



La formación de los futuros profesores de física en contexto de incertidumbre: experiencia de la práctica docente *d-learning*

Marcelo Salica*

- The training of future physics teachers in the context of uncertainty: experience of the *d-learning* teaching practice
- A formação de futuros professores de física em um contexto de incertezas: experiência da prática docente de *d-learning*

Resumen

Ante el disruptivo escenario educativo provocado por la crisis sanitaria causada por el covid-19, los diferentes niveles educativos se vieron obligados a pasar de la educación presencial a una enseñanza remota de emergencia. Como consecuencia, la práctica docente de los futuros profesores de física para la educación secundaria se debió realizar en un escenario de excepcionalidad e hipercomplejidad. Contexto socioeducativo caracterizado por las intercomunicaciones virtuales en condiciones de aislamiento y distanciamiento socioeducativo. Para afrontarla, la formación del profesorado se basó en una experiencia *d-learning*. Ante dicho desafío, este artículo de reporte de caso educativo, sistematiza y analiza una experiencia tecnopedagógica *d-learning* y los dispositivos de registro de la práctica docente utilizados. Los resultados de la experiencia enfatizan en la necesidad de implementar modelos de formación que integren las características del escenario de formación en la matriz educativa para promover una alfabetización profesional crítica fundamentada en el conocimiento profesional del profesorado y el conocimiento tecnológico pedagógico del contenido.

Palabras clave:

Experiencia de formación; profesores de física; modelo *d-learning*; conocimiento tecnológico pedagógico de contenido; incertidumbre

* Especialista en currículum y prácticas de enseñanza en contexto, encargado de Cátedra Práctica Docente I en Física, investigador del Departamento de Didáctica de las Matemáticas, Ciencias Naturales y Tecnología, Universidad Nacional del Comahue, Cipolletti, Argentina. Correo electrónico: marcelo.salica@face.uncoma.edu.ar. Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2652-0701>



Abstract

Faced with the disruptive educational scenario caused by the health crisis caused by covid-19, the different educational levels were forced to move from face-to-face education to emergency remote teaching. As a consequence, the teaching practice of future physics teachers for secondary education should have been carried out in a scenario of exceptionality and hyper-complexity. Socio-educational context is characterized by virtual intercommunications in conditions of isolation and socio-educational distancing. To face it, the teacher training was based on a *d-learning* experience. This educational case report article systematizes and analyzes a *d-learning* techno-pedagogical experience and the teaching practice recording devices used. The results of the experience emphasize the need to implement training models integrating the characteristics of the training scenario in the educational matrix to promote critical professional literacy based on the professional knowledge of the teachers and the techno-pedagogical knowledge.

Keywords:

Training experience; Physics teachers; Model *d-learning*; Content pedagogical technological knowledge; Uncertainty.

Resumo

Diante do cenário educacional disruptivo provocado pela crise de saúde causada pelo covid-19, os diferentes níveis de ensino foram obrigados a passar do ensino presencial para o ensino a distância de emergência. Consequentemente, a prática docente dos futuros professores de física para o ensino médio deveria ter sido realizada em um cenário de excepcionalidade e hipercomplexidade. Contexto socioeducativo caracterizado pela intercomunicações virtuais em condições de isolamento e distanciamento socioeducativo. Para enfrentá-lo, a formação de professores foi baseada em uma experiência de *d-learning*. Diante desse desafio, este artigo de relato de caso educacional sistematiza e analisa uma experiência técnico-pedagógica *d-learning* e os dispositivos de registro da prática docente utilizados. Os resultados da experiência enfatizam a necessidade de implementação de modelos formativos que integrem as características do cenário formativo na matriz educacional para promover a alfabetização profissional crítica baseada no conhecimento profissional dos professores e do conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo.

Palavras-chave:

experiência de formação; professores de física; modelo *d-learning*; conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo; incerteza

Introducción

Ante el cierre de las instituciones de todos los niveles educativos provocada por la crisis sanitaria del covid-19, la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) elaboró un informe ejecutivo donde los especialistas Sanz, Sainz y Capilla (2020), proyectaron el impacto del cierre de los centros educativos. Para ello, tomaron como ejemplo el caso de España, con el cual se estimó una reducción del 10%, que representa 17,5 días de clases. A partir de dicho análisis, la reducción no implicaría un cambio estadísticamente significativo entre la enseñanza e-learning y la presencial o tradicional. Sin embargo, como el impacto de la pandemia resultó ser mayor a lo esperado, y para el caso particular de la Argentina, donde el periodo de aislamiento y distanciamiento socioeducativo fue uno de los más extensos, las instituciones educativas se vieron forzadas a sostener la virtualidad gestionando una enseñanza remota de emergencia como forma de garantizar la continuidad pedagógica y el derecho a la educación (Hodges *et al.*, 2020). Esto lleva a preguntarse si los efectos de la enseñanza e-learning ofrecería las mismas oportunidades de formación a los futuros profesores de física (FPF) durante la práctica docente (PD). De esta manera, el presente reporte de caso educativo tiene como objetivo describir las características del modelo de formación tecnopedagógico *d-learning* en contexto de excepcionalidad e hipercomplejidad, y explicitar la alfabetización profesional promovida, fundamentado en el desarrollo del conocimiento profesional del profesorado.

Fundamentos de la experiencia

La incertidumbre en los contextos de formación del profesorado de física

Sin lugar a dudas, la formación de los FPF en contexto de aislamiento y distanciamiento socioeducativo provocado por la pandemia del covid-19 constituye una circunstancia excepcional para el desarrollo de la alfabetización profesional crítica.

