se imparte simultánea o posteriormente al inicio de las prácticas en los colegios, situación que limita el aprovechamiento de las tecnologías e incide negativamente en la intención de utilizarlas. Con lo cual, además, se desaprovechan estos espacios para demostrar los conocimientos

pedagógicos, disciplinares y tecnológicos, así como sus sinergias durante el diseño y evaluación de intervenciones en el aula. De las reflexiones de los formadores sobre el uso de las tecnologías en los escenarios de práctica educativa se detallan varios aspectos:

- *La iniciativa de los futuros profesores para innovar a través de las TIC:* condición que debe potenciarse con una formación más sólida.
- *La importancia de aprovechar los escenarios de práctica:* como los laboratorios de innovación y empleo de múltiples tecnologías.
- *La relevancia del vínculo entre instituciones formadoras del profesorado y colegios:* requiere fortalecimiento para armonizar propósitos y necesidades formativas.

## Competencias digitales de los egresados

La valoración de los formadores sobre la capacidad de los egresados para integrar las TIC en la educación revela la existencia de retos aún por resolver. El primero es ofrecer una formación acorde con las necesidades del entorno y con lo que se espera de ellos a su llegada a los centros de secundaria. En síntesis, las perspectivas de los formadores frente a las competencias digitales de los egresados señalan demandas clave para mejorar la formación digital:

1. Conocer y aprovechar la infraestructura tecnológica, tanto en la universidad como en los centros de secundaria.
2. Ofrecer preparación para afrontar los cambios tecnológicos.
3. Alimentar la iniciativa e interés por las TIC del profesorado en formación.

Por su parte, las alternativas para atender estas necesidades son las siguientes:

1. Fortalecer la preparación a nivel conceptual y práctico, que permita reconocer y aprovechar los potencialidades

de las ecologías de aprendizaje en diferentes situaciones y condiciones de equipamiento tecnológico.

2. Participar de forma activa en redes de aprendizaje que faciliten la actualización permanente.
3. Desarrollar actividades extracurriculares vinculadas a proyectos de investigación y proyección social, que conduzcan e incentiven la integración de tecnologías.

La preparación debe superar su uso instrumental, es decir, no debe circunscribirse al entrenamiento en el uso de aplicaciones ni a la alfabetización digital. En su lugar, el abordaje creativo de los retos que suponen los escenarios de aprendizaje emergentes posibilitarían la adquisición de una amplia y variada gama de competencias que les habilite para responder a entornos sociales, educativos y tecnológicos cada vez más complejos.

## Triangulación de los resultados

Esta sección presenta los resultados de la triangulación de los datos obtenidos a través de las diversas técnicas aplicadas en este estudio: revisión documental, cuestionarios, grupos focales y entrevistas. La combinación y contrastación de las percepciones desde perspectivas epistemológicas y experienciales permitieron distinguir coincidencias, discrepancias y omisiones entre la información cuantitativa y las declaraciones de estudiantes y profesores. Los hallazgos más representativos se sintetizan a través de los siguientes enunciados.

### Irrelevancia de las competencias digitales dentro de los planes de estudio

El análisis documental reveló que la formación en competencias digitales no es esencial en la formación inicial del profesorado dentro de los programas de su titulación. No forman parte de la

definición de intencionalidades formativas, competencias específicas, ni resultados de aprendizaje esperados. Las escasas alusiones encontradas equivalen a descripciones generales de su inclusión en los ambientes de formación en los que se estructura el currículo y son opciones en las modalidades de práctica educativa —virtual y a través de ambientes digitales—, que no son suficientemente apropiadas, por lo que casi nunca se llevan a cabo.

Los formadores coinciden en esta apreciación y consideran que esta formación es limitada, tardía y desarticulada de las estrategias pedagógicas. Pese al interés de algunos de ellos por incluir en las reformas curriculares más cursos sobre las TIC, sus deficiencias en competencias digitales y la saturación del currículo dificultan estas transformaciones. Asimismo, los estudiantes concuerdan en que la preparación para integrar las tecnologías en el trabajo de aula es casi inexistente en sus planes de estudio, los cursos resultan insuficientes, ofrecen pocas oportunidades para trabajar con la tecnología y su articulación en las planeaciones y diseños educativos; lo que les dificulta mantenerse al día con los avances de las tecnologías y asociarlas con su campo de saber y su didáctica. Descripciones ajustadas a sus valoraciones de autoeficacia y TPACK, cuyos puntajes más bajos corresponden a los *conocimientos tecnológico, tecnológico del contenido y tecnológico pedagógico del contenido*.

Estas condiciones revelan falta de visión en la estructuración y actualización de los planes de estudio frente a los requerimientos de los contextos sociales contemporáneos, así como su desconexión de los desafíos educativos que plantea la sociedad digital. Si bien contradicen las actitudes positivas hacia las tecnologías expresadas por los formadores y su reconocimiento sobre la formación en competencias digitales, resultan consistentes con sus actitudes de desconfianza hacia las TIC, particularmente en la alteración de la relación pedagógica entre profesores y estudiantes, el papel más activo de los estudiantes y la ausencia de vínculos armonizadores y sinérgicos entre pedagogía y tecnología.

## Experiencias diferenciadas entre programas de tecnología y enfoques integrales

La formación en competencias digitales tiene un papel ligeramente más relevante en algunos programas, por lo que es posible identificar dos tipos de preparación que marcan diferencia. La primera se ofrece en los programas de Diseño Tecnológico, Electrónica y Física, en los cuales, aunque no se brinda formación específica para usar las TIC con propósitos educativos, se promueve el aprendizaje de la programación de computadores. Los resultados de las percepciones de autoeficacia y conocimientos TPACK señalan que los estudiantes de estas titulaciones son quienes mejor las valoran. Esto parece estar asociado con la inclusión de tres niveles de programación en sus planes de estudio, que les brindan ventajas para aproximarse al uso de las TIC y a su aprovechamiento en el trabajo docente. Las oportunidades más frecuentes y prolongadas para trabajar con tecnología contribuyen a la consolidación de sus conocimientos TPACK y al incremento de su autoeficacia para integrarlas en el aula. Esto concuerda, además, con las formas más sofisticadas de integración de las TIC que asumen durante las prácticas educativas, a través de videojuegos, realidad aumentada, entornos de programación educativa y placas de desarrollo de *hardware*. No obstante, esto no se generaliza con los estudiantes de Física, cuyas experiencias se restringieron al uso de recursos audiovisuales. Esto conlleva a asociar su iniciativa y uso avanzado de las tecnologías con la especificidad de sus campos disciplinares, asociados con la tecnología y de su aproximación a la pedagogía desde la tecnología. Esta preparación es valorada por los formadores de estos programas, quienes los incentivan a utilizar, aplicar o crear tecnologías en sus prácticas educativas. No obstante, opinan que las competencias tecnológicas y cognitivas que adquieren los estudiantes con el dominio de los lenguajes de programación son relevantes, aunque insuficientes para abordar el uso pedagógico de las tecnologías. Razón por la cual se precisa fortalecer esta preparación.

La segunda ocurre en los programas que expresan en sus documentos intenciones más explícitas de formar al profesorado en competencias digitales, de manera integral, al conectar su desarrollo a la formación pedagógica, didáctica y disciplinar, e incluir en sus planes de estudio varios cursos y optativas profesionales. Aunque esta preparación no conlleve a valoraciones tan altas del TPACK y autoeficacia, sí conduce a experiencias elaboradas de integración de las TIC durante las prácticas educativas, entre ellas la implementación de ambientes virtuales de aprendizaje, el uso de *software* especializado, la aplicación de laboratorios virtuales, entre otras. Estos resultados coinciden con las reflexiones del cuerpo de formadores de estas titulaciones, quienes están más comprometidos con procesos de investigación acerca del impacto de las TIC en el aprendizaje, en el diseño de configuraciones didácticas asistidas por tecnología y en aproximar al profesorado a otras formas de producción de saber con tecnología.

## Limitaciones metodológicas y desarticulación pedagógica

Gran parte de los espacios formativos dedicados a la formación en TIC no responde, ni en sus contenidos ni metodologías, a los resultados de la investigación en este campo y no prepara en todo el conjunto de competencias digitales docentes fundamentales. Estos cursos se concentran en el uso de aplicaciones específicas y no profundizan en sus potencialidades pedagógicas y didácticas. Lo más crítico de ello es que no preparan para articular los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares. Esto es una repercusión del lugar que ocupan en los planes de estudio, vinculados al ambiente de formación comunicativo y desarticulados de la formación pedagógica y disciplinar, además de la formación tardía y exigua con tan pocos espacios académicos que impiden profundizar en las sinergias entre los conocimientos TPACK. En ello, intervienen los bajos niveles de competencia tecnológica reconocidos por los formadores, que coinciden con las bajas valoraciones otorgadas por los estudiantes

a sus capacidades para usar estrategias que combinan contenido disciplinar, tecnología y enfoques pedagógicos.

El problema va más allá de los contenidos abordados en estos cursos y de las sinergias establecidas entre los espacios académicos y las metodologías empleadas para el desarrollo de estos espacios formativos, en los que priman clases magistrales, exposiciones a cargo de los estudiantes, cuestionarios y otras formas de enseñanza convencionales. Este hecho deja poco lugar a las estrategias de aprendizaje activo, aplicadas al diseño y producción de artefactos de tecnología educativa, que han demostrado ser las más efectivas respecto al fomento de las competencias digitales. Este comportamiento se refleja en los usos simplificados de las TIC adoptados por los formadores en las clases —proyección audiovisual y distribución de contenidos—, los mismos que, como resultado, el profesorado en formación asume durante las prácticas educativas y que no transforman, potencian, ni enriquecen el ejercicio docente, ni la producción de saber. Todo esto concuerda con las bajas valoraciones otorgadas por los estudiantes a sus capacidades para seleccionar aplicaciones, diseñar y crear sus propios ambientes de aprendizaje y a su autoeficacia para integrar las tecnologías para apoyar y fortalecer sus prácticas de instrucción.

Estos cursos, a la par, preparan tan solo en algunas de las competencias digitales docentes esenciales: producción de contenidos digitales, alfabetización informacional, comunicación, colaboración y diseño de ambientes virtuales. Se dejan de lado las competencias clave para los docentes del siglo XXI, entre ellas, la solución de problemas del mundo real, el diseño de actividades y entornos auténticos, su uso en la evaluación y análisis de los aprendizajes, el ejercicio de la ciudadanía digital, el uso seguro de internet y la autoformación. Estas deficiencias se evidenciaron consistentemente en los documentos institucionales, en los que las competencias y capacidades para usar las TIC aparecen desvinculadas de la formación pedagógica y didáctica, y se reflejan en las experiencias de integración de las TIC en las clases en la universidad, en los colegios y durante las prácticas educativas.

Dichas experiencias muestran que las tecnologías no se han implementado al repertorio habitual de estrategias pedagógicas y metodologías de trabajo durante la preparación del profesorado, al no aprovechar, en muchos casos, la infraestructura disponible. Cuando sí se hace, predominan usos asociados con formas en las que convencionalmente se han empleado otros recursos dentro del aula, sin profundizar en las oportunidades para enriquecer el acto educativo. Las referencias a usos complejos, con el propósito de mejorar las estrategias docentes, fueron encontradas sin excepción.

## Desfase tecnológico en la formación docente

Estas experiencias indicaron, además, que no se está preparando para usar tecnologías de vanguardia, algunas ya disponibles en los centros de secundaria. Las escasas alusiones encontradas en los documentos a las tecnologías, que marcan el ritmo de innovación en dichos centros alrededor del mundo, así como los escasos relatos acerca de experiencias, como programación, robótica educativa y realidad virtual, señalan un serio retraso en la preparación dada al profesorado en la UPN. Sobre todo, si se tiene en cuenta que varios de estos desarrollos están disponibles en los colegios colombianos. Los hallazgos indican que las tecnologías de vanguardia se aprenden a través del intercambio con el profesorado de los colegios; situación que concuerda con las bajas valoraciones brindadas por los estudiantes a sus capacidades para mantenerse al día con los avances de las tecnologías más importantes, seleccionar aplicaciones para crear ambientes de aprendizaje y diseñarlos con la infraestructura disponible. Estos datos refuerzan las conjeturas acerca de que, en los programas, se mantiene una visión desactualizada sobre el impacto de las tecnologías en los escenarios educativos y los cambios generados por su irrupción. Hecho que demanda la modernización de los planes curriculares y la imperativa actualización de los formadores.

## Potencial del profesorado en formación para innovar y transformar procesos educativos

Las iniciativas para emplear las TIC en diseños educativos que innovan las prácticas educativas —y en las que algunos estudiantes se vuelven diseñadores o constructores de ambientes de aprendizaje— son consecuencia de su afición por las tecnologías y por las formas multimodales de interacción. En algunos casos, se empoderan como agentes de cambio y renovación pedagógica en los centros de secundaria. Sin embargo, son múltiples las barreras que deben enfrentar en estas instituciones: deficiencias en equipamiento e infraestructura tecnológica, además del sólido sistema de creencias del profesorado, sobre la centralidad de la enseñanza y el rol *desestabilizador* atribuido a las tecnologías. Estas creencias son compartidas por muchos formadores, incluso entre aquellos dedicados a la formación en competencias digitales, quienes enfatizan en las limitaciones de las tecnologías sobre la interacción pedagógica. A pesar de ello, los formadores exaltan la propensión y habilidades de las nuevas generaciones para trabajar con tecnologías, reflejada en las valoraciones de los factores de autoeficacia y categorías de TPACK, por encima del punto medio. Este potencial parece no ser reconocido por los cuerpos de dirección de los programas, pues no se ve reflejado en las más recientes reformas curriculares, en muchas de las cuales aún no se incluye el desarrollo de la competencia digital como un elemento esencial en la formación del profesorado.

## Ausencia de modelos vicarios de uso de tecnología

Los modelos de uso de tecnología exhibidos por los formadores repercuten en las dificultades del profesorado en formación para diseñar actividades, lecciones, experiencias o ambientes de aprendizaje que aprovechen los potenciales de comunicación,

colaboración, interacción, aprendizaje activo, multimodalidad, retroalimentación y demás ofrecidos por las TIC. Los formadores no se reconocen a sí mismos como modelos de uso de las tecnologías, muestran dificultades para establecer conexiones entre el uso que dan a las tecnologías y las actitudes e iniciativas que emprenden sus estudiantes, quienes no los reconocen como modelos de uso de las TIC, de acuerdo con las puntuaciones otorgadas a los modelos de TPACK, ubicadas por debajo del punto medio. Estas valoraciones coinciden con los testimonios recuperados en las sesiones de grupos focales, en las que fueron escasos los referentes a experiencias significativas en el uso de TIC por parte de los formadores. Además, concuerdan con el hecho de que muchos de ellos aún no implementan las tecnologías a sus clases en la universidad, como resultado de deficiencias en su preparación y actualización. En efecto, la incidencia del uso de las TIC, por parte de los formadores, sobre el *conocimiento tecnológico*, uno de los más pobremente valorados, y las simetrías con las formas de uso dadas por los practicantes, refuerzan esta aseveración. Sobre este aspecto, no se hallaron evidencias en la revisión documental, con excepción del trabajo realizado por un grupo de investigación de la licenciatura en Matemáticas que, a través de la incorporación de los resultados de sus proyectos al plan de formación, incide positivamente en el uso didáctico de las tecnologías en formadores y estudiantes. Estas razones lo convierten en uno de los factores críticos a la hora de plantear mejoras en la formación de competencias digitales en el profesorado en formación de la UPN.

## Desvinculación entre la práctica docente y los conocimientos TPACK de los estudiantes

Los nuevos usos y aplicaciones que se aprenden en los centros de práctica no coinciden con los resultados del análisis estadístico, el cual reveló que no existen asociaciones significativas entre los usos que el profesorado de los centros de secundaria da a la tecnología

y a las percepciones de autoeficacia y conocimientos TPACK de los estudiantes de último año de carrera. Quizá ocurre debido a las escasas oportunidades en los centros de práctica para observar su utilización durante las clases; situación relacionada con la baja apropiación de las tecnologías, que ubica a un gran porcentaje del profesorado en un nivel muy básico en su uso, lo que limita su aprovechamiento y afecta la calidad de su práctica profesional. Refleja, además, una característica general de la población en Colombia que utiliza de forma intensiva la tecnología, en particular, en actividades de ocio, que dan lugar a la desinformación, polarización y nuevas formas de poder y dominación. Condiciones que ameritan una reflexión frente a la trascendencia de formar al profesorado, así como a la población en general, en las competencias digitales indispensables para enfrentar los desafíos que plantea el mundo tecnologizado y superar sus problemáticas más sensibles.

## Reflexiones de cierre del trabajo de campo

La idoneidad del profesorado para orientar el aprendizaje en escenarios cada vez más permeados por las TIC no es solo una competencia contemplada en los estándares internacionales de formación docente y por las políticas del MEN, sino que se convierte en un factor estratégico para formar las próximas generaciones de ciudadanos, quienes enfrentarán, en primera línea, las múltiples disrupciones que trae la tecnología a los escenarios educativos, laborales y sociales. En consecuencia, hay que fortalecer la formación en competencias digitales desde los programas de titulación del profesorado.

Una de las rutas que promete ser útil para cumplir este propósito —emprendida por algunos programas, en particular por la licenciatura en Matemáticas— es la integración de los resultados de investigaciones, propias y de otros académicos, en los planes de formación. De esta manera, se integra la reflexión sobre la acción

y la investigación en la práctica. Este camino posibilita, en consecuencia:

- Desarrollar experiencias de integración de TIC fundamentadas, sistemáticas y contextualizadas.
- Someter a prueba hipótesis sobre la efectividad de configuraciones tecnológicas para mejorar el aprendizaje.
- Utilizar estrategias validadas respecto a la formación efectiva de las competencias digitales docentes.

