

Diseño y desarrollo curricular del Taller de Informática del Profesorado en Física de la UNR

Curriculum Design and Development of the Informatics Workshop for the Physics Teacher Education Program at UNR

María Sol Pera^{1,2}, Rodrigo E. Menchón^{1,2}, Sebastián Torres¹, Germán Blesio^{1,2},
Gabriel I. Perren^{1,2}, Hugo D. Navone^{1,2*}

¹Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario, Av. Pellegrini 250,
CP 2000, Rosario, Argentina.

²Instituto de Física Rosario (CONICET-UNR), Bv. 27 de Febrero 210 bis, CP 2000, Rosario, Argentina.

*E-mail: hnavone@fceia.unr.edu.ar

Resumen

Los lineamientos curriculares establecidos para la formación de Profesores en Física incluyen explícitamente la construcción de conocimientos y el desarrollo de competencias en Tecnologías de la Información y de la Comunicación. Esto se debe a la propia dinámica de la disciplina de referencia y a las demandas del mundo laboral. La conjunción de estos aspectos genera un problema de diseño y de implementación curricular que adquiere cierta complejidad a la hora de ser resuelto con eficacia. En consecuencia, el objetivo de nuestro trabajo es abordar la resolución de este problema desde la perspectiva del diseño curricular mediante la inclusión de un Taller de Informática adecuadamente fundamentado y, en términos de implementación, analizando y justificando cómo es posible concretar su efectivo desarrollo curricular. Finalmente, presentamos una evaluación de la propuesta a partir de las observaciones del equipo docente y de los testimonios de valoración oportunamente enunciados por los participantes.

Palabras clave: Currículum; Profesorado en Física; Informática; Física Computacional; Física Educativa.

Abstract

The curricular guidelines established for the training of Physics Teachers explicitly include the construction of knowledge and the development of skills in Information and Communication Technologies. This is due to the inherent dynamics of the discipline and the demands of the job market. The combination of these aspects creates a curricular design and implementation challenge that becomes complex to solve effectively. Consequently, the objective of our work is to address this problem from the perspective of curricular design by incorporating a well-founded Computer Science Workshop and, in terms of implementation, by analyzing and justifying how its effective curricular development can be achieved. Finally, we present an evaluation of the proposal based on the observations of the teaching team and the feedback provided by the participants.

Keywords: Curriculum; Physics Teacher Education; Informatics; Computational Physics; Physics Education.

I. INTRODUCCIÓN

www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF

REVISTA DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, Vol. 36, no. extra (2024)

La noción de “pensamiento computacional” es un constructo teórico que permite articular el trabajo educativo en Informática, así como en todas sus conexiones y derivaciones de carácter interdisciplinar (Alcázar, 2019, p. 128). Desde esta perspectiva, la inserción curricular de actividades que promuevan el pensamiento computacional en la formación inicial de docentes en Física también requiere de una contextualización de carácter disciplinar. Al respecto, resulta útil diferenciar a la Ciencia de la Computación de la Ciencia Computacional: mientras que en el primer campo del saber el objeto de estudio es la computación en sí misma, en el segundo, la disciplina de referencia se combina con conocimientos de Informática y de Computación Científica para resolver problemas de interés relacionados con su propio objeto de estudio, dando origen, en nuestro caso, a la Física Computacional. Por lo tanto, la construcción de competencias relacionadas con el pensamiento computacional en la formación del Profesorado en Física necesariamente debe estar asociada al desarrollo de contenidos y de competencias en el campo de la Física Computacional. Además, es importante tener en cuenta que la necesidad de incorporar contenidos de Informática y de Física Computacional, no sólo responde a la propia evolución disciplinar de la Física, en donde la construcción de modelos computacionales para resolver problemas y realizar experimentos numéricos y simulaciones se ha tornado imprescindible, sino que también obedece al intento de satisfacer las demandas que provienen del mundo laboral.

La enseñanza de contenidos de la Física y de disciplinas relacionadas recurriendo a la Informática tiene, entonces, un doble propósito: (1) presentar a la Física Computacional como un modo de trabajar en la disciplina que complementa a las estrategias teóricas y experimentales, y (2) desarrollar competencias de amplio espectro vinculadas al pensamiento computacional, lo que implica el uso de diversas herramientas y plataformas de trabajo.