La incertidumbre es y ha sido una condición humana desde los tiempos previos a la actual pandemia. Sin embargo, esta condición se presenta como un estado de imprevisibilidad, y con tal protagonismo que transforma abruptamente las prácticas socioeducativas. A pesar de este cambio, diversos especialistas ofrecen múltiples miradas para comprender la incertidumbre. Por ejemplo, Pozo (2013) advierte sobre la necesidad de pensar los efectos del progreso de la ciencia y la tecnología, que generan una sociedad de conocimiento múltiple e incierto. El destacado periodista Oppenheimer (2018) revela los efectos en los diferentes rubros profesionales causados por los múltiples procesos de innovación permanente sostenida por la economía del conocimiento y la automatización. Garritz (2010), didacta de las ciencias naturales, presenta a la incertidumbre como uno de los 13 tópicos más importantes para la formación de los futuros profesores de ciencias de cara al siglo XXI. El físico Feynman (1995) subraya la importancia de la experiencia de la duda e incertidumbre y el filósofo Morin (1999), quien en sus reflexiones subraya la relevancia de abordar la incertidumbre como condición humana de conocimiento y aprendizaje. Ante el contexto de excepcionalidad e hipercomplejidad, condición caracterizada por el desorden

de las intercomunicaciones (Morin, 2005), este escenario constituye un potente desafío para la formación de los FPF.

Escenarios educativos

Todo contexto de incertidumbre provoca ansiedad, temor, estrés, inseguridad. Para afrontar estas emociones, resulta necesario reconocer dicha condición como variable esencial en la matriz educativa y como modalidad de trabajo que permita gestionar las competencias estratégicas y heurísticas durante la formación de los FPF. Para alcanzar esto, se parte de la idea definida como escenarios para la educación. Esta idea no es una novedad en el campo académico internacional, pero sí poco divulgado en las diferentes esferas académicas. Tal es el caso de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2006), que compara el/los escenario/s con una captura fotográfica, cuidadosamente tomada, del futuro y de sus posibles resultados. En otros términos, Van Notten (2006) caracteriza a los escenarios como descripciones de futuros alternativos e hipotéticos (consistentes y coherentes) que manifiestan variantes sobre los posibles procesos educativos. Esto implica comprender que un escenario no es una predicción, pero su proyección hipotética puede servir como base para la acción.

Los escenarios pueden diferir de varias maneras, por lo que existen tipologías diferentes para su clasificación y estudio. Agruparlos y considerarlos por su genealogía puede ayudar a aliviar aspectos específicos de un problema. El grupo Centre for Educational Research and Innovation (OCDE, 2006) ha identificado seis posibles escenarios educativos como resultado de un análisis crítico y que, en el presente reporte, se contrastan con otras fuentes y autores. Estos escenarios son el burocrático, el del mercado, el social, el de las organizaciones centradas en el aprendizaje, el escenario en red y el escenario de fusión nuclear. Todos estos —contemplados hasta el año 2020— fueron agrupados en las siguientes tres categorías: mantenimiento del status quo, evolución (re-schooling), involución (de-schooling). Más recientemente, Trujillo (2020) describe los escenarios propuestos por Young y Muller (2010), quienes relatan tres posibles futuros para la educación vinculados con tres visiones disidentes del conocimiento y sus límites. Facer y Sandford (2010) también planteaban tres escenarios sobre educación y tecnología, que se podría sintetizar como el escenario individualista (“Trust yourself”), el reputacional (“loyalty points”) y el conectivista (“only connect”).

Por otra parte, y ante el evento disruptivo provocado por el covid-19 en el sistema educativo, Trujillo (2020) describe cuatro nuevos escenarios posibles en situación de aislamiento social, pensados especialmente para afrontar los problemas de la escolarización obligatoria. El primero de estos se denomina la autonomía de los centros educativos y se basa en la toma de decisiones mínimas por parte de la gestión educativa. Este escenario implica resolver el problema focalizado en la evaluación. El segundo se denomina simplificación del currículo, conlleva la toma de decisiones centradas en la justicia y equidad social.

El tercero adquiere el nombre de evaluación positiva condicionada, representa un alto nivel de gestión de las decisiones para afrontar la situación de confinamiento (actuales y venideros). El cuarto escenario, etiquetado como evaluación positiva sin condiciones, implica la promoción del estudiantado con acciones de refuerzo educativo situadas, durante el curso 2020-2021.

De esta manera, la caracterización de los diferentes escenarios educativos permite que los FPF puedan comprender algunas de las múltiples formas que tienen las instituciones educativas para organizar y gestionar los procesos de enseñanza en contexto de aislamiento socioeducativo y como forma de garantizar la continuidad pedagógica. Por otra parte, dicho concepto en contexto de incertidumbre da cuenta de la integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el currículo de la educación secundaria durante la planificación de las condiciones de enseñanza y aprendizaje de la física. Tal proceso conlleva en los FPF el desarrollo del Conocimiento Tecnológico Pedagógico de Contenido (TPCK, por sus siglas en inglés) en el marco del Conocimiento Profesional del Profesorado (CPP).

El TPCK, originalmente conocido como TPACK (tecnología, pedagogía y conocimiento del contenido) elaborado por Koehler *et al.* (2015), constituye una categoría conceptual que permite al profesorado comprender el problema de la integración del componente tecnológico en la enseñanza (Ortega, 2020). Esta categoría ofrece una mirada coherente al profesorado para una adecuada articulación entre el componente tecnológico, pedagógico y disciplinar para generar ambientes de aprendizaje, como el diseño de modelos tecnopedagógicos *d-learning*.

El modelo *d-learning* en la formación de los FPF

El ser humano siempre ha buscado maneras alternativas de promover y hacer accesible la educación, como forma de permitir que el conocimiento alcance a todas las personas por igual, en cualquier contexto y condición. En el campo de las TIC, la primera de estas modalidades ocurre con la educación a distancia (1945) conocido como e-learning. En la actualidad se dispone de una diversidad de modalidades tales como *blended-learning* (b-learning), *móvil-learning* (m-learning), *flipped-learning* (f-learning) y *ubiquitous-learning* (u-learning). En esta experiencia se aborda el modelo *d-learning* o e-learning directo, una de las múltiples variantes del e-learning. El *d-learning*

puede entenderse como la aplicación de tecnología y estrategias propias de la formación en línea en un contexto de presencia física o como la aplicación de dinámicas propias de la enseñanza presencial en contextos de formación virtual de carácter sincrónico. (García-Peñalvo, 2015, p. 8)

Su principal ventaja reside en el tipo de interacción que ofrece, dado que combina los modos sincrónicos y asincrónicos, y emula un proceso de enseñanza y aprendizaje convencional de tipo presencial en contexto de aislamiento socioeducativo, denominado enseñanza remota de emergencia (Hodges *et al.*, 2020).