Otros escenarios identificados en la investigación que funcionan como vías para fortalecer la formación de las competencias digitales docentes son las siguientes:

- *Las experiencias de integración de TIC durante la práctica pedagógica:* como espacio clave para la autoeficacia y para poner en juego la articulación de conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares.
- *La formación y actualización de los formadores:* como agentes y modelos clave en la selección y formas de uso de las tecnologías.
- *El aprendizaje de la programación de computadores:* el cual, si bien es difícil que se desarrolle en todos los programas, sí es una alternativa interesante para empoderarlos como diseñadores y productores de artefactos de tecnología educativa.

La influencia demostrada por las experiencias prácticas con las TIC, sobre la autoeficacia, los conocimientos TPACK, la confianza y la autodeterminación del profesorado en formación para integrar las tecnologías en su quehacer, refuerza el peso de trabajar desde enfoques de aprendizaje activo, construccionistas, centrados en el diseño e implementación de escenarios de aprendizaje, que brinden oportunidades para incorporar desarrollos tecnológicos recientes en la solución de problemas o situaciones de aprendizaje, así como para poner a prueba estrategias y enfoques pedagógicos.

Entre la comunidad formadora de educadores y entre el profesorado en formación, se tiene que difundir un conocimiento profundo sobre las ecologías de aprendizaje, sus *potencialidades* y la riqueza implícita en sus atributos, como recurso potente para llevar a cabo la formación en competencias digitales, la renovación pedagógica y la actualización de las prácticas docentes. Esto supone, además, prepararlos en torno a las tendencias de integración de tecnología para la educación secundaria, de manera que se incorporen conforme estén disponibles en el contexto local.

Asimismo, es conveniente establecer canales de comunicación más efectivos entre las instituciones formadoras del profesorado, los centros educativos y el mundo de la educación secundaria, de modo que se tiendan puentes para articular las necesidades de aprendizaje de los contextos locales con los avances de las tecnologías educativas y las pedagogías emergentes en el escenario global. Los planes de formación tienen un rol trascendental en este propósito, pues abarcan el camino más expedito para conectar los conocimientos construidos por los actores locales y globales de la educación secundaria.

Las variables identificadas durante la realización de esta investigación con efectos directos e indirectos sobre el desarrollo de las competencias digitales docentes, como las condiciones de infraestructura de los centros de secundaria, el soporte a las iniciativas de integración de tecnología, la actualización de los formadores, el tiempo requerido para diseñar clases con tecnologías, el reto de la obsolescencia tecnológica, los cambios en la relación pedagógica, los nuevos roles de los estudiantes y todas las demás que quedaron consignadas en esta investigación, demuestran la multidimensionalidad de este fenómeno y la relevancia de proponer y probar estrategias con enfoques más sistémicos y ecológicos.

# Ecología para la formación en competencias digitales docentes

**E**ste capítulo presenta el diseño de la *ecología de aprendizaje*. Para elaborarla, se llevaron a cabo las dos primeras fases del *modelo de investigación de diseño educativo*. La primera, denominada *exploración informada*, fue ejecutada durante el trabajo de campo de esta investigación. Su resultado es la caracterización de la formación en competencias digitales en los programas de la UPN, que, a efectos de este modelo, identifica las necesidades de formación de la audiencia que utilizará la ecología, presentadas en la primera parte del capítulo. Durante la segunda fase, de *representación*, se elaboraron las especificaciones de diseño, que incluyen los principios y estrategias específicas de su implementación. Estos aspectos se exponen en la segunda parte del capítulo. La tercera, y última, presenta el *prototipo de la ecología*, que incluye las trayectorias, experiencias y evidencias de aprendizaje que conforman su estructura.

## Identificación de las necesidades de formación

La caracterización de la formación inicial en competencias digitales en los programas de la UPN facilitó detectar las necesidades generales de formación, que deben ser atendidas para avanzar y mejorar en la preparación de los profesores en este campo. A continuación, se sintetizan los hallazgos más representativos.

Primero, es indispensable que la UPN, con sus programas, asuma con decisión la formación en competencias digitales, en aras de garantizar el dominio de los conocimientos y la experticia necesaria para abordar los cambios que vive el sistema educativo ante la masiva irrupción de las tecnologías digitales. En orden de que este proceso sea armónico y efectivo, la estrategia propuesta deberá acoplarse con la variedad de diseños curriculares encontrados en los diferentes programas, al aprovechar los componentes electivos y optativos.

Segundo, es prioritario promover la actualización de los formadores de profesores para que estén en capacidad de orientar la integración de tecnología en la educación, enfrentar los desafíos pedagógicos que esto implica, constituirse en modelos de uso de la tecnología y hacer un uso más eficiente de la infraestructura disponible en las instituciones y en manos de estudiantes y profesores. Este es un elemento crucial, dada la marcada incidencia de los modelos de aprendizaje vicario.

Tercero, es conveniente que los programas aprovechen el interés e iniciativa demostrados por el profesorado en formación hacia el uso de las tecnologías y la renovación pedagógica, al impulsar procesos de apropiación tecnológica en articulación con pedagogías activas. Esto supone avanzar hacia su empoderamiento como aprendices permanentes, capaces de utilizar las tecnologías e integrarlas en diseños educativos que atiendan a las problemáticas y necesidades de aprendizaje del estudiantado de secundaria. Este hecho requiere un conocimiento profundo de sus campos disciplinares, de las estrategias pedagógicas y de conocimientos tecnológicos, a cuyo fortalecimiento se orientan las acciones formativas que se incluyan en la ecología de aprendizaje.

Cuarto, se vuelve indispensable que tanto los formadores como el profesorado en formación se aproximen a las labores de diseño, implementación y evaluación de experiencias educativas con tecnología, con miras a alcanzar, a través de la práctica, la experticia necesaria para integrarlas en la labor docente, al aprovechar las potencialidades de ubicuidad, aprendizaje activo, colaboración,

multimodalidad, aprendizaje auténtico y personalización ofrecidas por las ecologías, para crear experiencias de aprendizaje pertinentes e innovadoras. De manera que el núcleo de las experiencias de aprendizaje se conforme por actividades de aprendizaje activo y construcción de diversos artefactos de tecnología educativa.

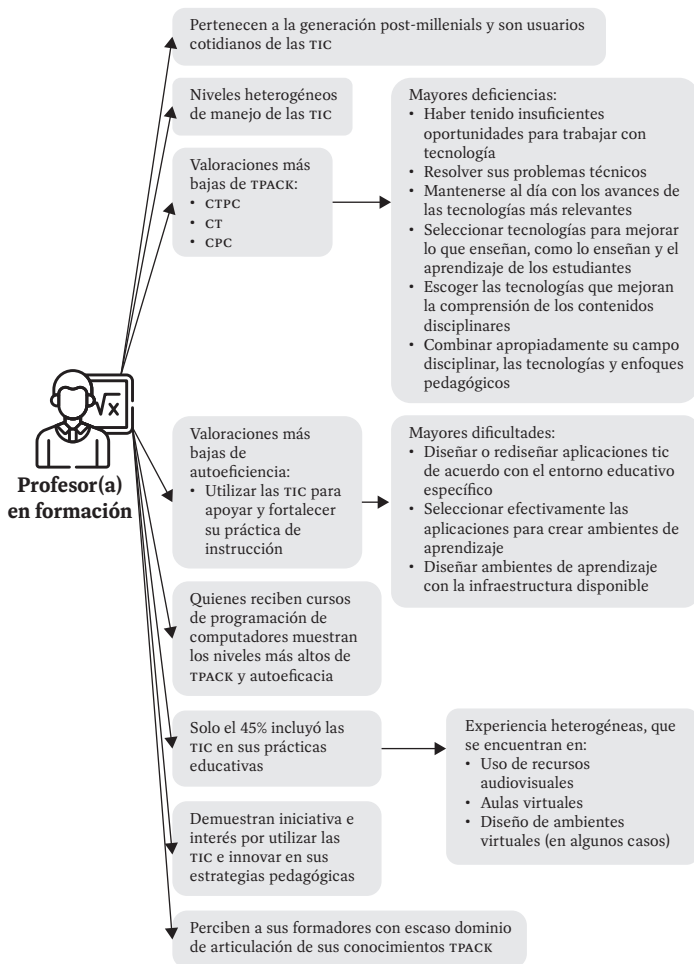
De la misma manera, hay que fortalecer la articulación entre la UPN y las instituciones de educación secundaria, con el fin de adecuar las acciones formativas a las necesidades de las comunidades educativas, sobre todo en aspectos relacionados con el aprovechamiento de los recursos tecnológicos, el uso seguro, creativo y productivo de internet, la solución de problemas de aprendizaje y la formación de ciudadanos capaces de enfrentar los cambios y desafíos del siglo XXI. Para lograr este propósito, se tienen que construir puentes a través de los formadores que orientan las prácticas educativas en los centros de secundaria, con el fin de identificar oportunidades de incorporación de las tecnologías en la planeación de las intervenciones de los practicantes, de acuerdo con su campo disciplinar y al ajustarse a las condiciones de infraestructura de las instituciones.

Contribuir a la satisfacción de estas necesidades supone reconocer las características de la población de profesores en formación, en torno a la cual se diseñará la ecología de aprendizaje, además de definir los principios y estrategias para su implementación. A estos aspectos se dedican los siguientes acápite.

## Caracterización de la audiencia y del contexto de formación

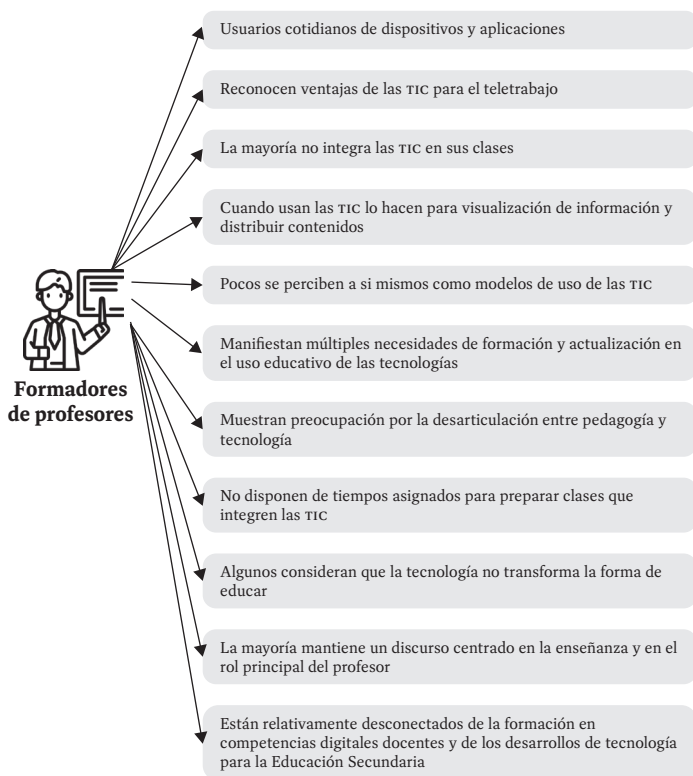
A partir de la información recopilada durante el trabajo de campo, se detectaron varias características, tanto de los actores del proceso como de los escenarios en los que se lleva a cabo la formación en competencias digitales docentes en los programas de la UPN. Con los datos recabados, se construye un perfil de la audiencia para la cual será diseñada la ecología, traducida en condiciones que debe satisfacer el diseño de la ecología de aprendizaje, con el fin de

atender, de la mejor manera posible, sus necesidades. La figura 5 presenta las características del profesorado en formación, mientras que la figura 6 las de los formadores.



**Figura 5.** Perfil del profesorado en formación de la UPN

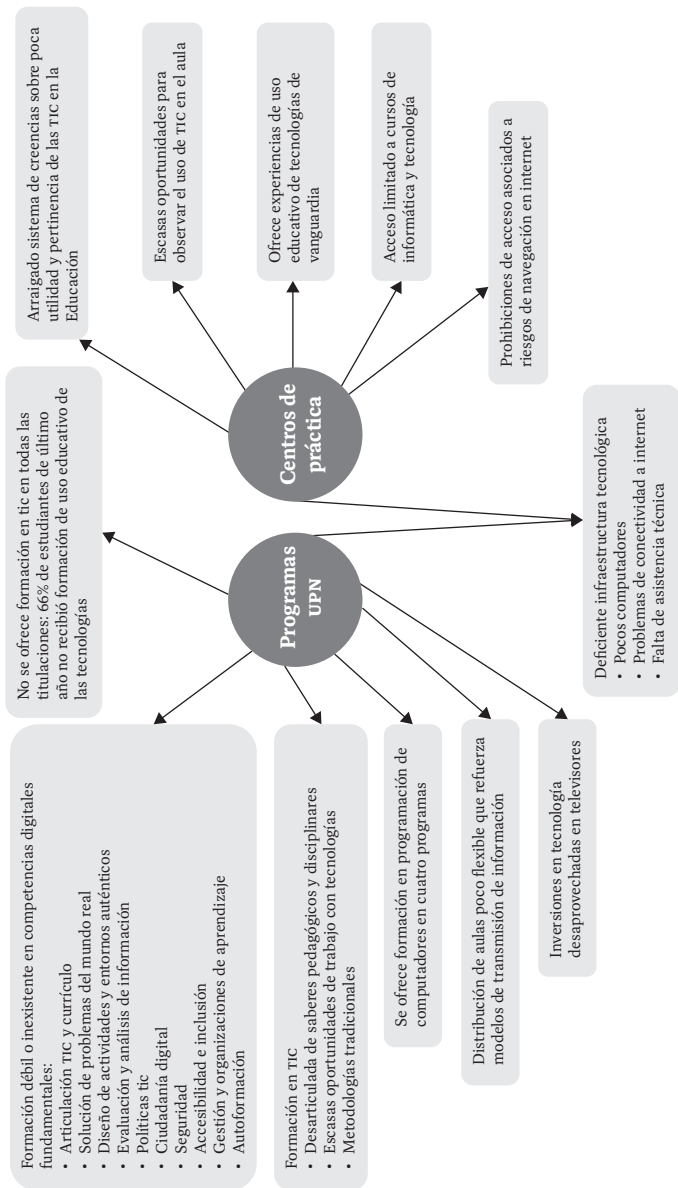
**Fuente:** elaboración de la autora.



**Figura 6.** Perfil de los formadores de profesores de la UPN

**Fuente:** elaboración de la autora.

Asimismo, es imprescindible tener en cuenta las condiciones en las que se desarrolla el proceso formativo, las facilidades y dificultades que enfrentan los formadores y el profesorado en formación para adquirir sus competencias digitales e integrar las tecnologías en sus prácticas docentes. La figura 7 presenta las condiciones prioritarias de la preparación en competencias digitales que se ofrece en la UPN.



**Figura 7.** Condiciones del contexto en la formación inicial de competencias digitales

**Fuente:** elaboración de la autora.

Estas características determinan requerimientos adicionales que debe satisfacer la ecología de aprendizaje, entre ellos:

- Adaptar las actividades de aprendizaje a diferentes niveles de dominio de las tecnologías.
- Fomentar la integración de las TIC durante las prácticas educativas.
- Ofrecer formación en tecnologías educativas de vanguardia.
- Orientarse a la selección, diseño y uso de aplicaciones en situaciones específicas de aprendizaje.
- Aprovechar la infraestructura tecnológica de las instituciones educativas.
- Proveer espacios para compartir experiencias e iniciativas de integración de las TIC en el trabajo del aula.
- Conocer las oportunidades y potencialidades de las TIC en los procesos educativos.
- Apropiar las pedagogías de aprendizaje activo, para actualizar la relación pedagógica entre profesores y estudiantes, además de su constitución como aprendices permanentes.
- Propiciar la actualización de los formadores en competencias digitales.
- Promover la articulación entre conocimientos disciplinares, pedagógicos y tecnológicos.
- Desarrollar estrategias de uso seguro y creativo de internet.

## Definición de las especificaciones de diseño

Diseñar una ecología de aprendizaje consiste en organizar o adaptar un contexto de interacción entre agentes y artefactos, para facilitar

la activación de un sistema de *potencialidades* que favorecen el aprendizaje. Al seguir la metodología de diseño educativo, y a partir de la caracterización de los actores y condiciones de formación en competencias digitales, se definieron los principios de diseño de la ecología de aprendizaje y las estrategias para su implementación.

## Principios de diseño de la ecología de aprendizaje

Los principios de diseño definen las proposiciones fundamentales, tanto a nivel conceptual como empírico, que, de acuerdo con los resultados de este estudio, satisfarían la ecología para cumplir el propósito de formar a los futuros profesores en las competencias digitales esenciales en su desenvolvimiento dentro los entornos de aprendizaje contemporáneos. En los siguientes apartados, se presenta cada uno de estos principios.

### Apertura

La ecología de aprendizaje debe constituirse como un escenario de aprendizaje abierto y de uso libre que propicie la formación en competencias digitales del profesorado en formación de todas las áreas de conocimiento, mientras se adaptan a diferentes niveles de dominio de las tecnologías. Asimismo, debe admitir la participación en las actividades de aprendizaje tanto de los formadores de profesores como del profesorado de las instituciones de secundaria, al atender a su identidad de aprendices permanentes y como una oportunidad para satisfacer sus necesidades de actualización. Este principio conlleva posibilitar la participación de otros actores:

- *Organismos gubernamentales e internacionales*: como los ministerios y la Secretaría de Educación y TIC, con los cuales se suscriban acuerdos de cooperación para potenciar las competencias digitales en el profesorado y en la ciudadanía en general.
- *Empresas del sector de las TIC*: que aporten sus desarrollos para robustecer y actualizar la infraestructura de la ecología de aprendizaje.