En este contexto de análisis, también resulta imprescindible considerar las preocupaciones sociales que surgen de una serie de problemáticas complejas derivadas del uso intensivo y del impacto subjetivo que tienen estas tecnologías en adolescentes y jóvenes, puesto que Internet constituye para ellos un lugar en donde configuran su identidad y se sienten más auténticos, libres y visibles (Morduchowicz, 2021, p. 12).

Si bien una de las finalidades declaradas de nuestro sistema educativo es la construcción de ciudadanía y la promoción de la participación ciudadana, en el campo de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TICs) es necesario trabajar también en la estructuración de ciudadanías digitales, desarrollando las competencias requeridas para participar en el mundo virtual (Morduchowicz, 2021, p. 32). La participación de la que hablamos es la que se propone generar transformaciones por el bien común, la que defiende y fortalece derechos humanos; es decir, la que supone un verdadero compromiso democrático en beneficio de una comunidad que se construye con otros (Morduchowicz, 2021, p. 22). Esta participación no está exenta de riesgos y, en este sentido, exige el desarrollo de competencias docentes que tomen en cuenta estas dimensiones en las prácticas de cuidado. Según Boris Groys (2022), nuestro *yo* se constituye en la combinación de nuestro cuerpo físico y nuestro cuerpo simbólico, conformado éste por documentos burocráticos, expedientes médicos, videos, imágenes, archivos sonoros, y otros datos por el estilo, que hoy residen en el mundo digital. En esta línea de análisis, Groys (2022) nos advierte que la coincidencia del cuerpo público, simbólico y mediatizado con el cuerpo físico, privado e íntimo, que acontece en la virtualidad, conlleva una pérdida de privacidad que reclama su restauración.

Si bien la mayoría de los jóvenes en nuestro país cuentan con perfiles en redes sociales, menos de la mitad de ellos comparten opiniones sobre temas que los afectan (Morduchowicz, 2021, p. 111). A su vez, también se registra un significativo porcentaje de jóvenes que han recibido intimidaciones, agresiones e insultos al manifestar sus ideas en las redes (Morduchowicz, 2021, p. 111). Todo esto deteriora la construcción de una cultura democrática, participativa y comprometida con la vida en comunidad, demandando un trabajo educativo adicional dirigido al desarrollo de prácticas de cuidado en el mundo digital. Según Silvia Bleichmar (2014), la educación tiene como función principal la producción de subjetividad, creando situaciones metabólicas que permiten dialogar con el presente e interpelarlo mientras enseña con la mirada puesta en el futuro, algo que no puede ser delegado a las tecnologías. En estos procesos, la producción de legalidades basadas en el respeto y el reconocimiento hacia los otros y sus proyectos, así como el rechazo de la crueldad que genera la indiferencia frente al sufrimiento de un semejante, constituye una tarea ineludible de todo el sistema educativo (Bleichmar, 2014, p. 38).

Si ahora tomamos en cuenta que los jóvenes se informan principalmente por las redes sociales (Morduchowicz, 2021) y que, a su vez, existe una apropiación del excedente conductual producto de las interacciones en el mundo digital, que puede ser utilizado para satisfacer intereses económicos y políticos, trazando perfiles identitarios, prediciendo y moldeando comportamientos futuros, y apelando a las emociones para generar opiniones mediante noticias falsas y teorías conspirativas, es posible advertir que la construcción de subjetividades es hoy, más que nunca, un territorio en disputa.

Frente a todas estas problemáticas, resulta imperativo el desarrollo de competencias en la formación de educadores que, desde la disciplina de referencia y a partir de sus relaciones con la Informática y con diversos campos del saber,

puedan hacer posible: (1) el diseño situaciones metabólicas, reflexivas y críticas, que promuevan procesos de construcción de subjetividad y de legalidad, afianzando la participación democrática y la vida en comunidad; (2) el diálogo con el presente, mientras se sostienen proyectos de futuro desde la palabra autorizada de los docentes; y (3) la implementación de prácticas de cuidado de amplio espectro que incluyan al mundo digital y que promuevan el reconocimiento, el respeto y el compromiso con nuestros semejantes y con nuestro mundo en común.