Un modelo tecnopedagógico determina y fundamenta una particular relación entre el docente, el saber y el estudiante, además, delimita la función de los recursos didácticos y tecnológicos por emplear. En el diseño confluyen “tecnologías digitales disponibles, necesidades e intenciones pedagógicas y

decisiones didácticas que las consideran” (Schwartzman *et al.*, 2014, párr. 21). Es una construcción teórica que, en términos de Onrubia (2005), articula lo abstracto dado en el “diseño tecnopedagógico” y lo real, que se concreta mediante la “interactividad real”, este último desplegada efectivamente por los estudiantes, el profesorado y los diferentes recursos del aula virtual (e. g., videoconferencias). En concordancia con los alcances del modelo *d-learning*, la experiencia de formación de los FPF se fundamenta en el modelo *d-learning*, tanto para los momentos de interacción entre el docente de la cátedra de Práctica Docente I y los FPF, como entre estos con los estudiantes de la educación secundaria.

Características del contexto de formación

La experiencia de formación de los FPF se realizó en el marco de la cátedra Práctica Docente I, que se dicta en el primer cuatrimestre del calendario académico universitario. Esta corresponde al cuarto año del plan de estudio del profesorado de física que se brinda en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue (Ordenanza 1002, 1998), con sede en la ciudad capital de Neuquén.

Dentro del tiempo de cursado de la materia, se incluyen las prácticas de enseñanza o residencia. Esta última dura un mes y es el momento en que los FPF se encuentran a cargo del dictado de las clases de física a los estudiantes secundarios.

Los FPF realizan las PD en instituciones escolares de nivel medio de la conurbación Plottier-Neuquén-Cipolletti. El contexto socioeducativo y político de la educación secundaria de la ciudad de Neuquén se caracteriza principalmente por las prolongadas interrupciones que generan las contingencias del complejo escenario, debido principalmente a reclamos por mejoras de las condiciones laborales educativas, entre otras variables. Esta situación dilapida la linealidad y secuenciación del proceso de planificación de las clases, lo que provoca la incertidumbre escolar (Salica, 2017). Es así que los FPF se deben insertar en el marco de estos continuos desencuentros entre estudiantes y docentes para realizar sus prácticas y residencias. Situación que exige el desarrollo de posturas críticas respecto de su futura profesión.

A partir de la sostenida situación de contingencia por el que deben atravesar los FPF, la gestión del contexto de excepcionalidad forma parte de la matriz formativa de la cátedra. Esta se basa en gestionar la incertidumbre desarrollando competencias estratégicas y heurísticas como condición de conocimiento y aprendizaje (Morin, 2005). De esta manera, la incertidumbre del contexto de formación constituye el método-camino de la PD, un modelo pedagógico basado en la indeterminación (Salica, 2017).

Con base en las características del ambiente que se describe, los FPF promueven sus competencias en contexto y el CPP para gestionar las clases de ciencias integrando la incertidumbre en su matriz educativa (Coronado, 2013). Esto posibilita al estudiantado del profesorado evaluar los efectos del aprendizaje

virtual y a distancia, además de reconocer que ante la situación de distanciamiento, es menester utilizar campos emergentes con escasa exploración en el marco académico hispanoamericano y particularmente en la Argentina (Sabulsky, 2019). Este es el caso de la analítica del aprendizaje, la cual es definida por Amo y Santiago (2017) como la medición, recopilación, análisis y presentación de los datos sobre los estudiantes, sus contextos y las interacciones que se generan. La analítica del aprendizaje permite la evaluación de lo aprendido y transparenta la relación entre aprendizaje significativo, evaluación y TIC.

Participantes

Los FPF que participaron del cursado son seis, con una edad promedio de 30 años y residen en localidades del Alto Valle de Neuquén y Río Negro (Patagonia Argentina). De estos, cinco no poseen experiencia previa en la práctica de enseñanza de las ciencias en la educación secundaria, tampoco han realizado cursos o talleres de formación para la integración de las TIC. Por otra parte, los seis estudiantes cuentan con escasa formación en el uso de las TIC. El bagaje previo fue adquirido en las asignaturas disciplinares de su plan de estudio, tales como el aula virtual de la universidad, software y aplicaciones diversas. En términos del TPCK en la práctica de enseñanza, los participantes se encuentran en situaciones semejantes.

Modelo de formación didáctica

A raíz del complejo entramado que presenta el contexto de desempeño, desde la cátedra de PD se trabaja en la construcción de saberes didácticos enriquecidos por todos los participantes, por medio de la idea de comunidad de práctica. Desde la cual se problematizan los procesos de enseñanza y aprendizaje de la física como objeto de estudio, para articular

los procesos de desarrollo del CPP y TPCK. Para alcanzar este propósito resulta menester identificar las habilidades y capacidades de los FPF, con el objetivo de orientar el desarrollo de su saber didáctico específico en función del contexto. Es decir, se busca identificar y conflictuar el saber didáctico erudito versus el saber pseudoerudito o de sentido común/ordinario (Camilloni, 2007). Para ello, se promovió la idea de comunidad de práctica fundamentada en la noción de modelo de formación, cuya estrategia se focaliza en la reflexión dialógica (Copello y Sanmartí, 2001). Dicha noción es entendida como “formas de representación retrospectiva (que implica reflejar en un esquema lo que se está haciendo), y aportan un marco de referencia prospectivo (organizar lo que se va a hacer de acuerdo con un modelo)” (Zabalza, 2011, p. 26-27).