- *Organizaciones sociales*: que realicen eventos sobre el uso de las tecnologías o que convoquen la participación ciudadana en la búsqueda de soluciones a problemas del contexto con el uso de las TIC.
- *Cualquier otro actor*: en condiciones de aportar a la consolidación de la ecología y a incrementar sus conexiones con diferentes escenarios.

Este principio recupera la importancia de no pasar por alto que el futuro docente no puede construir por sí solo lo que se espera de la educación de los ciudadanos del siglo XXI. Por ello, requiere del apoyo de todos los sectores de la sociedad, a través del diseño de políticas públicas, la participación de las familias y la articulación de los nichos del ecosistema, los cuales, de diversas formas, se conectan con la ecología de preparación de los educadores. Esto implica articular actividades de ciencia, arte, cultura y tecnología como pilares en la formación en competencias digitales.

## Flexibilidad

Las estructuras curriculares de los programas ubican la formación en competencias digitales en ámbitos y espacios académicos variopintos en número, contenidos y créditos académicos, sin descontar que gran porcentaje de estos programas no ofrece esta preparación. Al mismo tiempo, se reconocen la vigencia e importancia de proporcionar a todo el profesorado el desarrollo de sus competencias digitales. La ecología de aprendizaje, por lo tanto, debe diseñarse como un espacio de aprendizaje flexible, acoplable a los componentes electivo y optativo de los planes de estudio o para ser cursado libremente por estudiantes de todas las titulaciones, al ajustarse a los espacios y tiempos que cada uno dedique a las actividades de aprendizaje. De este modo, el diseño debe velar por la combinación del espacio formal de formación que ofrece la UPN con espacios más flexibles posibilitados por la interconexión que proveen las TIC.

El principio de flexibilidad también supone que cada estudiante construya su ruta de aprendizaje, de acuerdo con sus intereses, intenciones, necesidades y experiencias particulares. Para ello, la

ecología suministra información suficiente y relevante que apoye las decisiones y elecciones de los participantes, mientras incorpora un repertorio de estrategias, actividades y producciones que enriquece las experiencias de aprendizaje.

## Actualización

La ecología de aprendizaje deberá, a su vez, establecerse como un escenario actualizable, de manera que se adapte a la evolución de las tecnologías digitales, a las pedagogías emergentes y a los cambios en las competencias para manejar las TIC en los escenarios educativos.

Para cumplir dicho propósito, es menester diseñar experiencias de aprendizaje modulares, modificables, escalables en diferentes niveles de profundización, que se acoplen para conformar itinerarios de aprendizaje. Esto supone integrar con cierta periodicidad actividades con nuevos desarrollos tecnológicos habilitados para la educación, con el fin de propiciar el conocimiento de sus usos y su apropiación para ser aplicados en situaciones y contextos educativos diferentes.

## Orientación hacia las potencialidades de aprendizaje

Diseñar la ecología al priorizar las potencialidades implica aprovechar la amplia gama de potencialidades de las TIC en el marco de la nueva cultura del aprendizaje, en función de enriquecer y generar oportunidades y experiencias:

1. Promover y consolidar los escenarios de aprendizaje que se extienden a cualquier momento, lugar y formas.
2. Fomentar dinámicas de aprendizaje activo, orientados al diseño y producción de artefactos de tecnología educativa.
3. Propiciar el trabajo colaborativo y la participación en redes de aprendizaje.
4. Procurar la combinación de múltiples formas de representación del conocimiento y de la información

en la presentación y realización de las actividades de aprendizaje.

5. Impulsar experiencias de integración de tecnología en entornos y situaciones educativas reales, al atender sus condiciones de acceso y conectividad.
6. Facilitar trayectorias de aprendizaje que respondan a las necesidades e intereses del profesorado en formación.

## Evidencia de los aprendizajes

La ecología recolectará las evidencias de los aprendizajes y competencias adquiridas por los participantes, en términos de qué pueden hacer y su capacidad para actualizarse y aprender de forma permanente. Esto requiere diseñar un sistema de publicación, almacenamiento e identificación de las producciones realizadas durante cada experiencia de aprendizaje. En adición, supone crear un sistema de certificación para validar los conocimientos y competencias alcanzados, mediante un protocolo de verificación de la calidad de las producciones y acreditación de los conocimientos derivados de su realización. De esta manera, se irá más allá de los instrumentos de autopercepción en la evaluación y certificación de competencias digitales docentes, hacia un sistema de evidencias concretas de su dominio, asunto que, como se identificó en la investigación, es una de las necesidades en este campo. La implementación de este mecanismo de validación de los conocimientos y aprendizajes permitirá, además, vincular a la UPN a formas más recientes de acreditación del conocimiento, con miras a su adaptación a las demandas de una sociedad cada vez más interconectada.

## Estrategias de desarrollo de los principios de diseño

A partir del marco general para diseñar la ecología, determinado por los cinco principios expuestos en el acápite anterior, se formulan las estrategias de implementación asociadas a cada uno de

ellos, con el fin de conducir a su realización a través de diferentes acciones o intervenciones mediante la ecología de aprendizaje (tabla 26). Cada una de estas estrategias da lugar a la definición de las trayectorias y experiencias de aprendizaje que componen el prototipo de dicha ecología.

**Tabla 26.** Estrategias de implementación de los principios de diseño

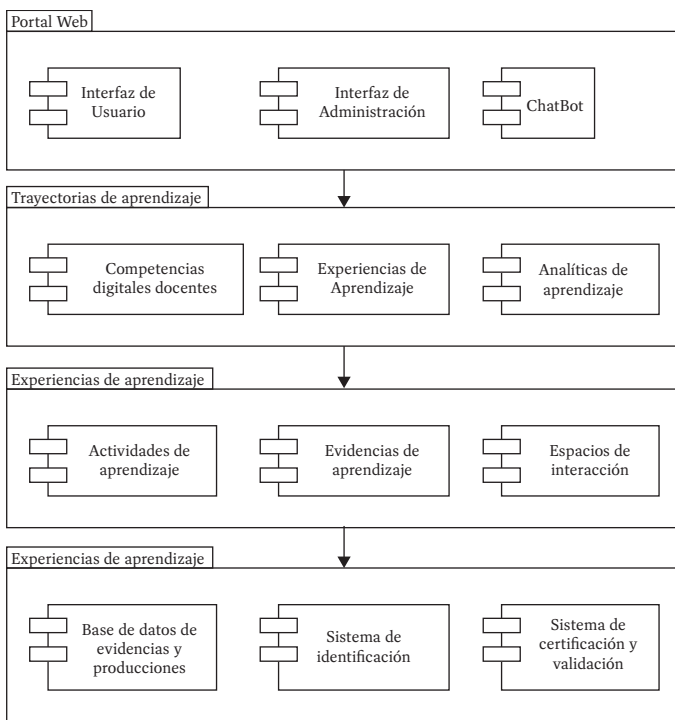
| Principio                             | Estrategias de implementación   |
|---------------------------------------|---|
| Apertura                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar un sitio web de acceso libre que habilite la participación de profesores en formación, formadores de profesores y profesores de las instituciones de secundaria.</li> </ul>  |
|                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Invitar a participar a otros formadores de profesores a realizar contribuciones de experiencias de aprendizaje que nutran la ecología.</li> </ul>  |
|                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conectar las experiencias de aprendizaje con las necesidades y expectativas de las instituciones de secundaria.</li> </ul>   |
|                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparar al profesorado en formación para participar en el diseño de sus experiencias de aprendizaje, previo cumplimiento de requisitos.</li> </ul>  |
|                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestionar la vinculación de organismos y organizaciones gubernamentales, no gubernamentales, sociales y empresariales, en el diseño, organización y soporte de nuevas experiencias de aprendizaje.</li> </ul>                                      |
| Flexibilidad                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrecer trayectorias de aprendizajes flexibles y modulares.</li> </ul>   |
|                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar el acople de las experiencias de aprendizaje con los créditos que otorgan los espacios optativos y electivos de los programas.</li> </ul>  |
|                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrecer experiencias de aprendizaje que se efectúan en diferentes escenarios y momentos para ajustarse a la disponibilidad de tiempo de los participantes.</li> </ul>  |
|                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incluir diversas estrategias y actividades para extender las experiencias y perspectivas de aprendizaje.</li> </ul>  |
| Actualización                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar trayectorias y experiencias de aprendizaje que se agreguen, se remuevan y se diseñen por niveles para mantener la ecología actualizada.</li> </ul>   |
|                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporar las tendencias internacionales de tecnología para la educación secundaria.</li> </ul>   |
|                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualizar las trayectorias y experiencias de aprendizaje de acuerdo con la evolución de estándares internacionales de competencias digitales docentes y las necesidades del contexto educativo colombiano.</li> </ul>                             |
| Orientación hacia las potencialidades | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las experiencias de aprendizaje se realizan desde cualquier lugar y en cualquier momento, en conexión y con el respaldo de la universidad.</li> </ul>  |
|                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las experiencias de aprendizaje se orientarán al aprendizaje activo, así como al diseño y producción de artefactos de tecnología educativa.</li> </ul>   |
|                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siempre que sea posible, las experiencias de aprendizaje serán colaborativas, para aprovechar el potencial de la inteligencia colectiva. Por ello, el diseño favorecerá el acceso a información, la interacción en línea y cara a cara.</li> </ul> |

| Principio                 | Estrategias de implementación  |
|---------------------------|--|
|                           | Los recursos de aprendizaje proporcionados para orientar cada experiencia de aprendizaje, además de los productos entregables como evidencias, harán uso de múltiples formatos de representación, con el fin de aprovechar esta diversificación para explicitar los conocimientos.   |
|                           | Las experiencias de aprendizaje estarán dirigidas a la integración de tecnología en entornos o situaciones educativas reales o a la solución de problemas de las comunidades, al atender las condiciones de acceso a la tecnología de cada contexto. También se promoverá, como actividades de aprendizaje, la participación en eventos locales o en línea, sobre el uso de las tecnologías en actividades de arte, ciencia y cultura. |
|                           | Las trayectorias de aprendizaje promoverán la conexión con instituciones educativas y con la comunidad local y global, para diseñar e implementar pequeñas innovaciones, que conecten disciplinas, realidades y experiencias, en las que se apliquen conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares.  |
|                           | Se proveerán canales de negociación para seleccionar las rutas personales de aprendizaje y se brindará orientación en caso de confusión, al allanar el camino para constituirse en aprendices permanentes.   |
|                           | Se aprovechará el potencial de las analíticas de aprendizaje para apoyar la toma de decisiones en la definición de las rutas de aprendizaje.   |
| Evidencia de aprendizajes | Las trayectorias de aprendizaje se orientarán al desarrollo de todas las competencias digitales docentes, los conocimientos ТРАКК y la autoeficacia para integrar las TIC en el aula.  |
|                           | Se mantendrá registro de las producciones derivadas de las experiencias de aprendizaje, para validar las competencias digitales adquiridas a través de un sistema de certificación con insignias digitales.  |
|                           | Las certificaciones e insignias se integrarán al perfil profesional digital del profesor en formación y estarán respaldadas por la UPN.  |

**Fuente:** elaboración de la autora.

## Prototipo de ecología de aprendizaje

A partir de los principios y estrategias de diseño, se determinó que la estructura de la ecología de aprendizaje estará constituida por tres componentes: *trayectorias de aprendizaje*, *experiencias de aprendizaje* y *evidencias de aprendizaje* (figura 8).



**Figura 8.** Diagrama de componentes de la ecología de aprendizaje

**Fuente:** elaboración de la autora.

El contexto de interacción definido por la ecología tendrá como epicentro de interconexión un *portal web*, a través del cual se difundirán las trayectorias y experiencias de aprendizaje propuestas para desarrollar las competencias digitales docentes. Con este diseño, las experiencias de aprendizaje se realizarán desde cualquier lugar, en cualquier momento, de diferentes formas y en diversos escenarios: en línea, en la Universidad, en los centros de secundaria, en espacios locales o en una combinación de estos, siempre atendiendo a los principios declarados. Esta arquitectura conservará el registro de las producciones derivadas de las actividades de aprendizaje que componen cada experiencia y que conducen a su certificación,

a manera de evidencias de las competencias digitales y de los aprendizajes alcanzados.

Los participantes se conectarán a través de su cuenta, recibirán notificaciones sobre nuevas experiencias de aprendizaje que se incorporen a la ecología; también conversarán con otros participantes para intercambiar, desarrollar y publicar los resultados de sus experiencias de aprendizaje. La ecología de aprendizaje contará con un chatbot —o asistente de conversaciones digitales basado en inteligencia artificial— con el objetivo de facilitar tareas de gestión e información básica a los usuarios en actividades como orientaciones generales, envío de información y novedades, gestiones y consultas sobre trayectorias, experiencias y evidencias de aprendizaje; así como brindar respuestas inmediatas a preguntas frecuentes; motivar la participación en las actividades, entre otras acciones. A continuación, se describen cada uno de los componentes de la ecología.

## Trayectorias de aprendizaje

Una *trayectoria* es un conjunto de experiencias de aprendizaje relevantes que posibilitan el logro de objetivos similares o competencias de un mismo tipo. Estas trayectorias serán de naturaleza híbrida, es decir, que del conjunto de experiencias disponibles, cada participante seleccionará con libertad aquellas que deseará completar, de acuerdo con sus intereses y necesidades de formación. De esta manera, el participante construirá su propio itinerario.

Las trayectorias definidas para el primer prototipo de la ecología de aprendizaje corresponden a las competencias digitales docentes fundamentales, identificadas a partir de la revisión de los estándares internacionales y del marco nacional (figura 9). En ellas, se conjugarán los principales tópicos analizados en esta investigación: las tendencias en la integración de tecnología en la educación secundaria; los avances de la investigación en el campo de los modelos y estrategias para formar docentes en competencias digitales; los resultados de la caracterización de la población a la que va dirigida, entre otros asuntos. Todo esto en la perspectiva de aprovechar la configuración ecológica creada con la articulación del

contexto de formación que ofrece la Universidad, los centros educativos e instituciones de práctica y ciertos espacios en el ámbito local, así como las tecnologías y escenarios digitales disponibles.

| <b>Ecología de aprendizaje</b><br><b>Competencias Digitales Docentes</b>   |   |   |
|--|---|---|
| <b>Trayectorias de aprendizaje</b>   |   |   |
| <b>Alfabetización digital</b><br>Guía gestión de información, orienta la comprensión de los medios en la sociedad y usa con destreza recursos informáticos.  | <b>Comunicación y colaboración</b><br>Usa aplicaciones de colaboración y comunicación para expandir experiencias de aprendizaje auténticas.                                     | <b>Creación de contenidos digitales</b><br>Crea y edita contenidos digitales, realiza producciones multimediales y utiliza programación.                                |
| <b>Solución de problemas técnicos</b><br>Reconoce los principales problemas y aprende a buscar soluciones en internet.                                       | <b>TIC y currículo</b><br>Identifica conceptos y procesos clave de su área y describe la función de aplicaciones específicas que facilitan su comprensión.                      | <b>TIC y solución de problemas</b><br>Diseña planes de unidad y actividades con tic para entender, representar, discutir y resolver problemas complejos del mundo real. |
| <b>Aprendizajes y construcción de conocimiento</b><br>Diseña unidades y actividades con TIC para desarrollar las competencias del siglo XXI.                 | <b>Diseño de actividades y entornos auténticos</b><br>Usa tecnología para crear, adaptar y personalizar experiencias de aprendizaje independiente y colaborativo.               | <b>Análisis de información y evaluación con TIC</b><br>Utiliza e interpreta analíticas de aprendizaje, diversas estrategias de evaluación y retroalimentación con TIC.  |
| <b>Políticas TIC en educación</b><br>Explica y analiza los principios de uso de las TIC en la educación.   | <b>Ciudadanía digital</b><br>Gestiona la identidad digital, contribuye positivamente y participar responsablemente en el mundo digital.   | <b>Seguridad en el uso de TIC</b><br>Identifica y gestiona problemas de seguridad de internet y promueve su uso responsable y seguro.                                   |
| <b>TIC para el aprendizaje inclusivo y personalizado</b><br>Utiliza las TIC para crear oportunidades de aprendizaje accesibles, inclusivas y personalizadas. | <b>Gestión y organizaciones de aprendizaje</b><br>Aprende a utilizar tecnologías para la gestión educativa para convertir a las instituciones en organizaciones de aprendizaje. | <b>Aprendizaje permanente y formación profesional</b><br>Utiliza diferentes aplicaciones para enseñar los conceptos básicos de programación de computadores.            |

**Figura 9.** Trayectorias de aprendizaje del primer prototipo de ecología

**Fuente:** elaboración de la autora.

Según el paradigma ecológico, las trayectorias de aprendizaje del escenario de partida estarán abiertas a las contribuciones de otros formadores de profesores, con experiencia y conocimiento en el uso de las TIC para la educación, quienes serán invitados a participar con nuevas propuestas. Asimismo, se espera diseñar un espacio que habilite al profesorado en formación, con el cumplimiento de algunos requisitos, a proponer experiencias de aprendizaje que enriquezcan la ecología. En un futuro próximo, se prevé convocar y vincular a programadores de aplicaciones educativas —de Colombia y otras partes del mundo— con el fin de constituir alianzas de integración de experiencias de aprendizaje que permitan probar, evaluar e incluir en el trabajo docente nuevos desarrollos tecnológicos.