El Taller de Informática es una unidad curricular del Profesorado en Física de la Universidad Nacional de Rosario en donde se trabaja sobre todas las demandas expuestas haciendo foco en la Física Computacional e integrando contenidos de Informática, mientras se abordan problemáticas transversales y se despliegan metodologías de enseñanza de diversa naturaleza. Es un espacio de formación docente que se desarrolla durante el primer cuatrimestre del tercer año de la carrera y se organiza en 15 encuentros de 4 horas cada uno.

II. DISEÑO CURRICULAR DEL TALLER DE INFORMÁTICA

Teniendo en cuenta lo expuesto en la sección anterior, y considerando que toda síntesis implica reducciones cuya intención es hacer viable una propuesta, nos es posible establecer las siguientes dimensiones curriculares de referencia: (1) Informática y pensamiento computacional; (2) Física Computacional; (3) desarrollo de competencias computacionales requeridas por el mundo laboral docente, sin perder de vista su posible apertura hacia otros campos de trabajo y (4) ciudadanía digital y prácticas de cuidado. Estas dimensiones permiten generar el discurso curricular que le da vida al Taller de Informática y adquieren el carácter de hipótesis de trabajo en la estructuración del diseño y desarrollo curricular de este espacio de formación docente.

Ahora bien, este discurso, como todo currículum, no sólo debe responder a aspectos estructurales-formales, sino que también necesita considerar su desarrollo procesal-práctico para poder ponerlo en acción (De Alba, 2014, p. 57). Desde esta perspectiva, acordamos con Morelli (2010) en conceptualizar al discurso curricular como una categoría intermedia, herramienta analítica que recupera y define Buenfil Burgos (2008) a partir de contribuciones realizadas en distintos estudios previos. Según esta autora, *“el significado al que se asocia esta expresión es el de figura de intelección de alcance intermedio, una imagen analítica que ensambla la generalidad teórica con la particularidad histórica”* (Buenfil Burgos, 2008, p. 32). Es decir, se trata de un recurso que nos ayuda a conectar el plano teórico más general con el contexto histórico, situado y particular en donde transcurre la acción educativa.

En nuestro caso, el discurso curricular propuesto estará determinado en un amplio sentido por los documentos que, desde un plano teórico general, establecen lo que es requerido hacer en los procesos de formación docente inicial, y por las condiciones que impone el lugar en dónde se inscribe nuestra carrera, con sus limitaciones y potencialidades. Desde el plano normativo general, la Ley de Educación Superior 24.521/95, en su artículo 43 incluye a los profesorados en las *“Profesiones Reguladas por el Estado”* ya que su ejercicio puede comprometer el interés público y, por lo tanto, serán objeto de los requerimientos establecidos por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU). Basado en esta norma, y considerando el trabajo realizado por el Consejo Universitario de Ciencias Exactas y Naturales (CUCEN), el Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) estipula los estándares o requisitos de acreditación para los Profesorados Universitarios de Biología, Computación, Física, Matemática y Química mediante la Resolución 856/13 (Consejo Interuniversitario Nacional [CIN], 2013). En este documento se establecen los contenidos curriculares básicos, que se estructuran en campos de formación, ejes organizadores y núcleos temáticos.

A partir del análisis documental de la mencionada resolución es posible identificar los siguientes contenidos que afectan al diseño curricular del Taller de Informática y que se explicitan como núcleos temáticos: (1) *“Lenguajes Informáticos”*, dentro del Campo de Formación General (CFG); (2) *“La problemática de las TICs en las propuestas de enseñanza”*, en el Campo de Formación Pedagógica (CFP); y (3) *“Uso de las TICs como herramienta para la enseñanza y el aprendizaje de la Física”*, en el Campo de Formación en la Práctica Profesional Docente (CFPPD). También, la resolución establece criterios de intensidad para la formación práctica, y aquí explicita que en el Campo de Formación Disciplinar Específica (CFDE) se deben incluir *“Prácticas vinculadas a las TICs”* y menciona nuevamente el *“Uso de las TICs como herramientas para la enseñanza y el aprendizaje de la disciplina”*.