En este sentido, la PD en la enseñanza de la física implica enhebrar variables y sentidos, seleccionar estrategias, métodos y recursos, desde la idea de considerar los conocimientos del profesorado sobre la ciencia, su enseñanza y aprendizaje como herramientas cognitivas y no como fines en sí mismos. Esto forma parte del pensamiento colaborativo promovido entre los FPF en contexto. Para ello, se trabaja en conjunto guiando dialógicamente el proceso de negociación de significado y de construcción de sentido en el cual los saberes emergen, potenciando diálogos, registros y mapas de recorrido, de modo que les permita cuestionar el sentido de estas herramientas para problematizar la integración de las TIC del modelo tecnopedagógico, resignificar así sus prácticas de enseñanza, y configurar su propio TPCK (Koehler *et al.*, 2015) y saber didáctico erudito (Camilloni, 2007).

Características del modelo d-learning

En los momentos de interacción entre el profesor de la cátedra y los FPF se utilizó la plataforma educativa de la Universidad Nacional del Comahue (PEDCo), la aplicación Zoom, WhatsApp y Google Drive. Con estos recursos, se realizó el diseño y seguimiento de las planificaciones de clases y las secuencias de enseñanza y aprendizaje (SEA) *d-learning*.

Planificación del cursado de Práctica Docente I

En la siguiente tabla 1, se describen las diferentes etapas que componen la planificación de la materia PD, para una inmersión gradual de los FPF en el campo de desempeño profesional.

Las actividades que caracterizan la PD se basan tradicionalmente en la observación previa del contexto educativo de la institución que acepta acompañar la formación de los FPF. Estas observaciones admiten su inserción gradual en el contexto socioeducativo, donde la principal tarea consiste en la observación y el registro etnográfico de las clases de ciencias. Ante la imposibilidad de realizar dichas observaciones de manera presencial, el equipo de conducción de la institución junto al docente responsable de los diferentes grupos de estudiantes mantuvieron una asidua interacción por videoconferencia con los FPF. Esto permitió conocer a los grupos de estudiantes y las características de la institución donde los FPF pudieron identificar el tipo de escenario educativo (Trujillo, 2020).

Tabla 1. Actividades de aproximación paulatina al campo de desempeño

Mes	Preparación para la práctica docente	
Marzo y abril	Socialización sobre las expectativas de los FPF en las prácticas de enseñanza en contexto de incertidumbre. Diagnóstico educativo sobre la enseñanza de la física en la educación secundaria. Evaluación del pensamiento crítico, creativo y opiniones sobre ciencia-tecnología-sociedad. Caracterización y trayectoria individual FPF. Relatos de experiencias y análisis de casos didácticos personales. Socialización.	Ideas previas de los residentes sobre el: "conocimiento profesional del profesorado (CPP) y conocimiento tecnológico pedagógico de contenido (TPCK)"

	<p>Problematización de los efectos de la crisis sanitaria en la educación secundaria y análisis con base a las preguntas siguientes: ¿qué se entiende por continuidad pedagógica y en qué se diferencia de la integración de las TIC? ¿Cómo se aborda la situación en los tres niveles de especificación curricular: ministerial, distrital e institucional? ¿Qué ocurre en las instituciones educativas, en particular en aquellas donde se realizará la práctica de enseñanza? ¿Cómo aportan los medios de comunicación a la continuidad pedagógica? Exposición y socialización.</p>	
Mayo	<p>Preparación para la práctica de enseñanza</p>	
	<p>Observación y registro colaborativo de prácticas de enseñanzas en formatos multimedia diversos: relato de clase en archivo de audio, videoclases, relatos escritos, fotografías. Autoevaluación reflexiva y crítica de los FPF desde los aportes del TPCK y el CPP.</p>	<p>Planificación y diseño del modelo tecnopedagógico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseño de las SEA. • Configuración del aula virtual.
	<p>Residencias docentes</p>	
	<p>Desarrollo de las prácticas de enseñanza d-learning. Análisis posprácticas (autoevaluación y coevaluación). Registros de clases: escritos, filmicos.</p>	
Junio y julio	<p>Producción individual y socialización.</p>	<p>Exposición.</p>
	<p>Evaluación del pensamiento crítico, creativo y opiniones sobre ciencia-tecnología-sociedad. Acreditación final del trayecto de formación.</p>	
	<p>Pautas para la elaboración de la memoria.</p>	

Prácticas docentes

Dentro de las actividades de observación de las prácticas de enseñanza se realizaron las actividades siguientes: análisis y discusión de relatos de casos didácticos que procedían de diversas fuentes, como los relatos en archivos de imagen, fotográficos y de audios, observaciones de videoclases y lectura de situaciones didácticas. De esta manera, la PD se enriqueció con estrategias virtuales diversas, con el propósito de problematizar la relación forma-contenido y el lugar de lo metodológico en los procesos de enseñanza (Edelstein, 2002).

También se diseñaron cuatro instrumentos de registros colaborativos escritos, basados en los aportes de Anijovich *et al.* (2016). Estos instrumentos se utilizaron para la

observación de los videos y el registro escrito de los procesos de enseñanza disponibles y presentados en los formatos audiovisuales para su discusión. Con base en estos se analizaron de manera colaborativa las fortalezas, desafíos, evidencias y sugerencias, se formularon preguntas y conjeturas sobre la progresión de los aprendizajes, se enunciaron hipótesis de desempeño docente en base a las imágenes analizadas. Por medio de grabaciones se modelaron actitudes para un uso adecuado de los materiales didácticos tradicionales y digitales. Para coproblematizar la relación forma-contenido del proceso de enseñanza de los diferentes casos de análisis didáctico en diferentes formatos, se adaptó el repertorio del conocimiento pedagógico del contenido (ReCo) de Garritz *et al.* (2008).