## Experiencias de aprendizaje

Cada experiencia de aprendizaje será descrita por una serie de atributos que la identifican y dan a conocer todos los detalles para su realización (tabla 27). Esta información servirá, además, como metadatos en el sistema, con el que se clasificará y presentará cada experiencia en las trayectorias de aprendizaje a las que se asocian, de forma coherente, con las competencias que pretenden desarrollar.

**Tabla 27.** Descriptores de las experiencias de aprendizaje

| Descriptor                 | Información que presenta  |
|----------------------------|---|
| Nombre                     | Presenta el nombre de la experiencia de aprendizaje.  |
| Descripción                | Explica el <i>know-how</i> que desarrollará quien complete la experiencia de aprendizaje.   |
| Trayectoria                | Indica la competencia digital a las que se vincula la experiencia de aprendizaje y que define cada trayectoria de aprendizaje.  |
| Certificación digital      | Presenta el tipo de insignia digital que recibirá quien complete las actividades previstas en la experiencia de aprendizaje, que acreditan y evidencian sus competencias digitales. |
| Actividades de aprendizaje | Enumera cada una de las actividades a completarse para culminar la experiencia de aprendizaje.  |
| Experiencias relacionadas  | Presenta otras experiencias de aprendizaje que guardan relación con la actual y que profundizan sobre una competencia específica.   |

**Fuente:** elaboración de la autora.

En consonancia con el paradigma ecológico, las experiencias de aprendizaje incluirán actividades que podrán realizarse en escenarios formales o informales. Esto quiere decir que tanto la participación en los ambientes de aprendizaje formal brindados por la Universidad, como las experiencias formativas más informales, en instituciones y comunidades, serán objeto de evaluación y certificación: la práctica o experiencia certificada en una comunidad, un curso extracurricular, una actividad de voluntariado, entre otras muchas posibilidades. Esto enriquece las actividades que ocurren con frecuencia en los cursos universitarios.

Cada actividad se presentará organizada según campos de información, a través de los cuales se proporcionan las indicaciones y recursos para su desarrollo, así como las evidencias que debe aportar quien concluye la actividad para efectos de su certificación (tabla 28).

**Tabla 28.** Descriptores de las actividades de aprendizaje

| Descriptor    | Información que presenta  |
|---------------|---|
| Instrucciones | Detalla cada uno de los pasos a completarse para culminar la actividad de aprendizaje.  |
| Aplicaciones  | Muestra el listado de <i>software</i> , aplicaciones o demás recursos tecnológicos que se usarán en la ejecución de la actividad.     |
| Recursos      | Indica los recursos de aprendizaje que se ponen a disposición para elaborar la actividad.   |
| Evidencias    | Describe el tipo de productos a publicarse en la ecología, como resultado de la actividad y evidencia de los aprendizajes alcanzados. |

**Fuente:** elaboración de la autora.

La figura 10 presenta un boceto de una experiencia de aprendizaje y la estructuración de sus componentes principales.

## Ecología de aprendizaje

### Competencias Digitales Docentes

#### Experiencias de aprendizaje

##### Producción de podcast educativos

Demuestra tu capacidad de producir y publicar tu podcast educativo para una audiencia real. A través de esta experiencia te introducirás al mundo de los podcasts educativos. Aprenderás en qué consisten, cómo identificar un tema, constituir el guión, desarrollar la entrevista. Y te guiaremos para que puedas grabarlo, editarlo, publicarlo y promocionarlo.

##### Competencias digitales

- Creación de contenidos digitales
- Comunicación y colaboración

##### Comparte esta experiencia



##### Actividades

###### 1. ¿Qué es un podcast educativo?

Mira el video y aprende sobre los podcast educativos.

###### 2. Planeación

Sigue nuestra guía paso a paso para planificar tu podcast educativo.

###### 3. Construcción del guión

Aprende cómo esbozar un guión para tu podcast educativo.

###### 4. Entrevista

Prepárate para llevar a cabo la entrevista para tu podcast (aprende sobre ritmo, volumen, enunciados).

###### 5. Grabar

Pon tu plan en acción y graba tu podcast. Conoce y elige las aplicaciones apropiadas.

###### 6. Editar

Edita tu primer episodio de podcast.

###### 7. Música y efectos de sonido

Graba, edita música y efectos de sonido y mezcla con Audacity.

###### 8. Publicación

Comparte tu podcast publicándolo en Spreaker, iTunes y SoundCloud y promócelo.



Esta actividad confiere la insignia de producción de podcast educativos en el nivel avanzado, que evidencian el *know-how* y el manejo de las aplicaciones necesarias para crear un podcast educativo, publicarlo y difundirlo.

Figura 10. Boceto de experiencia de aprendizaje

Fuente: elaboración de la autora.

## Evidencias de aprendizaje

Otro de los componentes fundamentales de la ecología lo constituyen las evidencias de aprendizaje, que de una parte están conformadas por las producciones que publican los participantes, como resultado de cada actividad de aprendizaje y, de otra, por las certificaciones digitales e insignias conferidas al completar las actividades de una experiencia de aprendizaje, como testimonio de los avances en los conocimientos, competencias y experticia adquirida. Este sistema facilita la alineación entre los objetivos, las competencias y los resultados de aprendizaje, al crear una vía más eficiente y directa para desarrollar, demostrar y validar las competencias alcanzadas, de manera más real y próxima a la valoración de competencias, conocimientos y aprendizajes en el contexto social.

Las insignias y certificaciones estarán disponibles tanto para quienes estén inscritos en los cursos de formación en competencias digitales de los programas de la UPN, como para formadores de profesores, profesores en servicio y cualquier persona que desee construir su *know-how* en competencias digitales a través de la ecología. Para el profesorado en formación, será una oportunidad para enriquecer su perfil profesional digital, pues compartirá y publicará sus insignias a través de redes sociales, blogs o portafolios digitales.

Para finalizar, como lo prevé la metodología de diseño educativo, este prototipo será objeto de evaluación y retroalimentación, con el fin de refinar y mejorar las competencias digitales docentes, así como evaluar su eficacia y su impacto con respecto a las necesidades de las instituciones de educación secundaria y del entorno. Esta evaluación facilitará la identificación y creación de circuitos de retroalimentación para su mejora continua.

## Conclusiones

**E**sta investigación se planteó como objetivo actualizar el componente de formación en competencias digitales en los programas de titulación del profesorado de la UPN desde el paradigma de las ecologías de aprendizaje. Para su consecución, se fijaron nueve objetivos específicos: siete orientados a construir el estado actual de esta preparación en la universidad y dos dirigidos al diseño de la ecología de aprendizaje.

Con respecto al primer objetivo específico —identificar el estado actual de la formación en competencias digitales en los programas de titulación del profesorado de la UPN—, se encontró que, en concordancia con las políticas de formación inicial del profesorado en Colombia, la preparación para hacer uso pedagógico de las TIC es una intención manifiesta en la normativa de la Universidad, en su *Reglamento Académico*, el cual prevé su inclusión tanto en los ambientes de formación como en las modalidades de práctica educativa. Sin embargo, los análisis conducidos revelan una implantación marginal de la competencia digital en la mayoría de los planes de estudio y en varios casos inexistente —evidente en el escaso número de espacios académicos, su desarticulación de la preparación pedagógica y disciplinar, su ausencia en los resultados de aprendizaje y en los perfiles profesionales de los educadores—. Por ello, se afirma que persiste la necesidad de darle significación como parte esencial de la formación del profesorado, tanto en los espacios académicos —en sus contenidos y metodologías— como en los escenarios de práctica e investigación.

De los quince programas analizados, en tan solo dos, cuyos planes curriculares se actualizaron en el 2017, existe el interés manifiesto de ampliar la formación en competencias digitales y

convertirlas en objeto de investigación. Es destacable el trabajo de la licenciatura en Matemática, en la que la formación en TIC se toma con mucha seriedad al convertirla en campo de estudio, lo que conlleva a ofertar una preparación congruente y sistemática en la apropiación de dichas tecnologías. En otros programas, hay algunas experiencias puntuales, con alto nivel de logro, que se constituyen en horizontes de sentido. Entre estas, sobresale la formación en programación de computadores y sus aportes a la participación del profesorado en formación, como creadores de aplicaciones y artefactos de tecnología educativa, así como al desarrollo de sus habilidades de pensamiento computacional, solución de problemas, toma de decisiones y creatividad. Esto no significa que todos los profesores deban volverse expertos en este campo, pero esta competencia es crucial para desbordar comportamientos de consumo pasivo de información y empoderarse como desarrolladores de artefactos de tecnología educativa y constructores de innovaciones a pequeña escala, a la medida de los intereses y necesidades de las comunidades donde se desempeñan. En el extremo opuesto, la formación es más bien incipiente, ligada a las mediaciones comunicativas, al margen de los alfabetismos de la época actual, sobre el sentido y las formas de participación en la sociedad en red.

La falta de consenso en torno al significado de las competencias digitales docentes y a las estrategias para su adquisición permite inferir una profunda ausencia de reflexión e interés de los cuerpos directivos y académicos de los programas sobre este tema, que deriva en la ausencia de micropolíticas claras para incorporarlas en los currículos. El balance es, en términos generales, que la preparación ofrecida, en la mayoría de los programas, genera bajas capacidades respecto al manejo de las tecnologías y su articulación en las labores de diseño y planeación educativa. Además, no se prepara en competencias digitales fundamentales, como el uso de las TIC para la resolución de problemas, la construcción de conocimiento, el diseño de actividades y entornos auténticos, la formación de ciudadanía y la seguridad.

Asimismo, la ausencia de una política institucional para actualizar a los formadores en temas de formas educativas emergentes y avances de la tecnología educativa repercute en la escasa apropiación de las TIC en el trabajo docente, con implicaciones directas en el desarrollo de las competencias digitales del profesorado en formación. Este vacío impide que el cuerpo de formadores analice el impacto de las tecnologías en la sociedad en general y en el mundo educativo, más allá de las dificultades y riesgos de la inserción de las tecnologías, y se aproximen a la discusión sobre las oportunidades que entregan para el aprendizaje de todos los campos de conocimiento, la solución de problemas locales y su indefectibilidad en la educación de las futuras generaciones de ciudadanos. Los efectos de la marginalización de las discusiones contemporáneas de la educación se extienden a todas las actividades misionales de la UPN —docencia, investigación y proyección social—, que generan un rezago generalizado y una pérdida de impacto y pertinencia de sus acciones en el contexto educativo nacional.

Frente al segundo objetivo específico —evaluar los conocimientos TPACK de los estudiantes de último año de carrera—, las valoraciones muestran debilidades en el uso pedagógico y disciplinar de las tecnologías, además de los conocimientos tecnológicos. Se enfatiza la necesidad de orientar la preparación del profesorado desde visiones integradoras del repertorio de conocimientos pedagógicos, disciplinares y tecnológicos, al desmarcarse de perspectivas unilaterales, y de proveer más oportunidades para trabajar con las tecnologías y mantenerse al día con las innovaciones más relevantes.

Sumado a lo anterior, la valoración por debajo del punto medio de los *modelos de conocimientos TPACK en los formadores* los postula como uno de los asuntos de mayor atención, dada la relevancia del aprendizaje vicario en la construcción de modelos de uso de la tecnología y su incidencia directa en la determinación para incorporarla en el trabajo docente (Tondeur *et al.*, 2017b, 2019b). Conlleva, al mismo tiempo, extender la formación en competencias digitales a todo el cuerpo de formadores, incluido el profesorado de

los centros de práctica, de quienes los estudiantes también adoptan formas de uso de la tecnología. El principio de apertura que orienta el diseño de la ecología de aprendizaje da respuesta a esta demanda, al extender su alcance hacia los diferentes ámbitos involucrados en la formación profesional de los educadores.

Respecto al tercer objetivo —evaluar las percepciones de autoeficacia para integrar las TIC en el aula de los estudiantes de último año de carrera—, los bajos índices de percepción sobre la capacidad de utilizar las TIC para apoyar y fortalecer prácticas de instrucción hacen necesario orientar la formación hacia el fortalecimiento de competencias, como la selección de tecnologías en situaciones de aprendizaje específicas y el diseño de ambientes de aprendizaje, con el empleo de la infraestructura disponible en los centros educativos. Con ello, se reitera la relevancia de asumir enfoques de aprendizaje activo, que comprometan al profesorado en formación en actividades de diseño educativo con tecnologías. Se reafirma que la competencia digital es una habilidad práctica y su formación debe incluir un conocimiento profundo de la tecnología, para lograr su adaptación y transformación, materializada en artefactos de tecnología educativa, que se incluyan en las ecologías personales de aprendizaje de los estudiantes. En este sentido, desarrollar las competencias digitales del profesorado implica ir más allá de su función a nivel comunicativo y afianzar habilidades de diseño, prototipado e implementación. En otras palabras, *saber hacer* con las tecnologías, materializar sus potencialidades educativas, llevarlas efectivamente a la práctica docente, evaluar su impacto y refinar los artefactos producidos. En efecto, las valoraciones por encima de la media sugieren que las intervenciones hechas con este propósito serían bien recibidas por esta población, cuando denotan menor resistencia al trabajo con tecnología. Así, las oportunidades que provee la ecología de aprendizaje, orientadas al reconocimiento de las potencialidades educativas de las TIC, contarán con condiciones ideales en su implementación entre los docentes en preparación.

En cuanto al cuarto objetivo —estimar el grado de asociación entre las percepciones de autoeficacia, los conocimientos TPACK

y la edad—, las correlaciones significativas y positivas entre los conocimientos TPACK y las percepciones de autoeficacia señalan la relevancia de asumir un enfoque integrador que conduzca a una sólida preparación en los campos pedagógico, disciplinar y tecnológico, con el fin de incidir en las capacidades e intenciones de uso de las TIC en el trabajo de aula. Requerimiento reiterado por las percepciones significativamente más altas en los *conocimientos pedagógicos y tecnológicos del contenido* entre los estudiantes más jóvenes, quienes pueden sobreestimar sus conocimientos como consecuencia de vacíos y limitaciones en la formación recibida. Esto conlleva a diseñar, probar, evaluar y complementar las estrategias propuestas por la ecología de aprendizaje, para que se articulen los repertorios de estrategias pedagógicas con un conocimiento profundo de los campos disciplinares, en estrecha unión con el dominio de las tecnologías educativas que mejor se adaptan a las condiciones de los entornos educativos con los que se vincula, sus condiciones de infraestructura y sus necesidades más sensibles.

En lo que concierne al quinto objetivo —evaluar el efecto del género, la formación en TIC, las experiencias con TIC y el campo de formación en las valoraciones de autoeficacia y TPACK—, los resultados apuntan a que no existe una brecha fundamental de género en las percepciones de autoeficacia y conocimientos para integrar las TIC en el quehacer cotidiano en las aulas. Este es un elemento clave a la hora de diseñar los planes de formación en competencias digitales docentes, con el fin de evitar sesgos de género y propiciar estrategias de inclusión y participación equitativa de las mujeres en el trabajo con tecnologías.

Por otro lado, preocupa el efecto ocasionado por la formación que ofrece la UPN a través de los cursos orientados al uso educativo de las TIC, que, en aparente contradicción, muestran un efecto negativo sobre las percepciones de autoeficacia y TPACK del profesorado en formación. Este resultado constituye un llamado de atención urgente a la revisión de los objetivos de estos espacios académicos, en aras de compaginarlos con las estrategias y modelos de formación en competencias digitales docentes aportados por la

investigación, así como con las tendencias de desarrollo de tecnologías para la educación. A la vez que se recomienda incrementar el número de cursos que brindan oportunidades de formación en el uso educativo de las tecnologías.

Con respecto a las experiencias de integración de las TIC, los análisis muestran que los usos restringidos que los formadores les dan durante las clases en la universidad inciden significativamente en las bajas valoraciones de los *conocimientos tecnológicos* del profesorado en formación, de la misma manera que hay escasas oportunidades para observar el uso de tecnologías en las instituciones de práctica. Sobre estos dos aspectos, se debe fortalecer la acción de la UPN con el propósito de garantizar condiciones más favorables en el desarrollo de las competencias digitales docentes. Asimismo, dada la relevancia de las experiencias con las TIC durante las prácticas educativas, resulta fundamental incluirlas como parte de los protocolos y planeaciones de las intervenciones en los centros de secundaria. Aprovechar estos escenarios, pilares en la preparación del profesorado, armonizaría la incorporación de las tecnologías con los objetivos educativos y enfoques pedagógicos puestos en juego.

Al atender las diferencias por campo de formación, los hallazgos dan indicios acerca de algunas estrategias efectivas que se están desarrollando en los programas de la UPN, sobre las cuales sería interesante profundizar en futuras investigaciones para determinar y precisar el alcance de sus efectos, entre ellas, la formación en el campo de la programación de computadores, que conduce a las valoraciones más altas de autoeficacia y conocimientos TPACK; la integración de las TIC durante las prácticas educativas en los centros de secundaria, así como el interés de las directivas y formadores de algunos programas por proveer una sólida formación en el uso de las TIC, a través de variados cursos y optativas profesionales, cuyo impacto se refleja en la diversidad de formas de uso e integración de dichas tecnologías durante la preparación del profesorado.