En la tabla 2, se caracteriza la organización de los FPF en función de los grupos de estudiantes de la educación secundaria, que constituyen tres casos educativos de experiencias de prácticas de enseñanza *d-learning* diferentes.

Tabla 2. Organización de los casos educativos

Casos	FPF		Práctica docente y residencia			Características	
	N.º	Lugar de:		Disciplina	Curso	Edad promedio	N.º
		Residencia	Institución				
A	1	Neuquén					14
	2	Allén	Cipolletti	Física	4.º	16 años	15
	3	Cipolletti					18
	4	Neuquén					22
B	5	Neuquén	Neuquén	Taller de Pensamiento Científico	4.º	16 años	32
C	6	Neuquén	Neuquén	Física	4.º	16 años	8

Características del modelo *d-learning* diseñado para cada caso de la práctica de enseñanza

En la tabla 3, se describen las características generales del modelo *d-learning* diseñado y planificado por cada caso de experiencia de práctica de enseñanza. En ella se explicita el tema de la SEA, el enfoque pedagógico que fundamenta la propuesta y el recurso tecnológico principal utilizado.

Cada SEA *d-learning* tiene la misma estructura didáctica de inicio, desarrollo y cierre, caracterizada como ciclo constructivista de enseñanza y aprendizaje (Sanmartí, 2002). Los contenidos de la SEA fueron elegidos en función de las características del grupo de estudiantes, de acuerdo con su nivel de dominio disciplinar y conocimiento sobre las dificultades de enseñanza y aprendizaje de los contenidos. Además, articulan diversas actividades para reducir el impacto de la carga cognitiva que conlleva el exceso de la lectura digital frente a la pantalla de los teléfonos inteligentes. Por otra parte, los contenidos son vinculados al currículo mediante los ejes conceptuales de los núcleos de aprendizaje prioritarios de ciencias naturales (2011).

Tabla 3. Características principales de los modelos *d-learning*

Casos	Tema/contenido	Enfoque pedagógico	Tiempo (meses)	Recurso d-learning
A	Leyes del movimiento de Newton en el deporte.	CTS	1	Google Classroom
B	Ciencia y Pseudociencia	NdCyT	1	Moodle y WhatsApp
C	Cinemática	Modelo de indagación	1	WhatsApp

Caso A: Estudiantes de física bachiller

Diseño y contenido de la SEA *d-learning*: Se enfoca en la utilización de las leyes de Newton como marco explicativo para las actividades deportivas, mediante la articulación interdisciplinaria de física y educación física específicos en la enseñanza secundaria. Esta articulación otorga significado y reciprocidad a la estructura del contenido interdisciplinar desde un enfoque ciencia-tecnología-sociedad (CTS). Las características del enfoque CTS son considerados como buenos contextos para desarrollar las habilidades del pensamiento científico y crítico (España y Prieto, 2010), con el propósito de capacitar al estudiantado en la aplicación de dichas habilidades en situaciones cotidianas al generar un espacio de encuentro significativo (Gordillo, 2017).

Modelo *d-learning*: Para el desarrollo de las clases, los FPF utilizaron la plataforma educativa Google Classroom (GC), la cual incluye el servicio gratuito de G Suite for Education, con aplicaciones como Drive, Gmail, Meet y YouTube, entre otros. La versatilidad de las aplicaciones permite administrar el trabajo en el aula virtual y realizar el seguimiento del estudiantado. En otros términos, los FPF por medio de GC personalizan y focalizan los avances de cada estudiante, identificando

dificultades y oportunidades durante el desarrollo del contenido.

Caso B: Estudiantes del taller de pensamiento científico

Diseño y contenido de la SEA *d-learning*: Se enfoca en la enseñanza del proceso de construcción del conocimiento científico y su provisionalidad, la sociología interna de las ciencias para validar el conocimiento científico producido mediante el proceso de publicaciones por pares. A partir de los contenidos que se describen, la SEA se fundamenta en la naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT). Esta perspectiva de enseñanza se entiende como una metadisciplina que incorpora aspectos epistemológicos, históricos, sociológicos y psicológicos presentes tanto en la ciencia como en la tecnología (Vázquez-Alonso y Manasero-Mas, 2013). La relación metadisciplinar constituye un conocimiento complejo, ya que abarca su origen, su contexto de relevancia sociocultural y su inserción curricular en el aula.

Modelo *d-learning*: En este caso se utiliza la plataforma educativa Moodle, denominada Lazos. Este es un sistema gratuito ofrecido por el Ministerio de Educación de la provincia de Neuquén para la gestión del aprendizaje en línea, que les permite a los educadores la creación de sus propios sitios web privados, con

diversos cursos dinámicos que extienden el aprendizaje, en cualquier momento, en cualquier sitio. Moodle es personalizable y trae numerosas características estándar.

Caso C: Estudiantes de física de la educación técnica

Diseño y contenido de la SEA *d-learning*: Esta se enfoca en la enseñanza de las variables del movimiento unidimensional. La propuesta se fundamenta en el modelo de enseñanza por indagación (Furman y Podestá, 2013). Este tipo de modelo didáctico permite generar propuestas de enseñanza y aprendizaje activas, donde el estudiante se focaliza en los procesos de construcción del conocimiento, como es el diseño de la experiencia y el control de variables, conocido como prácticas de indagación, con el propósito de sostener un proceso de aprendizaje que logre un equilibrio entre lo cognitivo, lo actitudinal y procedimental.

Modelo *d-learning*: Para este caso se utilizó la aplicación WhatsApp como un recurso de mensajería instantánea para teléfonos inteligentes. Desde la aplicación se pueden enviar y recibir textos, fotos, videos, documentos y ubicación, así como también llamadas de voz grupal. Esta aplicación sirve para compartir datos, información e ideas a través de comunidades virtuales, pero también es un servicio de mensajería instantánea que permite a sus usuarios chatear e intercambiar información multimedia.

Análisis del modelo de formación didáctica *d-learning*

En la presente sección se describen los resultados más relevantes identificados del proceso de análisis de la experiencia de formación de los FPF en contexto de incertidumbre. Estos constituyen el CPP y TPCK elaborado por el profesorado participante y derivan del entramado de las diferentes dimensiones que constituyen la práctica institucional (dimensión macro), la práctica docente (dimensión meso) y la práctica de enseñanza (dimensión micro) del modelo *d-learning*.

Resignificación del vínculo interinstitución escuela-familia: El diseño de la SEA *d-learning* constituyó una propuesta pedagógica y didáctica alternativa que fortaleció el vínculo escuela-familia. Este escenario se vio favorecido por la participación de los diferentes integrantes de las familias motivadas por las características de la SEA *d-learning* y quienes se implicaron en el proceso de enseñanza al colaborar en el aprendizaje de los estudiantes. Este vínculo fue realizado por medio de los diferentes dispositivos de comunicación de emergencia y remota, pero focalizada en los estudiantes como principales protagonistas. Dicho escenario tecnopedagógico enfatiza en la necesidad de revalorizar el pacto social familia-escuela para la creación de nuevos escenarios para la educación centradas en el aprendizaje. La misma se presenta como proyecto socioeducativo que permite resignificar y contrapesar el desequilibrio entre dichas instituciones, con el fin último de potenciar el capital cultural en tiempos de crisis e incertidumbre.

Los dispositivos para el registro de las prácticas de enseñanza: Estas constituyen una experiencia tradicional en los procesos de formación previos a las prácticas de enseñanza. La orientación metodológica que fundamenta el uso de los diferentes dispositivos es de tipo cualitativa. Consiste en técnicas y claves en etnografía, la observación participante y el análisis del discurso. Cabe destacar que estas técnicas tienen el objetivo de acercar a los FPF a la institución educativa y grupos de estudiantes adolescentes utilizando protocolos de observación y análisis (Anijovich *et al.*, 2016). Los registros se realizan esgrimiendo documentos colaborativos y mensajería instantánea donde se problematiza la relación forma-contenido (Edelstein, 2002), de manera que las prácticas de escrituras y oralidad sincrónico y asincrónico favorezca la alfabetización profesional multimodal en los FPF. A su vez, el trabajo colaborativo *d-learning* robustece la relación de los FPF, constituyendo una comunidad de PD virtual y auténtica. Este último adjetivo conlleva una carga singular, dado que los participantes reconocen desde la metarreflexión que forman parte del problema/solución en el que se encuentran inmersos. La dualidad problema/solución justifica plenamente la necesidad de comprender el complicado entramado de las relaciones entre el conocimiento didáctico, el tecnológico y su relación con la enseñanza, para distinguir posteriormente entre la didáctica erudita, pseudoerudita y del sentido común (Camilloni, 2007).

Una vez que se activa el proceso de alfabetización profesional, los FPF se encuentran en condiciones de realizar observaciones minuciosas de las prácticas de enseñanza disponibles en archivos de videos, audios y relatos escritos de casos didácticos. El uso de estos recursos digitales en reemplazo de las observaciones directas de las clases de enseñanza tradicional prepandemia permite

que los FPF puedan realizar observaciones a nivel molecular. Esta expresión es una de las analogías que utilizó uno de los FPF para describir la profundidad y detalle con la cual pudieron observar y analizar el contenido de los diferentes archivos. Al disponer del material de manera permanente, el análisis de la práctica de enseñanza como estudio de caso didáctico puede ser realizado desde múltiples perspectivas y dimensiones, avanzando y retrocediendo en el tiempo tantas veces como sea necesario para comprender la relación forma-contenido, las decisiones que justifican las diversas maneras de gestionar el aula y las finalidades de la enseñanza de las ciencias, entre otras variables que caracterizan los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Este tipo de práctica, basada en el análisis didáctico de las videoclases y contenidos multimedia ampliamente disponibles en YouTube, deberá formar parte del proceso de formación del profesorado de ciencias. Por su libre circulación estos contenidos suelen utilizarse en los modelos tecnopedagógicos, ya sea por decisión del profesorado o por la libre accesibilidad que tienen los estudiantes de la educación secundaria, esto justifica la necesidad de promover su adecuada selección. Y para ello, los FPF promovieron la alfabetización profesional crítica.

Pensamiento crítico fundamentado en el TPCK: Se encuentra en los FPF el desarrollo del pensamiento crítico, que constituye una competencia fundamental en el marco del TPCK, dado que logran hacer evolucionar ideas ingenuas, actitudes/valores simplistas o reduccionistas que poseen sobre la enseñanza virtual y a distancia basados en modelos tecnopedagógicos respecto de la enseñanza presencial. A partir de la experiencia, construyen fundamentos y certezas que justifican sus decisiones desde un marco cognitivo que les permite identificar los modelos didácticos

con claridad y determinar la pertinencia de cada uno de estos en contexto de incertidumbre. Una de estas certezas basadas en la experiencia se encuentra en la sensación que experimenta el profesorado cuando percibe la falta de comunicación o la total ausencia de esta en los procesos de interacción entre el profesorado y los estudiantes. Ante esta realidad tecnopedagógica, resulta necesario reflexionar y visibilizar el fenómeno para su adecuada comprensión. Tal es así que cuando se advierte la sensación de vacío en dicha interacción, esta se produce por un incremento en la autogestión de los procesos de aprendizaje realizado por los estudiantes. Por otro lado, al utilizarse distintos canales de comunicación, la interacción *d-learning* se distribuye entre diferentes aplicaciones tecnológicas, lo que provoca la impresión mencionada. Cabe destacar que todo modelo tecnopedagógico es en esencia un proceso de comunicación multimodal.