En referencia al sexto objetivo —identificar las experiencias de integración de las TIC durante la formación inicial del

profesorado—, se encontró que el uso de tecnologías durante las prácticas educativas está influenciado por los modelos de uso aprendidos de los formadores. Sin embargo, en la mayoría de los casos, estos no constituyen referentes significativos para su uso especializado, ni para su integración en los diseños educativos. En general, las aplicaciones son muy básicas. Cuando priman formas de comunicación unidireccional que contravienen el espíritu del aprendizaje contemporáneo, se revela una escasa capacidad de innovación y la proclividad a volverlas congruentes con prácticas de enseñanza tan comunes que no dejan lugar al reconocimiento de todas las oportunidades que ofrecen. Se requiere implementar escenarios formativos que animen la renovación de los enfoques de enseñanza, propicien la apropiación de modelos de aprendizaje activo y mejoren el aprovechamiento de las tecnologías y la adopción de pedagogías de frontera. En las instituciones de práctica educativa, nuevas experiencias con tecnología deben complementar el proceso formativo. Promoverlas es puntual para completar la preparación docente con la mirada del profesorado de las instituciones de secundaria, quienes, además, se muestran más próximos al uso de tecnologías de vanguardia. Esto no exime a los formadores de su deber de actualizarse para brindar esta preparación desde la universidad, de manera que se sincronicen y refuercen las acciones formativas desde todos los escenarios.

Por último, la iniciativa, creatividad y recursividad del profesorado en formación hacia usos más complejos de las TIC, que se impuso en algunos casos, valida su interés por aproximarse a dinámicas educativas acordes con los escenarios contemporáneos, innovar en las prácticas educativas y superar las dificultades generadas por las condiciones de infraestructura. Estas actitudes los hacen proclives a convertirse en agentes de cambio y transformación educativa; un potencial que puede nutrirse a través de un proceso formativo más sólido, orientado al reconocimiento de las potencialidades de las ecologías de aprendizaje y que, a partir de la sistematización de experiencias propias y de la integración de resultados de investigación, les ayude a persistir en estas actitudes

cuando se inserten de lleno en la cultura de las instituciones de secundaria.

En relación con el séptimo objetivo —reconocer las perspectivas de los formadores frente a la preparación en competencias digitales de los futuros profesores—, se hallaron construcciones discursivas poco elaboradas, que denotan una incipiente formación teórica y práctica para utilizar las tecnologías, lo cual no les habilita para identificar su trascendencia, ni las oportunidades y riesgos de su incorporación en la educación secundaria. Condiciones que ayudan a explicar, al menos en parte, su falta de cuestionamiento frente a la tarea de repensar las prácticas educativas ante las demandas de un contexto social que cambia de prisa y en el que, a menudo, aparecen avances tecnológicos aprovechables en las actividades educativas. Sus expresiones ponen en evidencia la sobrevivencia de una vieja dicotomía en el ámbito educativo: la protección de las tradiciones de la vida en las aulas frente al desarrollo tecnológico y la exigencia de mantenerse actualizado. Esto configura dos escenarios antagónicos: por una parte, un mundo interconectado de múltiples posibilidades y acelerados avances y, por la otra, entornos educativos estáticos. Estas tensiones precisan ser resueltas desde perspectivas críticas, cimentadas en el conocimiento profundo de las tecnologías y sus potencialidades educativas.

En los casos más avanzados, las reflexiones abordan cuestiones éticas y sociales acerca de las desigualdades en el acceso a la tecnología y las condiciones de infraestructura y conectividad de las instituciones educativas. Los usos especializados de las tecnologías en las actividades docentes no se han incorporado en sus construcciones discursivas. Para muchos, la complejidad del entramado de conocimientos asociado al uso de tecnologías en los escenarios educativos, en términos de tiempo, esfuerzo intelectual y permanente actualización, les hace proclives a ubicarlo como reto y asunto de la próxima generación de formadores. Declaración que amerita la reflexión y actuación institucional hacia el diseño de programas de capacitación, actualización y desarrollo profesoral orientados al aprendizaje de tecnologías, de fácil acceso y altos

niveles de usabilidad, que les motiven a integrarlas en las actividades docentes al subsanar estas deficiencias.

En cuanto al octavo objetivo —especificar las oportunidades que ofrecen las ecologías de aprendizaje a la formación en competencias digitales docentes—, las revisiones de los conceptos de *ecologías* y *potencialidades* llevadas a cabo en esta investigación aportan perspectivas significativas, mediante aportes específicos al desarrollo de cada una de las competencias digitales docentes. Se resaltan, entre otras:

- Las oportunidades de aprendizaje en cualquier tiempo, lugar y de diversas maneras, trascienden las fronteras de la universidad y enlazan la preparación del profesorado con el mundo fuera de ella, en un *continuum* que incrementa el tiempo y enriquece las experiencias de aprendizaje.
- El aprendizaje es activo y participativo en actividades de diseño y producción de artefactos de tecnología educativa.
- La formación digital de los docentes es un proceso en red y colaborativo, que ocurre a través de la interacción y la participación.
- La comprensión e integración de lenguajes heterogéneos y emergentes en diseños didácticos transmedia que favorecen la comprensión, la expresión creativa y enriquecen la articulación de las TIC con el currículo.
- La conexión con los problemas del mundo real, el valor del *know-how* y la preservación de las evidencias de aprendizajes alcanzados.
- La naturaleza dinámica de la ecología, que se modifica de acuerdo con los cambios tecnológicos, la actualización del conocimiento y las motivaciones e intereses particulares del profesorado en formación.

Lo más relevante es que este paradigma involucra al profesorado en formación en el conocimiento directo de las potencialidades, a través de la vivencia de sus potencialidades en la adquisición de sus competencias digitales. Este énfasis en las potencialidades de aprendizaje —ubicuo, activo, colaborativo, multimodal, auténtico y personalizado— es un factor diferenciador de otras propuestas de formación en competencias digitales docentes, pues convierte la forma en el contenido y viceversa. En otras palabras, se trata de una experiencia inmersiva en la que el profesorado aprende a integrar las tecnologías cuando se imbuje en estas seis potencialidades, a través de las cuales, en simultáneo, afianza sus competencias digitales y comprende el valor de las tecnologías para su trabajo, en sintonía con las tendencias y necesidades de la sociedad del siglo XXI, que conduciría, incluso, a nuevos usos, más allá de propósitos originales previstos por sus diseñadores.

En torno al noveno objetivo —diseñar un prototipo de ecología de aprendizaje para la formación inicial del profesorado en competencias digitales—, el diseño propuesto no es una idea abstracta sobre un propósito de mejora, sino que se concibe, de acuerdo con su naturaleza ecológica, como entidad dinámica, sinérgica, expansiva, caracterizada por la multiplicidad y profundidad de las trayectorias, experiencias y evidencias de aprendizaje propuestas; a la par, es un escenario articulador, vinculante, en el que confluyen las discusiones actuales sobre procesos de aprendizaje, pedagogías emergentes, competencias para el siglo XXI, nuevas alfabetizaciones, cambio en los roles de profesores y estudiantes, estándares de competencias digitales docentes, tendencias de desarrollo de las tecnologías para la educación, estrategias de formación inicial del profesorado y los intereses particulares de los aspirantes a profesores, recuperados a través de sus percepciones de autoeficacia y TPACK, entre otros tópicos analizados en esta investigación. Sin embargo, no pretende por ello dictaminar una única forma de fomentar las competencias digitales en el profesorado; por el contrario, intenta construir una entidad flexible y permeable, con capacidad de ajustarse y evolucionar al ritmo de los aprendices, del cambio tecnológico y las demandas del contexto.

Gracias a los principios que orientan su funcionamiento, sus beneficios se extienden más allá de las instituciones formadoras del profesorado —formadores y profesorado en formación—, al promover la participación de docentes de las instituciones de secundaria y de otros actores sociales, con el fin de compartir experiencias de integración de las TIC y contribuir al desarrollo profesional y actualización de los docentes. Como complemento, sincroniza los propósitos de formación de los programas de titulación del profesorado con las necesidades de los centros de secundaria y con las tendencias de desarrollo tecnológico, para abordar la solución de problemas de aprendizaje, fomentar el aprovechamiento del equipamiento tecnológico de los colegios y ejercer su misión de formar a los ciudadanos para el siglo XXI. Aporta, además, a la flexibilización de los planes de estudio, la apertura del currículo y la diversificación de áreas de conocimiento y práctica, en procura de la formación integral de los educadores. Pretende la armonización de sus relaciones con las tecnologías, a través de una formación práctica que los habilite para el ejercicio efectivo de la profesión docente en el mundo contemporáneo. Por último, incita un alto sentido de apropiación con su proceso formativo mediante la selección de trayectorias personales de aprendizaje, que enlazan campos disciplinares, conocimientos pedagógicos y tecnologías.

Al mismo tiempo, constituye una experiencia de tránsito para actualizar el quehacer de la UPN frente a las demandas de la sociedad digital. Por ejemplo, a través del sistema de insignias, que se basa en evidencias de aprendizaje, facilita su avance hacia sistemas de certificación y acreditación de la competencia digital docente. Esta condición es indispensable si se tiene en cuenta que la falta de conocimiento y apropiación de las tecnologías en esta institución, dedicada a la formación de educadores, repercute en todo el sistema educativo del país, en el cumplimiento de su tarea de preparar a las próximas generaciones de ciudadanos para enfrentar los cambios sociales, económicos y culturales que demarca la revolución digital.

Si se retoma el objetivo general —actualizar el componente de formación en competencias digitales en los programas de titulación

del profesorado de la UPN desde el paradigma de las ecologías de aprendizaje—, se concluye que, como se ha discutido, analizado y evaluado en esta investigación, es posible aplicar paradigmas pedagógicos emergentes en la formación de competencias digitales docentes, al aportar a la actualización de la pedagogía a partir de la lectura y reinterpretación de las condiciones que imponen los escenarios contemporáneos. Hecho innovador en Colombia y en particular en la UPN, en donde no se han desarrollado estudios de esta naturaleza que contribuyan en el redireccionamiento de la formación inicial del profesorado en varios horizontes. Estas condiciones emergentes exigen:

- Entender el paradigma ecológico como posibilidad de integración de la tecnología en el desarrollo del pensamiento pedagógico, lo cual rompe la discontinuidad entre pedagogía y tecnología. De la misma manera que en el modelo TPACK, desde el cual no es posible pensar la pedagogía contemporánea sin las TIC, constituye en sí un modelo ecológico en el que se integran y combinan diferentes conocimientos que derivan en nuevas formas pedagógicas.
- Comprender que el carácter ecológico permite visibilizar que lo cognitivo en la pedagogía y en la construcción de conocimiento deja de ser el foco totalizante y se desplaza para dar paso a las competencias del siglo XXI, así como a otros elementos socioemocionales y motivacionales, en conexión con las seis potencialidades que se vuelven soporte en la educación del sujeto contemporáneo y, en consecuencia, de la preparación de competencias digitales docentes. En otras palabras, un modelo integrador que recupera el mundo educativo en la sociedad, con desafíos para las instituciones de formación del profesorado, sobre la utilidad y pertinencia de sus procesos formativos.
- Percibir el paradigma de las ecologías de aprendizaje atraviesa y amplía la comprensión de las competencias

digitales docentes, que involucra, como componente indispensable, el análisis y comprensión de las transformaciones sociales, culturales y educativas suscitadas por el acelerado avance tecnológico, que conduce a trabajar prospectivamente y desde nuevas pedagogías en la formación de las próximas generaciones de ciudadanos, quienes vivirán un mundo cada vez más digitalizado y automatizado. La formación digital del profesorado va más allá del uso de tecnologías específicas obsoletas, para fomentar la capacidad de adoptar con rapidez tecnologías de vanguardia, con las que respondan a los desafíos educativos del mundo actual.

- Dilucidar que el problema educativo contemporáneo no es de objetos y sujetos, sino de actantes, es decir, de la participación e interrelación con agentes que adquieren un lugar cada vez más preponderante en la escena educativa. Esto, sin duda, abre un gran campo de estudio e indagación acerca de las relaciones entre actores humanos y no humanos, que agencian hechos formativos en la educación, en general, y en la formación docente, en particular.

Este asunto será relevante en Colombia de cara a la *Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial* (CONPES 3975 del 2019), tema sobre el cual los docentes tendrán que sensibilizar y formar a la población. Su preparación deberá incluir la apropiación de *hardware* y *software* con el fin de contribuir, en la medida de sus posibilidades, a su aprovechamiento en la solución de problemáticas cotidianas; así como su vinculación con estrategias pedagógicas que fomenten el constructivismo y la innovación en los aprendizajes, más allá del uso de aplicaciones o dispositivos. También requiere saber solucionar problemas y abrirse a los horizontes de posibilidades del desarrollo científico y tecnológico. Aprender a sacar provecho de las tecnologías para amplificar capacidades, diseñar competencias y generar oportunidades de creación, innovación y emprendimiento en beneficio de las comunidades.

De esta manera, las instituciones formadoras del profesorado en Colombia, en especial la UPN, tienen por delante una gran tarea: conocer, apropiarse y motivar el uso de las tecnologías, a partir de la reflexión del entorno contemporáneo y en perspectiva hacia la solución de las problemáticas educativas y los déficits de calidad del sistema educativo en todos sus niveles. En sus manos se resguarda la formación de los líderes de la transformación educativa que necesita la sociedad colombiana del siglo XXI.

## Futuras investigaciones

Entre las líneas de continuidad de esta investigación cabe destacar, en primer lugar, la implementación y evaluación del prototipo de ecología de aprendizaje elaborado, al desarrollar la tercera y cuarta fase del modelo de investigación de diseño educativo, referido a la ejecución de microcursos orientados a la formación en competencias digitales docentes. Estas actividades quedan por fuera del alcance de este trabajo; sin embargo, se prevé su continuidad como proyecto de investigación a nivel institucional para evaluar la efectividad y pertinencia de la ecología de aprendizaje en la formación de competencias digitales, con miras a su validación y adopción en contextos y audiencias más amplias.

Asimismo, será necesario extender este tipo de estudios a otras instituciones formadoras del profesorado, mediante nuevas investigaciones que evalúen el impacto del paradigma ecológico en la formación en competencias digitales del profesorado a nivel local y comunicar los resultados a la comunidad científica, con el fin de constituirse en interlocutores en este campo. En este sentido, las correlaciones significativas y positivas encontradas en este estudio, entre los conocimientos TPACK y la autoeficacia, indican que es una buena alternativa metodológica emplear, en conjunto, estos instrumentos para realizar análisis complementarios entre la autoeficacia, los conocimientos TPACK y las competencias digitales docentes.

Dentro de este abanico de posibilidades, se incluye el impacto del enfoque de ecologías y potencialidades de aprendizaje en la configuración de los sistemas de creencias de los formadores y profesores en formación frente a la relación entre tecnología y educación, la disposición de integrar la tecnología en los procesos educativos y la configuración de nuevas creencias entre el colectivo de educadores, que derivan en formas compartidas de entender su impacto en el mundo educativo y ayudan a afrontar el cambio social y educativo que impone el mundo digital.

Por último, en la revisión realizada, no se encontraron estudios sobre cómo las instituciones formadoras del profesorado, o los programas de desarrollo profesional, apoyan explícitamente a los formadores en su rol de modelos de uso de la tecnología. Futuras investigaciones podrían enfocarse en cómo preparar a los formadores de profesores para respaldar la adquisición de competencias digitales al beneficiarse de las ventajas del paradigma ecológico, dada su relevancia en este proceso.

## Limitaciones de este estudio

Las limitaciones de este estudio se asocian con los instrumentos empleados para valorar los TPACK, así como la autoeficacia para integrar las TIC en el aula (SQD), los cuales, si bien son validados, poseen altos índices de confiabilidad y son usados en múltiples estudios en el ámbito educativo, forman parte de la categoría de instrumentos de autorreporte, basados en el juicio de quienes los responden y no en evidencias fácticas de los conocimientos que evalúan, por lo que podrían conducir a resultados e interpretaciones incorrectos (Dincer, 2018).

Frente a este tipo de instrumentos, las investigaciones evidencian que es frecuente que los participantes muestren una alta percepción sobre sus competencias y conocimientos, al sobreestimar significativamente sus competencias reales (Porat *et al.*, 2018). A pesar de que las percepciones sobre los conocimientos TPACK y

SQD en el aula se ubicaron por encima del punto medio, podrían estar sobrevaloradas y corresponder con niveles de conocimiento fácticos por debajo de estos valores.

Estas condiciones trataron de mitigarse al complementar el análisis cuantitativo con los datos obtenidos gracias a los grupos focales y a las entrevistas, con los que se recopilaron las perspectivas del profesorado en formación y de los formadores, con el fin de contrastar los resultados de las encuestas. Al respecto, se prospecta, en próximos estudios, analizar las evidencias de aprendizaje recabadas a través de la ecología de aprendizaje y diseñar, a partir de ellas, un sistema de indicadores que evalúen las competencias digitales docentes, más allá de percepciones subjetivas, para avanzar hacia la evaluación objetiva de sus logros.

## Consideraciones éticas

Durante el desarrollo de esta investigación, se respetó la autonomía de cada uno de los participantes, estudiantes y profesores, a quienes se les informó con claridad acerca de los fines de la investigación. Además, se les invitó a participar de forma voluntaria y se solicitó la autorización correspondiente para recolectar la información de los cuestionarios, llevar a cabo las entrevistas o las sesiones de grupos focales y realizar las grabaciones de audio. Asimismo, se garantizó la protección de la identidad de los estudiantes, así como la de aquellos profesores que decidieron permanecer en el anonimato. Toda la información recolectada en este estudio será utilizada exclusivamente para los propósitos de esta investigación, en ningún caso será utilizada con otra finalidad o difundida con otros objetivos a través de medios o redes de comunicación.