Transferencia gerencial del proceso de participación profesor-estudiante *d-learning*: Esta competencia conlleva la transferencia gradual del proceso de participación (intervención y/o interacción *d-learning*) desde el profesorado al estudiantado. En las actividades de inicio y la primera parte del desarrollo de la SEA, la intervención directa del profesorado es mayor, situación que disminuye a medida que se acercan a las actividades de cierre. En simultáneo se produce el proceso inverso dado en los adolescentes. Es decir, estos inician las actividades con menor intervención y se incrementan en la segunda parte de las actividades de desarrollo y cierre, a medida que se adaptan al modelo de trabajo tecnopedagógico. Esto ocurre por el aumento de la interacción de los estudiantes con GC, relación que hace más indirecta la intervención del profesorado. Dicho proceso de transferencia es regulado por la planificación de los FPF, implica al estudiantado con sus aprendizajes y delega su gestión por medio de la autorregulación. Este conlleva el acompañamiento constante de los FPF, intervención (directa/indirecta), retroalimentación, evaluación, toma de decisiones, entre otros. Comprender este desarrollo convierte a la SEA y su planificación en un importante predictor de la práctica de enseñanza *d-learning*. Estas variaciones se aprecian por la demanda cognitiva y el desempeño requerido para gestionar la educación en el caso del profesorado y para gestionar el aprendizaje del estudiantado.

Gestión de los tiempos de interacción sincrónicos y asincrónicos de enseñanza: La capacidad para gestionar los tiempos en los procesos educativos mediados por tecnología no es una tarea menor. En dicha capacidad se encuentra la necesidad de optimizar los tiempos de enseñanza para lograr un aprendizaje eficaz y duradero. Para alcanzar este objetivo es necesario que los FPF diseñen la SEA *d-learning*, de manera que los problemas de aprendizaje, la evaluación y el tiempo de seguimiento no constituyan un apéndice del proceso educativo, sino que se compongan como una amalgama especial de aprendizaje, evaluación y reflexión. La virtualidad permite que el profesorado pueda acceder de manera directa y en tiempo real a los archivos digitales o de producción de los estudiantes. Por ejemplo, los documentos colaborativos de Google Docs son los nuevos cuadernos de actividades en línea de los estudiantes de la educación secundaria.

Esto constituye una oportunidad para que el profesorado pueda ingresar en el corazón del aprendizaje y potenciarlo. Al tener disponible la marcha de aprendizaje de cada adolescente, el profesorado puede diagnosticarlo en tiempo real, explicar, prever, predecir y decidir en consecuencia (Amo y Santiago, 2017), personalizando la enseñanza y reduciendo las posibilidades de deserción. Esto es lo que se conoce como analítica del aprendizaje, una técnica emergente escasamente explorada en el sistema educativo argentino, que merecería recibir más atención.

Gestionar la organización de trabajo y el clima de aprendizaje del aula virtual: Esto implica lograr un clima de aprendizaje donde los protagonistas puedan sostener el cumplimiento de sus actividades, realizando tareas que articulan diferentes momentos y tipologías de aprendizaje, al distribuir el contenido en los distintos canales de comunicación: visual, auditivo y kinestésico. Por ejemplo, se diseñaron consignas donde los estudiantes deben filmar la realización de las actividades deportivas y fundamentarlas con base en los conceptos de física. De esta manera, se compensa la carga cognitiva que se produciría en el canal visual si la propuesta se limitara a un solo formato de comunicación, como suele ocurrir con las actividades que solo exigen de la lecto-comprensión. Por otra parte, esto permite que los estudiantes promuevan la educación colaborativa, donde cada uno potencia y retroalimenta sus propios estilos de estudio. Un aspecto que emerge en los encuentros sincrónicos y asincrónicos consiste en las típicas relaciones de poder entre los docentes y estudiantes. Estas relaciones responden a un tipo de racionalidad e intereses diversos que dan cuenta de cómo los alumnos se relacionan con sus pares y el entorno virtual para gestionar lo aprendido. Este tipo de interacciones son cuidadas por los FPF con el objetivo de retroalimentar las

relaciones afectivas y promover un clima favorable para lograr aprender en entornos virtuales. En otros términos, los FPF identifican rasgos en los cambios de tonos que utilizan los estudiantes, tanto desde la oralidad como en el texto, los cuales constituyen indicadores del clima de formación del vínculo tecnopedagógico.

Consideraciones finales

Sin lugar a dudas, la PD de los FPF en contexto de incertidumbre constituye un cambio de modelo didáctico. La contingencia del contexto prepandemia y en pandemia forma parte de la matriz educativa del modelo didáctico para su formación. Ante esta realidad, los diferentes elementos del CPP y del TPCK emergen de manera que estructuran el proceso de razonamiento, reflexión y argumentación, basada en los fundamentos de la PD, de modo que les permita desarrollar criterios para discernir en educación, particularmente entre los modelos de enseñanza mediados por la tecnología o no. De esta manera, se encuentra que el pensamiento crítico es una de las principales competencias promovidas de vital relevancia, dado que enmarca las demás categorías identificadas durante el proceso formativo creando indicadores de formación *in situ* de los FPF. Es así que el modelo didáctico del profesorado en el marco de su CPP y el TPCK promueve y fortalece la alfabetización profesional crítica para comprender y afrontar diversos escenarios para la educación.

La presente experiencia de formación pretende facilitar y promover habilidades en los FPF apoyadas en la integración de la incertidumbre a su matriz educativa. Esto promovería la formación de profesionales donde la incertidumbre es la condición indispensable para aprender a aprender, aprender a enseñar y donde la dinámica de los procesos

de enseñanza y aprendizaje deberían orientar la toma de decisiones y evitar de ese modo arbitrajes carentes de fundamentos científicos o evidencias. En este sentido, la formación del profesorado fortalecerá sus concepciones vinculadas a los diferentes modelos tecnopedagógicos.

De esta forma y ante las razones citadas en este reporte de caso educativo, se busca que los formadores encuentren en esta experiencia de la práctica docente *d-learning*, fundamentos para transitar hacia nuevos modelos didácticos de formación, no solo para un contexto de excepcionalidad e hipercomplejidad, sino también para lograr la alfabetización profesional crítica de los FPF.