# Referencias

- Aagaard, J. (2018). Magnetic and Multistable: Reinterpreting the Affordances of Educational Technology. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15(4), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0088-4>
- Consejo Superior de la Universidad Pedagógica Nacional. (2018, abril 13). *Acuerdo 010 de 2018, por el cual se establece el Estatuto Académico de la Universidad Pedagógica Nacional*. Universidad Pedagógica Nacional
- Consejo Superior de la Universidad Pedagógica Nacional. (2005, diciembre 13). *Acuerdo 035 de 2005, por el cual se modifica el Acuerdo 107 de 1993 y se expide el nuevo Estatuto General de la Universidad Pedagógica Nacional*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Consejo Superior de la Universidad Pedagógica Nacional. (2006, agosto 18). *Acuerdo 035 de 2006, por el cual se expide el Reglamento Académico de la Universidad*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Adams Becker, S., Krueger, K. y Cummins, M. (2016). *NMC/CosN Horizon Report: 2016 K-12 Edition* [reporte]. New Media Consortium.
- Agyei, D. D. y Voogt, J. (2014). Examining Factors Affecting Beginning Teachers' Transfer of Learning of ICT-Enhanced Learning Activities in Their Teaching Practice. *Australasian Journal of Educational Technology*, 30(1), 92-105. <https://www.learntechlib.org/p/66776/>
- Al-Samraie, H. y Saeed, N. (2018). A Systematic Review of Cloud Computing Tools for Collaborative Learning: Opportunities and Challenges to the Blended-Learning Environment. *Computer & Education*, (124), 77-91. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.016>
- Anderson, R. (2008). Implications of the Information and Knowledge Society for Education. En J. Voogt y G. Knezek (Eds.), *International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (pp. 5-22). Springer.
- Andersson, B., Nfuka, E. N., Sumra, S., Uimonen, P. y Pain, A. (2014). *Evaluation of Implementation of ICT in Teachers' Colleges Project in Tanzania* [reporte]. Swedish International Development Cooperation Agency. <https://tinyurl.com/22bbt8c6>
- Angeli, C., Valanides, N. y Christodoulou, A. (2016). Theoretical Considerations of Technological Pedagogical Content Knowledge. En M. Herring, M. J. Koehler y P. Mishra (Eds.), *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators* (pp. 11-32). Routledge.

- Aron, M. (2019). Getting Real: A Look at AI Implementation in International Classrooms. *Ed Tech Mindset*, (5), 36-37. <https://tinyurl.com/22cc3nj8>
- Aslan, A. y Zhu, C. (2016). Influencing Factors and Integration of ICT into Teaching Practices of Pre-Service and Starting Teachers. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 2(2), 359-370.
- Bahçivan, E., Güneş, E. y Üstündağ, M. T. (2018). A Comprehensive Model Covering Prospective Teachers' Technology Use: The Relationships Among Self, Teaching and Learning Conceptions and Attitudes. *Technology, Pedagogy and Education*, 27(4), 1-19. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2018.1479296>
- Banco Mundial (2018). *Informe sobre el desarrollo mundial 2018: aprender para hacer realidad la promesa de la educación*. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento y Banco Mundial. <https://tinyurl.com/28yom8c4>
- Bandura, A. (1997). *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. Freeman.
- Banerjee, M., Xu, Z., Jiang, L. y Waxman, H. (2017). A Systematic Review of Factors Influencing Technology Use by Pre-Service and Novice Teachers. *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, 7(1), 89-94. <https://bit.ly/2IoYeoN>
- Bannan-Ritland, B. (2003). The Role of Design in Research: The Integrative Learning Design Framework. *Educational Researcher*, 32(1), 21-24. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001021>
- Bari, M., Djouab, R. y Hoa, C. P. (2018). eLearning Current Situation and Emerging Challenges. *PEOPLE: International Journal of Social Sciences*, 4(2), 97-109. <https://doi.org/10.20319/pijss.2018.42.97109>
- Barron, B. (2006). Interest and Self-Sustained Learning as Catalysts of Development: A Learning Ecology Perspective. *Human Development*, 49(4), 193-224. <https://doi.org/10.1159/000094368>
- Bateson, G. (1972). *Pasos hacia una ecología de la mente. Una aproximación revolucionaria a la autocomprensión del hombre*. Chandler Publishing Company.
- Bonderup Dohn, N. (2009). Affordances Revisited: Articulating a Merleau-Pontian View. *International Journal of Computer Supported Collaborative Learning*, (4), 151-170. <https://doi.org/10.1007/s11412-009-9062-z>
- Braun, V. y Clarke, V. (2006). Using Thematic Analysis in Psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Brown, J. S. (2000). Growing Up Digital. How the Web Changes Work, Education, and the Ways People Learn. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 32(2), 11-20. <https://bit.ly/2IU2UX0>
- Burbules, N. (2009). Meanings of 'Ubiquitous Learning'. En B. Cope y M. Kalantzis (Eds.), *Ubiquitous Learning* (pp. 15-20). University of Illinois Press.

- Burbules, N. (2012). Ubiquitous Learning and the Future of Teaching. *Encuentros sobre Educación*, (13), 3-14. <https://doi.org/10.24908/eoe-ese-rse.v13i0.4472>
- Burbules, N. (2014). El aprendizaje ubicuo: nuevos contextos, nuevos procesos [trad. C. R. Domínguez y M. M. Yedaide]. *Entramados: Educación y Sociedad*, 1(1), 131-134.
- Burkle, M. y Cobo, C. (2018). Redefining Knowledge in the Digital Age. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 7(2), 79-80. <https://doi.org/10.7821/naer.2018.7.294>
- Cabero, J. y Barroso, J. (2016). Formación del profesorado en TIC: una visión del modelo TPACK. *Culture and Education*, 28(3), 633-663. <https://doi.org/10.1080/11356405.2016.1203526>
- Callon, M. (1999). Actor-Network Theory-The Market Test. *The Sociological Review*, 47(1), 181-195. <https://doi.org/10.1111/j.1467-954X.1999.tb03488.x>
- Castaneda Langlois, H. (2018). 'La Casa de las Orishás': la historia ganadora del 10x Learning Prize, TecPrize18' [documento]. <https://tinyurl.com/2dbka8gy>
- Castañeda, L. y Adell, J. [Eds.]. (2013). *Entornos personales de aprendizaje: claves para el ecosistema educativo en red*. Marfil.
- Castañeda, L., Esteve, F. y Adell, J. (2018). ¿Por qué es necesario repensar la competencia docente para el mundo digital? *Revista de Educación a Distancia*, (56), 1-20. <http://dx.doi.org/10.6018/red/56/6>
- Castells, M. (1997). *La era de la información: economía, sociedad y cultura. Volumen I. La sociedad red* [8.ª ed.]. Alianza Editorial.
- Castells, M. (2013). *Communication Power*. Oxford University Press.
- Cetin-Berber, D. y Erdem, A. R. (2015). An Investigation of Turkish Pre-Service Teachers' Technological, Pedagogical and Content Knowledge. *Computers*, 4(3), 234-250. <https://doi.org/10.3390/computers4030234>
- Cheng, S. L. y Xie, K. (2018). The Relations Among Teacher Value Beliefs, Personal Characteristics, and TPACK in Intervention and Non-Intervention Settings. *Teaching and Teacher Education*, (74), 98-113. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.04.014>
- Choi, M. (2016). A Concept Analysis of Digital Citizenship for Democratic Citizenship Education in the Internet Age. *Theory & Research in Social Education*, 44(4), 565-607. <https://doi.org/10.1080/00933104.2016.1210549>
- Christensen, R. y Knezek, G. (2008). Self-Reports Measures and Findings for Information Technology Attitudes and Competencies. En J. Voogt y G. Knezek (Eds.), *International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (pp. 349-365). Springer.
- Cifuentes, V. (2019, 11 de abril). Sector de tecnologías tiene déficit de 45 000 empleados en Colombia. *La República*. <https://bit.ly/2RFyNDD>

- Claude.ai (2023). *Entre el fuego de innovaciones tecnológicas* [texto generado por inteligencia artificial]. Claude.ai.
- Cobo Romani, C. (2019). *Acepto las condiciones: usos y abusos de las tecnologías digitales*. Fundación Santillana.
- Coll, C. (2013). El currículo escolar en el marco de la nueva ecología de aprendizaje. *Aula de Innovación Educativa*, (219), 31-36. <https://bit.ly/3ax5YRv>
- Cook-Sather, A., Matthews, K., Ntem, A. y Leatwick, S. (2018). What We Talk About When We Talk About Students as Partners. *International Journal for Students as Partners*, 2(2), 1-9. <https://doi.org/10.15173/ijpsap.v2i2.3790>
- Cope, B. y Kalantzis, M. (2009). *Ubiquitous Learning. Exploring The Anywhere/Anytime Possibilities for Learning in the Age of the Digital Media*. University of Illinois Press.
- Cope, B. y Kalantzis, M. (2010). 'Multialfabetización': nuevas alfabetizaciones, nuevas formas de aprendizaje [trad. C. Pasadas]. *Boletín de la Asociación Andaluza de Bibliotecarios*, 25(98-99), 53-91.
- Cope, B. y Kalantzis, M. (2017). *e-Learning Ecologies: Principles for new Learning and Assessment*. Routledge.
- Córica, J. L. y García Aretio, L. (2018). Estudio cualitativo de factores de resistencia docente al cambio tecnológico en Argentina. *Educación Superior*, xvii(25), 29-39.
- Council for Science Technology and Innovation (2015, 18 de diciembre). *The 5th Science and Technology Basic Plan (2016-2020)* [reporte]. Cabinet Office, Government of Japan. [https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5basicplan\\_en.pdf](https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5basicplan_en.pdf)
- Damşa, C., Nerland, M. y Andreadakis, Z. E. (2019). An Ecological Perspective on Learner-Constructed Learning Spaces. *British Journal of Educational Technology*, 50(5), 2075-2089. <https://doi.org/10.1111/bjet.12855>
- Darling-Hammond, L. (2017). Teacher Education Around the World: What Can We Learn from International Practice? *European Journal of Teacher Education*, 40(3), 291-309. <https://doi.org/10.1080/02619768.2017.1315399>
- Dewey, J. (2024). *Democracia y educación: Una introducción a la filosofía de la educación* [trad. D. Medina]. Aubiblio.
- Díaz Villa, M. (2019). ¿Qué es eso que se llama pedagogía? *Pedagogía y Saberes*, (50), 11-28. <https://doi.org/10.17227/pys.num50-9485>
- Díez-Gutiérrez, E. y Díaz-Nafría, J.-M. (2018). Ecologías de aprendizaje ubicuo para la ciberciudadanía crítica. *Comunicar*, xxvi(54), 49-58. <https://doi.org/10.3916/C54-2018-05>
- Dillenbourg, P. (2016). The Evolution of Research on Digital Education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, (26), 544-560. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0106-z>

- Dincer, S. (2018). Are Preservice Teachers Really Literate Enough to Integrate Technology in their Classroom Practice? Determining the Technology Literacy Level of Preservice Teachers. *Education and Information Technologies*, 23(6), 2699-2718. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9737-z>
- Ding, A.-C. E., Ottenbreit-Leftwich, A., Lu, Y.-H. y Glazewski, K. (2019). EFL Teachers' Pedagogical Beliefs and Practices with Regard to Using Technology. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 35(1), 20-39. <https://doi.org/10.1080/21532974.2018.1537816>
- Documento CONPES 3975 (2019, 8 de noviembre), por el cual se establece la Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial. DNP. <https://tinyurl.com/yuxm7pfr>
- Downes, S. (2011, 7 de enero). Connectivism and Connective Knowledge [blog]. *Stephen Downes: Knowledge, Learning, Community*. <https://bit.ly/2VJeE3j>
- Downes, S. (2018, 06 de noviembre). Vision 2030: Redesigning Education for the Future Knowledge [blog]. *Stephen Downes: Knowledge, Learning, Community*. <https://bit.ly/32Rceky>
- Drucker, P. F. (1969). *The Age of Discontinuity: Guidelines to Our Changing Society*. Harper & Row.
- Durán Pabón, I. M. (2019). *Pacto por la transformación digital de Colombia: Gobierno, empresas y hogares conectados con la era del conocimiento*. DNP. <https://tinyurl.com/yypytduqk>
- Fernández, A. M. y Pinzón, G. (2017). ¿De qué debemos desprendernos para cambiar la educación? En A. Forés y E. Subías (Eds.), *Pedagogías emergentes: 14 preguntas para el debate* (pp. 41-56). Ediciones Octaedro.
- Fisser, P., Voogt, J., van Braak, J. y Tondeur, J. (2015). Measuring and Assessing TPACK. En J. M. Spector (Ed.), *The SAGE Encyclopedia of Educational Technology* (pp. 490-493) [vol. 2]. SAGE. <https://doi.org/10.4135/9781483346397.n205>
- Flavin, M. (2017). *Disruptive Technology Enhanced Learning. Digital Education and Learning*. Palgrave Macmillan.
- Floridi, L. (2011). *The Philosophy of Information*. Oxford University Press.
- Foulger, T. S., Wetzel, K. y Buss, R. R. (2019). Moving Toward a Technology Infusion Approach: Considerations for Teacher Preparation Programs. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 35(2), 79-91. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1568325>
- Freeman, A., Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A. y Hall Giesinger, C. (2017). *NMC/CosN Horizon Report: 2017 K-12 Edition* [reporte]. New Media Consortium.
- Fullan, M. (2011). Whole System Reform for Innovative Teaching and Learning. En M. Langworthy (Ed.), *Innovative Teaching and Learning Research* (pp. 30-39). SRI International y Microsoft Partner's in Learning.

- Fullan, M. y Langworthy, M. (2014). *Una rica veta. Cómo las nuevas pedagogías logran el aprendizaje en profundidad* [informe]. Pearson. <https://bit.ly/2TAoYtO>
- García Aretio, L., Ruiz Corbella, M. y Domínguez Figaredo, D. (2007). *De la educación a distancia a la educación virtual*. Ariel.
- García Aretio, L. (2012). *Sociedad del conocimiento y educación*. Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- García Aretio, L. (2018). *Blended learning* y la convergencia entre la educación presencial y a distancia. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(1), 9-22. <https://doi.org/10.5944/ried.21.1.19683>
- García Aretio, L. (2019). Necesidad de una educación digital en un mundo digital. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(2), 9-22. <https://doi.org/10.5944/ried.22.2.23911>
- García-Peñalvo, F. J. y Seoane Pardo, A. M. (2015). Una revisión actualizada del concepto de eLearning. Décimo aniversario. *Education in the Knowledge Society*, 16(1), 119-144. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=535554757008>
- Gautam, A., Williams, D., Terry, K., Robinson, K. y Newbill, P. (2018). Mirror Worlds: Examining the Affordances of a Next Generation Immersive Learning Environment. *TechTrends*, (62), 119-125. <https://doi.org/10.1007/s11528-017-0233-x>
- Gaviria, A. (2019). *Siquiera tenemos las palabras*. Ariel.
- Gibson, J. J. (1977). The Theory of Affordances. En R. Shaw y J. Bransford (Eds.), *Perceiving, Acting, and Knowing: Toward an Ecological Psychology* (pp. 67-82). Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers.
- Gil-Flores, J., Rodríguez-Santero, J. y Torres-Gordillo, J.-J. (2017). Factors that Explain the Use of ICT in Secondary-Education Classrooms: The Role of Teacher Characteristics and School Infrastructure. *Computers in Human Behavior*, (68), 441-449. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.11.057>
- Godhe, A.-L., Lilja, P. y Selwyn, N. (2019). Making Sense of Making: Critical Issues in the Integration of Maker Education into Schools. *Technology, Pedagogy and Education*, 28(3), 317-328. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2019.1610040>
- González-Monteagudo, J. (2001). John Dewey y la pedagogía progresista. En J. Trilla Bernet (Coord.), *El legado pedagógico del siglo xx para la escuela del siglo xxi* (pp. 15-39). Graó.
- González-Sanmamed, M., Sangrà Morer, A., Souto-Seijo, A., Santos Caamaño, F. y Estévez Blanco, I. (2018). Learning Ecologies Oriented to the Professional Development of University Teachers. En J. M. Duart y A. Szűcs (Eds.), *Towards Personalized Guidance and Support for Learning. 10th EDEN Research Workshop* (pp. 402-411). European Distance and E-Learning Network.
- Gros, B. (2016). The Dialogue between Emerging Pedagogies and Emerging Technologies. En B. Gros, Kinshuk y M. Maina (Ed.), *The Future of Ubiquitous Learning* (pp. 3-23). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-47724-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-662-47724-3_1)

- Gros, B. y García-Peñalvo, F. (2023). Future Trends in the Design Strategies and Technological Affordances of e-Learning. En J. M. Spector, B. B. Lockee y M. D. Childress (Eds.), *Learning, Design, and Technology. An International Compendium of Theory, Research, Practice, and Policy* (pp. 345-367). Springer.
- Gudmundsdottir, G. B., Loftagarden, M. y Ottestad, G. (2014). *Newly Qualified Teachers. Professional Digital Competence and Experiences with ICT in Teacher Education*. The Norwegian Centre for ICT in Education.
- Gudmundsdottir, G. B. y Hatlevik, O. (2018). Newly Qualified Teachers' Professional Digital Competence: Implications for Teacher Education. *European Journal of Teacher Education*, 41(2), 214-231. <https://doi.org/10.1080/02619768.2017.1416085>
- Güneş, E. y Bahçivan, E. (2018). A Mixed Research-Based Model for Pre-Service Science Teachers' Digital Literacy: Responses to 'Which Beliefs' and 'How and Why They Interact' Questions. *Computers & Education*, (118), 96-106. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.11.012>
- Haniya, S. y Rusch, A. (2017). Ubiquitous Learning Spatio-Temporal Dimensions of e-Learning. En B. Cope y M. Kalantzis (Eds.), *e-Learning Ecologies: Principles for New Learning and Assessment* (pp. 46-64). Routledge.
- Hatlevik, O. E., Throndsen, I., Loi, M. y Gudmundsdottir, G. B. (2018). Students' ICT Self-Efficacy and Computer and Information Literacy: Determinants and Relationships. *Computers & Education*, (118), 107-119. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.11.011>
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* [6.a ed.]. McGraw-Hill/Interamericana Editores.
- Herring, M., Koehler, M. y Mishra, P. (2016). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators* [2a. ed.]. Routledge.
- Hodgson, A. y Spours, K. (2009). *Collaborative Local Learning Ecologies: Reflections on the Governance of Lifelong Learning in England*. IFL Sector Paper 6. National Institute of Adult Continuing Education.
- Holland, D. y Piper, R. (2016). A Technology Integration Education (TIE) Model for Millennial Preservice Teachers: Exploring the Canonical Correlation Relationships Among Attitudes, Subjective Norms, Perceived Behavioral Controls, Motivation, and TPACK Competencies. *Journal of Research on Technology in Education*, 48(3), 212-226. <https://doi.org/10.1080/15391523.2016.1172448>
- Holmwood, J. y Marcuello Servós, C. (2019). Challenges to Public Universities: Digitalization, Commodification and Precarity. *Social Epistemology*, 33(4), 309-320. <https://doi.org/10.1080/02691728.2019.1638986>
- Hutchins, R. (1968). *The Learning Society*. University of Michigan.
- Instefjord, E. J. y Munthe, E. (2017). Educating Digitally Competent Teachers: A Study of Integration of Professional Digital Competence