Referencias

- Amo, D., y Santiago, R. (2017). Learning analytics. La narración del aprendizaje a través de los datos. Editorial OUC.
- Anijovich, R., Cappelletti G., Mora, S., y Sabelli, M. (2016). Transitar la formación pedagógica, dispositivos y estrategias. Paidós.
- Camilloni, A. (2007). El saber didáctico. Paidós.
- Coronado, J. (2013). Educar en la incertidumbre. <https://ined21.com/educar-para-la-incertidumbre/>
- Copello, M., y Sanmartí, P. (2001). Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 269-283.
- Edelstein, G. (2002). Problematizar las prácticas de la enseñanza. *Perspectiva*, 20(2), 467-482.
- España, E., y Prieto, T. (2010). Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 71, 17-24.
- Facer, K., y Sandford, R. (2010). The next 25 years? future scenarios and future directions for education and technology. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(1), 74-93. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2729.2009.00337.x>
- Feynman, R. (1963/1995). Six easy pieces: Essentials of physics explained by its most brilliant teacher. Addison-Wesley.
- Furman, M., y Podestá, M. (2013). La aventura de enseñar ciencias naturales. *Aique*.
- García-Peñalvo, F. (2015). Cómo entender el concepto de presencialidad en los procesos educativos en el siglo XXI. *Education in the knowledge society (EKS)*, 2(16), 6-12.

- Garritz, A., Nieto, E., Padilla, K., Reyes-Cárdenas, F., y Trinidad, R. (2008). Conocimiento didáctico del contenido de química. Lo que todo profesor debería poseer. *Campo Abierto*, 27(1), 153-177.
- Garritz, A. (2010). La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 315-326.
- Gordillo, M. (2017). El enfoque CTS en la enseñanza de la ciencia y la tecnología. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).
- Hodges, Ch., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., y Bond, A. (2020). The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. *Educause Review*. <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
- Koehler, M., Mishra, P., y Cain, W. (2015). ¿Qué son los Saberes Tecnológicos y Pedagógicos del Contenido (TPACK)? *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 10(6), 9-23.
- Morin, E. (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. Unesco-Santillana.
- Morin, E. (2005). El paradigma perdido. Kairós.
- Ministerio de Educación. (2011). Núcleos de Aprendizajes Prioritarios. NAP Ciencias Naturales: química, física, biología. Campo de formación general. Ciclo orientado. Educación secundaria. Consejo Federal de Educación. Argentina.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). (2006). *Schooling for Tomorrow. Think Scenarios, Rethink Education*. Paris. <http://www.oecd.org/education/research/36905464.pdf>
- Onrubia, J. (2005, febrero). Aprender y enseñar en entornos virtuales: actividad conjunta, ayuda pedagógica y construcción del conocimiento. *RED. Revista de Educación a Distancia*, (núm. monográfico 2). www.um.es/ead/red/M2/
- Oppenheimer, A. (2018). ¡Sálvese quien pueda! El futuro del trabajo en la era de la automatización. *Debate*.
- Ortega, J. (2020). El conocimiento tecnológico pedagógico de contenido (TPCK): Un análisis a partir de la relación e integración entre el componente tecnológico y conocimiento pedagógico de contenido. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (47), 249-265. <https://doi.org/10.17227/ted.num47-11339>
- Ordenanza 1002. (1998). Por el cual se modifica el plan de estudio del profesorado de física. Neuquén: Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Comahue.
- Pozo, J. (2013). *Aprendices y maestros: la psicología cognitiva del aprendizaje*. Alianza Editorial.
- Sabulsky, G. (2019). Análisis de aprendizaje para mejorar la enseñanza y el seguimiento a través de entornos virtuales. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1(80), 13-30. <https://doi.org/10.35362/rie8013340>
- Salica, M. (2017). La incertidumbre, el umbral de la práctica docente: hacia un modelo pedagógico, "la clase indeterminada". En H. Ademar Ferreyra, ¿Qué es lo que ocurre en nuestras aulas de secundaria?: ensayos referidos a la educación secundaria argentina (pp. 115-119). Editorial de la Universidad Católica de Córdoba.
- Sanz, I., Sainz, J., y Capilla, A. (2020). Efectos de la crisis del coronavirus en la educación. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).

- Sanmartí, N. (2002). Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria. Síntesis.
- Schwartzman, G., Tarasow, F., y Trech, M. (2014). Dispositivos tecno-pedagógicos en línea: medios interactivos para aprender. Proyecto Educación y Nuevas Tecnologías. <http://www.pent.org.ar/institucional/publicaciones/dispositivos-tecno-pedagogicos-linea-medios-interactivos-para-aprender>
- Trujillo, F. (2020). ¿Evaluación del curso? Escenarios posibles para el futuro inminente de la educación. <http://formacionib.org/noticias/?Evaluacion-del-curso-Escenarios-posibles-para-el-futuro-inminente-de-la>
- Vázquez-Alonso, A., y Manassero-Mas, M. (2013). La comprensión de un aspecto de la naturaleza de ciencia y tecnología: una experiencia innovadora para profesores en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 630-648.
- Notten van, P. (2006). Scenario development: a typology of approaches. En *Think Scenarios, Rethink Education* (pp. 69-92). OECD Publishing, CERI.
- Young, M., y Muller, J. (2010). Three educational scenarios for the future: Lessons from the sociology of knowledge. *European Journal of Education*, 45(1), 11-27. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1465-3435.2009.01413.x>
- Zabalza, M. (2011). El prácticum en la formación universitaria: estado de la cuestión. *Revista de Educación*, (354), 21-43.

Forma de citar este artículo:

- Salica, M. (2022). La formación de los futuros profesores de física en contexto de incertidumbre: experiencia de la práctica docente d-learning. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (51), XX-XX.