- in Teacher Education. *Teaching and Teacher Education*, (67), 37-45. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.05.016>
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado [INTEF]. (2017). *Marco común de competencia digital docente*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España. <https://tinyurl.com/yqfygqgt>
- International Society for Technology in Education [ISTE] (2024). *ISTE standards for educators*. ISTE. <https://goo.gl/ykFwUY>
- Jackson, N. (2013). The Concept of Learning Ecologies. En N. Jackson y B. Cooper (Eds.), *Lifewide Learning, Education & Personal Development* (pp. 1-21). <https://tinyurl.com/2bo7hjzf>
- Joo, Y. J., Park, S. y Lim, E. (2018). Factors Influencing Preservice Teachers' Intention to Use Technology: TPACK, Teacher Self-Efficacy, and Technology Acceptance Model. *Educational Technology & Society*, 21(3), 48-59.
- Kafai, Y. B. y Resnick, M. (2012). *Constructionism in Practice: Designing, Thinking and Learning in Digital World*. Routledge.
- Kalantzis, M. y Cope, B. (2015). Learning and New Media. En D. Scott y E. Hargreaves (Eds.), *The SAGE Handbook of Learning* (pp. 373-387). SAGE Publishing.
- Kalota, F. y Hung, W.-C. (2013). Instructional Effects of a Performance Support System Designed to Guide Preservice Teachers in Developing Technology Integration Strategies. *British Journal of Educational Technology*, 44(3), 442-452. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2012.01318.x>
- Karatas, I., Tunc, M. P., Yilmaz, N. y Karaci, G. (2017). An Investigation of Technological Pedagogical Content Knowledge, Self-Confidence, and Perceptions of Pre-Service Middle School Mathematics Teachers Towards Instructional Technologies. *Educational Technology & Society*, 20(3), 122-132. <https://www.jstor.org/stable/26196124>
- Kavanoz, S., Yuksel, H. y Ozcan, E. (2015). Pre-Service Teachers' Self-Efficacy Perceptions on Web Pedagogical Content Knowledge. *Computers & Education*, 85(c), 94-101. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.02.005>
- Kim, C., Kim, M. K., Lee, C., Spector, J. M. y DeMeester, K. (2013). Teacher Beliefs And Technology Integration. *Teaching and Teacher Education*, (29), 76-85. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2012.08.005>
- Kirschner, P. A. (2002). Can We Support CSCL? Educational, Social and Technological Affordances for Learning. En P. Kirschner (Ed.), *Three Worlds of CSCL: Can We Support CSCL?* (pp. 7-47). Open Universiteit.
- Lafferty Ruane, T. (2019). *TEaCH: Researching Teachers' Technology Affordance Perceptions and their Application within a Colombian International Baccalaureate School* [trabajo de grado de maestría]. Universidad Javeriana.

- Latour, B. (2005). *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network Theory*. Oxford University Press.
- Laurillard, D., Stratfold, M., Luckin, R., Plowman, L. y Taylor, J. (2000). Affordances for Learning in a Non-Linear Narrative Medium. *Journal of Interactive Media in Education*, (2), 1-19. <https://doi.org/10.5334/2000-2>
- Leal-Uruña, L. A. (2017). Potencialidades de las ecologías de aprendizaje para la formación inicial de profesores en integración de tecnologías en la educación. En A. Gutiérrez Martín, A. García Matilla y R. Collado Alonso (Eds.), *Actas del III Congreso Internacional de Educación Mediática y Competencia Digital* (pp. 2627-2639). Universidad de Valladolid.
- Leal-Uruña, L. y Rojas-Mesa, J. (2018). Ecología para la formación inicial de profesores a partir de los *affordances* de las TIC. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (44), 15-31. <https://doi.org/10.17227/ted.num44-8986>
- Lee, C.-J. y Kim, C. (2017). A Technological Pedagogical Content Knowledge Based Instructional Design Model: A Third Version Implementation Study in a Technology Integration Course. *Educational Technology Research and Development*, (65), 1627-1654. <https://doi.org/10.1007/s11423-017-9544-z>
- Lee, Y. y Lee, J. (2014). Enhancing Pre-Service Teachers' Self-Efficacy Beliefs for Technology Integration Through Lesson Planning Practice. *Computers & Education*, (73), 121-128. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.01.001>
- Leiva-Núñez, J. P., Cabero-Almenara, J. y Ugalde-Meza, L. (2018). Entornos personales de aprendizaje (PLE) en estudiantes universitarios de Pedagogía. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 17(1), 25-39. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.17.1.25>
- Leonardi, P. M. (2011). When Flexible Routines Meet Flexible Technologies: Affordance, Constraint, and the Imbrication of Human and Material Agencies. *MIS Quarterly*, 35(1), 147-167. <https://doi.org/10.2307/23043493>
- Lévy, P. (2004). *Inteligencia colectiva: por una antropología del ciberespacio* [trad. F. Martínez Álvarez]. Organización Panamericana de la Salud.
- Li, Q. (2012). Understanding Enactivism: A Study of Affordances and Constraints of Engaging Practicing Teachers as Digital Game Designers. *Educational Technology Research and Development*, (60), 785-806. <https://doi.org/10.1007/s11423-012-9255-4>
- Ling Koh, J. y Chai, C. (2016). Seven Design Frames that Teachers Use When Considering Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). *Computers & Education*, (102), 244-257. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.09.003>
- Liu, S. H. (2016). Teacher Education Programs, Field-Based Practicums, and Psychological Factors of the Implementation of Technology by Pre-Service Teachers. *Australasian Journal of Educational Technology*, 32(3), 65-79. <https://doi.org/10.14742/ajet.2139>

- López, X., Valenzuela, J., Nussbaum, M. y Chin-Chung, T. (2015). Some Recommendations for the Reporting of Quantitative Studies. *Computers & Education*, (91), 106-110. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.09.010>
- López-Vargas, O., Duarte-Suárez, L. e Ibáñez-Ibáñez, J. (2017). Teacher's Computer Self-Efficacy and its Relationship with Cognitive Style and ТРАСК. *Improving Schools*, 20(4), 1-14. <https://doi.org/10.1177/1365480217704263>
- Lu, J. y Chen, L. (2013). Perceiving and Interacting Affordances: A New Model of Human- Affordance Interactions. *Integrative Psychological & Behavioral Science*, 47(1), 142-155. <https://doi.org/10.1007/s12124-012-9202-2>
- Lugo, M. T., López, N. y Toranzo, L. [Eds.] (2014). *Políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina. Informe sobre tendencias sociales y educativas en América Latina 2014*. IPE y Unesco.
- Luna Scott, C. (2015). El futuro del aprendizaje 2. ¿Qué tipo de aprendizaje necesita el siglo XXI? *Investigación y Prospectiva en Educación. Documentos de Trabajo*, (14), 1-14. <https://bit.ly/32ZvpZK>
- Ma, L., Resendes, M., Scardamalia, M. y Dobbie, K. (2019). *The Knowledge Building Network Pilot Project: An Exploration of Emergent Designs to Enhance Collective Teacher Efficacy*. En K. Lund (Ed.), *A Wide Lens: Combining Embodied, Enactive, Extended, and Embedded Learning in Collaborative Settings* (pp. 81-87). International Society of the Learning Sciences.
- Mackness, J. y Bell, F. (2015). Rhizo14: A Rhizomatic Learning cMOOC in Sunlight and in Shade. *Open Praxis*, 7(1), 25-38. <https://doi.org/10.5944/openpraxis.7.1.173>
- Maina, M. y García González, I. (2016). Articulating Personal Pedagogies Through Learning Ecologies. En B. Gros, Kinshuk y M. Maina (Eds.), *The Future of Ubiquitous Learning: Learning Designs for Emerging Pedagogies* (pp. 73-94). Springer.
- Maldonado, L., López, O., Sanabria, L., Ibáñez, J., Betty, M. y Maldonado, A. (2005). *Formación docente y competencias. Competencias para orientar actividades de formación continua*. Red P.
- Martínez Pineda, M. C. (2006). La figura del maestro como sujeto político: el lugar de los colectivos y redes pedagógicas en su agenciamiento. *Nodos y Nudos*, 2(19), 243-250. <https://doi.org/10.17227/01224328.1263>
- Mattar, J. (2018). Constructivism and Connectivism in Education Technology: Active, Situated, Authentic, Experiential, and Anchored Learning. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(2), 201-217. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5944/ried.21.2.20055>
- Mayer, R. E. (1992). Cognition and Instruction: Their Historic Meeting Within Educational Psychology. *Journal of Educational Psychology*, 84(4), 405-412. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.84.4.405>

- McKenney, S. y Reeves, T. (2014). Educational Design Research. En J. Spector (Ed.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 131-141). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_11)
- McLuhan, M. y Nevitt, B. (1972). *Take Today: The Executive as Dropout*. Harcourt Brace Jovanovich.
- Means, A. J. y Slater, G. B. (2019). The Dark Mirror of Capital: On Post-Neoliberal Formations and the Future of Education. *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education*, 40(2), 162-175. <https://doi.org/10.1080/01596306.2019.1569876>
- Merriam, S. (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education*. Jossey-Bass.
- Miettinen, R. (2000). The Concept of Experiential Learning and John Dewey's Theory of Reflective Thought and Action. *International Journal of Lifelong Education*, 19(1), 54-72. <https://doi.org/10.1080/026013700293458>
- Ministerio de Educación Nacional [MEN] (2008). *Ruta de apropiación de TIC en el desarrollo profesional docente*. MEN.
- Ministerio de Educación Nacional [MEN] (2013). *Competencias TIC para el desarrollo profesional docente*. Imprenta Nacional. <https://goo.gl/EWpFRL>
- Ministerio de Educación Nacional [MEN] (2017). *Guía de orientación. Saber Pro. Competencias específicas: módulo enseñar*. Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación [ICFES].
- Ministerio de Educación Nacional [MEN] (2018). *Plan Especial de Educación Rural. Hacia el desarrollo rural y la construcción de paz*. MEN.
- Ministerio de Educación Nacional [MEN] (2020). *Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026. El camino hacia la calidad y la equidad*. MEN. <https://tinyurl.com/2hptsagl>
- Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones [MinTIC] (2018). *Encuesta de acceso, uso y apropiación de las TIC por parte de las mujeres*. MinTIC. <https://tinyurl.com/ytxqhx7>
- Mishra, P. y Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Mishra, P. y Koehler, M. J. (2012). *Using the TPACK Image*. TPACK.ORG. <https://tpack.org/tpack-image/>
- MIT Center for Collective Intelligence (2020). *About the Center for Collective Intelligence*. MIT. <https://cci.mit.edu/about/>
- Molins, M. P., Lorenzo Ramírez, N. y Cano García, E. (2007). María Montessori: el método de la pedagogía científica. En J. Trilla Bernet (Coord.), *El legado pedagógico del siglo XX para la escuela del siglo XXI* (pp. 69-94). Graó.
- Moncayo, V. M. (2018). *Éxodo. Salir del capitalismo*. Ediciones Aurora.

- Montoya Castaño, D. (2024). *La universidad que aprende. Hacia un liderazgo colectivo y transformador en el educación superior colombiana*. Editorial UNAL.
- Mouza, C., Karsmer-Klein, R., Nandakumar, R. y Shule, O. (2014). Investigating the Impact of an Integrated Approach to the Development of Preservice Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). *Computers & Education*, (71), 206-221. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.020>
- Muñoz Hurtado, L. (2017). *Emergencia de las prácticas actuales de aprendizaje: tensiones y efectos en la educación, la enseñanza y las relaciones de autoridad pedagógica* [documento]. Portal Educativo de Las Américas.
- Naranjo Mayorga, D., Cabrera Paz, J. y Campos Vargas, Á. (2015). Notas de contexto, buenas prácticas educativas en la apropiación. En Secretaría de Educación de Bogotá y Centro Ático de la Pontificia Universidad Javeriana (Eds.), *Usos y apropiación de la tecnología en los colegios distritales* (pp. 12-18). Alcaldía Mayor de Bogotá.
- New Media Consortium [NMC] (2018). *NMC Horizon Report Preview. 2018 Higher Education Edition*. EDUCAUSE. <https://bit.ly/2HtcGNs>
- Ng, W. (2012). *Empowering Scientific Literacy Through Digital Literacy and Multiliteracies*. Nova Science Publishers.
- Niess, M. (2016). Transforming Teachers' Knowledge for Teaching With Technologies: An Online Learning Trajectory Instructional Approach. En M. Herring, M. J. Koehler y P. Mishra (Eds.), *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators* (pp. 131-142). Routledge.
- Niño, L. F. (2018, 21 de febrero). La inteligencia artificial, detonante de la Cuarta Revolución Industrial. *Periódico UNAL*. <https://tinyurl.com/24gshrxj>
- Nonaka, I. y Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge Creating Company: How the Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press.
- Northeastern University y Gallup. (2018). *Optimism and Anxiety. Views on the impact of Artificial Intelligence and Higer Education's Response*. Northeastern University External Affairs. <https://tinyurl.com/253duvp4>
- Observatorio de Innovación Educativa. (2017). *Radar de innovación educativa 2017*. Tecnológico de Monterrey. <https://tinyurl.com/2x7pq9rh>
- Okamoto, T. y Kayama, M. (2005). A Collaborative Environment for New Learning Ecology and e-Pedagogy. En A. Tatnall, J. Osorio y A. Visscher (Eds.), *Information Technology and Educational Management in the Knowledge Society* (pp. 161-170). Springer.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco]. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento. informe mundial de la Unesco*. Unesco.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco] (2008). *ICT Competency Standards for Teachers: Policy Framework*. Unesco. <https://tinyurl.com/23tku84h>

- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco] (2011a). *Alfabetización mediática e informacional. Currículum para profesores*. Unesco. <https://bit.ly/39xMxli>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco] (2011b). *ICT Competency Framework for Teachers*. Unesco. <https://bit.ly/3aDCyRU>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco] (2013). *Declaración de Beijing sobre la creación de ciudades del aprendizaje*. Unesco. <https://bit.ly/3aEdpXi>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco] (2015). *Rethinking Education: Towards a Global Common Good?* Unesco.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco] (2016). *Tecnologías digitales al servicio de la calidad educativa. Una propuesta de cambio centrada en el aprendizaje para todos*. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco] (2019). *Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación*. Unesco.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE] (2015). *Students, Computers and Learning: Making the Connection*. OCDE.
- ORS Impact (2013). *Deeper Learning Advocacy Cluster Evaluation. Key Findings*. The William and Flora Hewlett Foundation. <https://tinyurl.com/ys4vl8tn>
- Ottenbreit-Leftwich, A., Glazewski, K., Newby, T. y Ertmer, P. (2010). Teacher Value Beliefs Associated with Using Technology: Addressing Professional and Student Needs. *Computers & Education*, 55(3), 1321-1335. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.06.002>
- Ottenbreit-Leftwich, A., Yin-Chan Liao, J., Sadik, O. y Ertmer, P. (2018). Evolution of Teachers' Technology Integration Knowledge, Beliefs, and Practices: How Can We Support Beginning Teachers' Use of Technology? *Journal of Research on Technology in Education*, 50(4), 282-304. <https://doi.org/10.1080/15391523.2018.1487350>
- Overdijk, M., van Diggelen, W., Kirschner, P. A. y Baker, M. (2012). Connecting Agents and Artefacts in CSCL: Towards a Rationale of Mutual Shaping. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, (7), 193-210. <https://doi.org/10.1007/s11412-012-9143-2>
- Overdijk, M., van Diggelen, W., Andriessen, J. y Kirschner, P. A. (2014). How to Bring a Technical Artifact into Use: A Micro-developmental Perspective. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 9(3), 283-303. <https://doi.org/10.1007/s11412-014-9195-6>
- Paavola, S. y Hakkarainen, K. (2014). Trialogical Approach for Knowledge Creation. En S. Che Tang, H. Jeong So y J. Jeo (Eds.), *Knowledge Creation in Education* (pp. 53-74). Springer.

- Papanastasiou, G., Drigas, A., Skianis, C., Lytras, M. y Papanastasiou, E. (2019). Virtual and Augmented Reality Effects on K-12, Higher and Tertiary Education Students' Twenty First Century Skills. *Virtual Reality*, (23), 425-436. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0363-2>
- Parchoma, G. (2014). The Contested Ontology of Affordances: Implications for Researching Technological Affordances for Collaborative Knowledge Production. *Computers in Human Behavior*, (37), 360-368. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.05.028>
- Peled, Y., Blau, I. y Grinberg, R. (2015). Does 1:1 Computing in a Junior High School Change the Pedagogical Perspectives of Teachers and Their Educational Discourse? *Interdisciplinary Journal of e-Skills and Lifelong Learning*, (11), 257-271. <https://doi.org/10.28945/2311>
- Peres, W. y Hilbert, M. [Eds.] (2009). *La sociedad de la información en América Latina y el Caribe: desarrollo de las tecnologías y las tecnologías para el desarrollo*. CEPAL.
- Pérez-San Agustín, M., Nussbaum, M., Hilliger, I., Alario-Hoyos, C., Heller, R. S., Twining, P. y Tsai, C.-C. (2017). Research on ICT in K-12 Schools. A Review of Experimental and Survey-Based Studies in Computers & Education 2011 to 2015. *Computers & Education*, (104), a1-a15. <https://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2016.09.006>
- Petelin, A., Galustyan, O., Prosvetova, T., Petelina, E. y Ryzhenkov, A. Y. (2019). Application of Educational Games for Formation and Development of ICT Competence of Teachers. *International Journal or Emerging Technologies in Learning (ijET)*, 14(15), 193-201. <https://bit.ly/2xokBZk>
- Pfaffenberger, B. (1992). Social Anthropology of Technology. *Annual Review of Anthropology*, (21), 491-516. <https://doi.org/10.1146/annurev.an.21.100192.002423>
- Pickering, A. (1993). The Mangle of Practice: Agency And Emergence in the Sociology of Science. *American Journal of Sociology*, 99(3), 559-589. <https://doi.org/10.1086/230316>
- Platón (2008). Crátilo (o sobre la rectitud de los nombres). En *Diálogos II* [Trad. M. García Valdés]. Gredos.
- Porat, E., Blau, I. y Barak, A. (2018). Measuring Digital Literacies: Junior High-School Students' Perceived Competencies Versus Actual Performance. *Computers & Education*, (126), 23-36. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.030>
- Pozo, J. I. (2023). *Teorías cognitivas del aprendizaje* [12.a ed.]. Ediciones Morata.
- Punch, K. y Oancea, A. (2014). *Introduction to Research Methods in Education*. SAGE.
- Rama, C. (2016). La fase actual de expansión de la educación en línea o virtual en América Latina. *Universidades*, (70), 27-39.
- Raymond, C. M., Kyttä, M. y Stedman, R. (2017). Sense of Place, Fast and Slow: The Potential Contributions of Affordance Theory to

- Sense of Place. *Frontiers in Psychology*, 8(1674), 1-14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01674>
- Redacción Semana. (2019, 6 de marzo). Universidades ahora tienen menos estudiantes matriculados. *Semana*. <https://tinyurl.com/239sdef>
- Redecker, C. E. (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators (DigCompEdu)*. Publications Office of the European Union. <https://tinyurl.com/2axqe32o>
- Resolución 18583 del 2017 (15 de septiembre), por la cual se ajustan las características específicas de calidad de los programas de Licenciatura para la obtención, renovación o modificación del registro calificado, y se deroga la Resolución 2041 de 2016. MinEducación.
- Revuelta Domínguez, F. I. y Sánchez-Gómez, M. C. (2003). *Programas de análisis cualitativo para la investigación en espacios virtuales de formación*. Ediciones Universidad de Salamanca.
- Richardson, A. (2002). An Ecology of Learning and the Role of eLearning in the Learning Environment. *Global Summit of Online Knowledge Networks*, 47-51. <https://bit.ly/2IDha33>
- Rojas, J. C. (2017, 19 de marzo). El celular antes de los 14 es, sobre todo, un gran debate de familia. *El Tiempo*. <https://tinyurl.com/yvk9tnww>
- Rojas, T. (2019, 29 de junio). ¿Dónde están los estudiantes? *Semana*. <https://bit.ly/2JpoM9I>
- Rojas-Mesa, J. E. y Leal-Urueña, L. A. (2017). *Affordance: constructo para la comprensión y transformación del aprendizaje en contextos interculturales. Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (42), 63-77. <https://doi.org/10.17227/01203916.6963>
- Rousseau, J.-J. (2024). *Emilio, o De la educación* [trad. M. Armiño, 8.ª reimp.]. Alianza Editorial.
- Ruiz Corbella, M., García Blanco, M. y Diestro Fernández, A. (2012). Competencia digital: la brecha entre lo que hay y lo que debería haber. En L. García Aretio (Ed.), *Sociedad del conocimiento y educación* (pp. 285-293). Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Sabbadini, C., Cubría, C., Rojas Luna, Y., Villa, V. Rodríguez, S. Arango Bedyo, C., Ramírez E. y Useche, D. (2015). Hallazgos sobre el uso y la apropiación de la tecnología en el aula en los colegios del distrito. En Secretaría de Educación de Bogotá y Centro Ático de la Pontificia Universidad Javeriana (Eds.), *Usos y apropiación de la tecnología en los colegios distritales* (pp. 46-88). Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Sanabria Rodríguez, L., López Vargas, O. y Leal Urueña, L. A. (2014). Desarrollo de competencias metacognitivas e investigativas en docentes en formación mediante la incorporación de tecnologías digitales: aportes a la excelencia docente. *Revista Colombiana de Educación*, 67(1), 147-170. <https://doi.org/10.17227/0120391.67rce147.170>

- Sang, G., Valcke, M., van Braak, J., Zhu, C., Tondeur, J. y Yu, K. (2012). Challenging Science Teachers' Beliefs and Practices Through a Video-Case-Based Intervention in China's Primary Schools. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 40(4), 363-378. <https://doi.org/10.1080/1359866X.2012.724655>
- Sangrà, A., Raffaghelli, J. E. y Veletsianos, G. (2019). Lifelong Learning Ecologies: Linking Formal and Informal Contexts of Learning in the Digital Era. *British Journal of Educational Technology*, 50(4), 1615-1618. <https://doi.org/10.1111/bjet.12828>
- Scardamalia, M. y Bereiter, C. (2014). Knowledge Building and Knowledge Creation: Theory, Pedagogy and Technology. En R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 397-417). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139519526.025>
- Scherer, R., Siddiq, F. y Tondeur, J. (2015). Becoming More Specific: Measuring and Modeling Teachers' Perceived Usefulness of ICT in the Context of Teaching and Learning. *Computers & Education*, (88), 202-214. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.05.005>
- Scherer, R., Tondeur, J. y Siddiq, F. (2017b). On the Quest for Validity: Testing the Factor Structure and Measurement Invariance of the Technology-Dimensions in the Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK) Model. *Computers & Education*, (112), 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.012>
- Scherer, R., Tondeur, J., Siddiq, F. y Baran, E. (2017a). The Importance of Attitudes Toward Technology for Pre-Service Teachers' Technological, Pedagogical, and Content Knowledge: Comparing Structural Equation Modelling Approaches. *Computers in Human Behavior*, (80), 67-80. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.11.003>
- Scherer, R., Siddiq, F. y Tondeur, J. (2019). The Technology Acceptance Model (TAM): A Meta-Analytic Structural Equation Modeling Approach to Explaining Teachers' Adoption of Digital Technology in Education. *Computers & Education*, (128), 13-35. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.009>
- Schmidt, D., Baran, E., Thompson, A., Mishra, P., Koehler, M. y Shin, T. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The Development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123-149.
- Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. Penguin.
- Semiz, K. e Ince, M. L. (2012). Pre-Service Physical Education Teachers' TPACK, Technology Integration Self-Efficacy and Instructional Technology Outcome Expectations. *Australasian Journal of Educational Technology*, 28(7), 1248-1265. <https://doi.org/10.14742/ajet.800>
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <http://www.jstor.org/stable/1175860?origin=JSTOR-pdf>

- Siemens, G. (2003, 17 de octubre). Learning Ecology, Communities, and Networks: Extending the Classroom. *eLearnSpace*. <https://tinyurl.com/yn4g8tp7>
- Siemens, G. (2007). Connectivism: Creating a Learning Ecology in Distributed Environments. En T. Hug (Ed.), *Didactics of Microlearning: Concepts, Discourses, and Examples* (pp. 53-68). Waxmann Verlag.
- Siemens, G. (2008, 10 de octubre). *New Structures and Spaces of Learning: The Systemic Impact of Connective Knowledge, Connectivism, and Networked Learning* [documento]. <https://tinyurl.com/yvf5sjlp>
- Silva, J., Usart, M. y Lázaro-Cantabrana, J. L. (2019). Competencia digital docente en estudiantes de último año de Pedagogía en Chile y Uruguay. *Comunicar*, 27(61), 33-43. <https://doi.org/10.3916/C61-2019-03>
- Smith, A. y Kennett, K. (2017). Multimodal Meaning. Discursive Dimensions of e-Learning. En B. Cope y M. Kalantzis (Eds.), *e-Learning Ecologies: Principles for New Learning and Assessment* (pp. 88-117). Routledge.
- Soënard, M. (1994). Johan Heinrich Pestalozzi (1746-1827). *Revista Trimestral de Educación Comparada*, xxiv(1-2), 299-313.
- Spires, H., Wiebe, E., Young, C. A., Hollebrands, K. y Lee, J. K. (2012). Toward a New Learning Ecology: Teaching and Learning in 1:1 Environments. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 12(2), 232-254.
- Stahl, G. (2006). *Group Cognition: Computer Support for Building Collaborative Knowledge*. MIT Press.
- Stahl, G. (2024). The Constitution of Group Cognition. En L. Shapiro (Ed.), *The Routledge Handbook of Embodied Cognition* (2.a ed., pp. 1-13). Routledge.
- Stiglitz, J. y Greenwald, B. (2014). *Creating a Learning Society: A New Approach To Growth, Development and Social Progress*. Columbia University Press.
- Swing, S. (2015). TICs y formación docente: formación inicial y desarrollo profesional docente [documento]. Inter-America Dialogue.
- Taimalu, M. y Luik, P. (2019). The Impact of Beliefs and Knowledge on the Integration of Technology Among Teacher Educators: A Path Analysis. *Teaching and Teacher Education*, (79), 101-110. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.12.012>
- Teo, T. y Milutinovic, V. (2015). Modelling the Intention to Use Technology for Teaching Mathematics Among Pre-Service Teachers in Serbia. *Australasian Journal of Educational Technology*, 31(4), 363-380.
- Teo, T. y van Schaik, P. (2012). Understanding the Intention to Use Technology by Preservice Teachers: An Empirical Test of Competing Theoretical Models. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 3(28), 178-188. <https://doi.org/10.1080/10447318.2011.581892>

- The P21 Partnership for 21st Century Learning (2015). *P21 Framework definitions* [documento]. The Partnership for 21st Century Learning. <https://tinyurl.com/ymk5zryj>
- Tondeur, J., van Braak, J., Sang, G., Voogt, J., Fisser, P. y Ottenbreit-Leftwich, A. (2012). Preparing Pre-Service Teachers to Integrate Technology in Education: A Synthesis of Qualitative Evidence. *Computers & Education*, 59(1), 134-144. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.009>
- Tondeur, J., Aesaert, K., Pynoo, B., van Braak, J., Fraeyman, N. y Erstad, O. (2015). Developing a Validated Instrument to Measure Preservice Teachers' ICT Competencies: Meeting the Demands of the 21st Century. *British Journal of Educational Technology*, 48(2), 462-472. <https://doi.org/10.1111/bjet.12380>
- Tondeur, J., van Braak, J., Siddiq, F. y Scherer, R. (2016). Time for a New Approach to Prepare Future Teachers for Educational Technology Use: Its Meaning and Measurement. *Computers & Education*, (94), 134-150. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.009>
- Tondeur, J., Scherer, R., Siddiq, F. y Baran, E. (2017a). A Comprehensive Investigation of TPACK Within Pre-Service Teachers' ICT Profiles: Mind the Gap! *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(3), 46-60. <https://doi.org/10.14742/ajet.3504>
- Tondeur, J., Pareja Roblin, N., van Braak, J., Voogt, J. y Prestridge, S. (2017b). Preparing Beginning Teachers for Technology Integration in Education: Ready for Take-Off? *Technology, Pedagogy and Education*, 26(2), 157-177. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2016.1193556>
- Tondeur, J., Scherer, R., Baran, E., Siddiq, F., Valtonen, T. y Sointu, E. (2019a). Teacher Educators as Gatekeepers: Preparing the Next Generation of Teachers for Technology Integration in Education. *British Journal of Educational Technology*, 50(3), 1189-1209. <https://doi.org/10.1111/bjet.12748>
- Tondeur, J., Scherer, R., Siddiq, F. y Baran, E. (2019b). Enhancing Pre-Service Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): A Mixed-Method Study. *Educational Technology Research and Development*, 68(1), 319-343. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09692-1>
- Twining, P., Heller, R., Nussbaum, M. y Tsai, C.-C. (2017). Some Guidance on Conducting and Reporting Qualitative Studies. *Computers & Education*, (106), A1-A9. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.12.002>
- Uerz, D., Volman, M. y Kral, M. (2018). Teacher Educators' Competencies in Fostering Student Teachers' Proficiency in Teaching and Learning with Technology: An Overview of Relevant Research Literature. *Teaching and Teacher Education*, (70), 12-23. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.11.005>
- Universidad Pedagógica Nacional [UPN] (2010). *Proyecto Educativo Institucional* [documento]. Universidad Pedagógica Nacional.

- Valanides, N. (2018). Technological Tools: From Technical Affordances to Educational Affordances. *Problems of Education in the 21st Century*, 76(2), 116-120. <http://dx.doi.org/10.33225/pec/18.76.116>
- Valtonen, T., Kukkonen, J., Kintkanen, S., Sormunen, K., Dillo, P. y Sointu, E. (2015). The Impact of Authentic Learning Experiences with ICT on Pre-Service Teachers' Intentions to Use ICT for Teaching and Learning. *Computers & Education*, (81), 49-58. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.09.008>
- Velasco Toro, J. M. (2018). Aprender en el aprender a lo largo de la vida. *Revista Iberoamericana de Educación*, 76(1), 125-144. <https://doi.org/10.35362/rie7612648>
- Vilafranca Manguán, I. (2012). La filosofía de la educación de Rousseau: el naturalismo eudamonista. *Educació i Història: Revista d'Història de l'Educació*, (19), 35-53. <https://tinyurl.com/2d4yupfn>
- Voogt, J., Fisser, P., Tondeur, J. y van Braak, J. (2016). Using Theoretical Perspectives in Developing Understanding of ТРАКК. En M. C. Heering y M. J. Koehler (Eds.), *Handbook of Technological Pedagogical and Content Knowledge (ТРАКК) for Educators* (pp. 33-52). Routledge.
- Vygotsky, L. (2020). *Pensamiento y lenguaje*. Paidós.
- Wain, K. (2010). The Learning Society: Postmodern Politics. *International Journal of Lifelong Education*, 19(1), 36-53. <https://doi.org/10.1080/026013700293449>
- Walther, A., Batsleer, J., Loncle, P. y Pohl, A. (2020). *Young People and the Struggle for Participation: Contested Practices, Power and Pedagogies in Public Spaces*. Routledge.
- Waqas Raja, M. y Wei, S. (2014). Evaluating the Effectiveness of Teachers Training Programs in Islamabad Model Collages. *Journal of Studies in Education*, 4(4), 68-79. <https://doi.org/10.5296/jse.v4i4.6326>
- Watson, J. (1984). *¿Qué es el conductismo? La nueva y la vieja psicología en oposición*. Paidós.
- World Economic Forum (2015). *New Vision for Education. Unlocking the Potential of Technology*. World Economic Forum. <https://tinyurl.com/23ccx3mr>
- Young, K. (2016). Teachers' Attitudes to Using iPads or Tablet Computers: Implications for Developing New Skills, Pedagogies and School-Provided Support. *TechTrends*, (60), 183-189. <https://doi.org/10.1007/s11528-016-0024-9>
- Yrjönsuuri, V., Kangas, K., Hakkarainen, K. y Seitamaa-Hakkarainen, P. (2019). The Roles of Material Prototyping in Collaborative Design Process at an Elementary School. *Design and Technology Education: an International Journal*, 24(2), 141-162. <https://tinyurl.com/2cxk3tuh>



*Formación inicial de profesores en competencias digitales.*

*Una lectura desde las ecologías de aprendizaje*

editado por la Universidad Pedagógica Nacional, se compuso  
en caracteres de las familias Dashiell Fine y Adelle,  
y se imprimió en los talleres de Carvajal Soluciones de  
Comunicación S.A.S.

Bogotá, Colombia, 2026

¿Está la formación docente preparada para los desafíos de la era digital? Este libro aborda este interrogante fundamental desde el marco conceptual de las ecologías de aprendizaje. A partir de un estudio de caso desarrollado en la Universidad Pedagógica Nacional, examina cómo se están formando las competencias digitales de los futuros docentes y propone el diseño de una ecología de aprendizaje que articula seis potencialidades: aprendizaje ubicuo, activo, colaborativo, multimodal, auténtico y personalizado; empleando el modelo de microaprendizaje como estrategia formativa.

Este libro invita a transformar currículos y prácticas pedagógicas para que los futuros maestros no solo incorporen tecnologías en el aula, sino que integren las competencias digitales desde perspectivas críticas y creativas que fortalezcan los procesos de enseñanza y aprendizaje. Constituye una lectura fundamental para formadores de docentes, investigadores educativos y responsables de políticas educativas comprometidos con la educación del siglo XXI.

ISBN: 978-628-7851-52-8



9 786287 851528

Colección  
Comunicación, Tecnología y Culturas  
en Educación