Para el diseño curricular del Taller de Informática se tomaron en cuenta estos requerimientos y se establecieron dos unidades temáticas: (1) Fundamentos de Informática y plataformas de trabajo colaborativo y (2) Problemas computacionales, algoritmos y programación. En la primera de estas unidades se aborda el procesamiento de documentos utilizando herramientas de amplia difusión y se componen textos académicos expresándolos en lenguaje LaTeX. Luego, se introduce el trabajo en planilla de cálculo como plataforma para la resolución de diversos problemas de Física y de otras disciplinas relacionadas con este campo del saber. En la segunda unidad temática ya se propone

la resolución de problemas mediante el desarrollo de algoritmos y su codificación en lenguajes de alto nivel de abstracción, brindando los fundamentos y las bases conceptuales necesarias para realizar este recorrido.

Estas dos primeras unidades temáticas, además de dar respuesta a los requerimientos de la resolución 856/13 (CIN, 2013), se estructuran sobre la idea de pensamiento computacional como categoría intermedia que posibilita la articulación entre el desarrollo del pensamiento, en general, y el dominio de la Informática, en particular. De esta manera, se inicia la incorporación progresiva de la primera dimensión curricular que hemos propuesto.

La tercera unidad temática del Taller de Informática aborda la Física Computacional como categoría intermedia entre las problemáticas que se plantean en el campo de la Física y el desarrollo de modelos computacionales que permitan resolverlas. Estas problemáticas pueden llevar al diseño de modelos basados en primeros principios que exijan la implementación de modelos numéricos para su resolución, o bien surgir de mediciones u observaciones correspondientes a fenómenos de interés, dando lugar así a la construcción de modelos observacionales, todo esto acompañado por la realización de simulaciones y experimentos numéricos. En esta unidad se abordan los métodos más usuales requeridos en Computación Científica y también se introducen conceptos de probabilidad y estadística que hacen al desarrollo de modelos observacionales. De esta manera, se incorporan contenidos del núcleo temático definido como “*Estadística*” (CIN, 2013) en el diseño curricular del Taller de Informática. En este contexto, realizamos una “*Introducción la inferencia estadística*” (CIN, 2023) y articulamos esta temática con la construcción de modelos observacionales paramétricos y no paramétricos, abriendo la puerta para explorar conceptos y problemáticas relacionadas con Ciencia de Datos, Máquinas de Aprendizaje e Inteligencia Artificial.

Según Roegiers (2010), “*la competencia es la posibilidad, para una persona, de movilizar de manera interiorizada un conjunto integrado de recursos con vistas a resolver una familia de situaciones-problema*” (p.89). En este sentido, las competencias computacionales requeridas para intervenir en el ejercicio de la docencia, sin perder de vista otros campos laborales alternativos y en estrecha relación con ellos, constituyen una categoría intermedia que traza puentes entre las competencias generales y el mundo del trabajo; mundo en donde confluye el sistema educativo, la economía del conocimiento y la industria informática.

La Resolución 856/13 (CIN, 2013) dispone una serie de principios generales para el proceso de formación docente, entre los cuales se encuentra: “*afirmación y explicitación de sus fundamentos éticos, políticos y sociales; su interés por la justicia y la construcción de ciudadanía; su papel emancipador; el fortalecimiento de un compromiso responsable con la consolidación de los valores solidarios y democráticos*”; todo esto con el propósito de promover prácticas pedagógicas transformadoras. En la misma resolución, se establecen los siguientes núcleos temáticos para el Campo de Formación General: “*Estado, políticas públicas y construcción de ciudadanía. Pluralismo, inclusión y desigualdad*” y “*Constitución de nuevas subjetividades*” como problemáticas sociopolíticas, económicas y culturales contemporáneas, solicitando realizar un particular énfasis en el contexto regional situado: Argentina y América Latina. En los estándares de acreditación, la resolución establece que: “*El plan de estudios debe promover la formación de ciudadanos críticos y participativos, comprometidos con el ambiente, la sociedad, la calidad de vida y el desarrollo sostenible*” (CIN, 2013). Se trata de enunciaciones teórico-normativas generales, que podemos situar en el campo de la construcción de ciudadanía y de la Educación Política, cuyo propósito es determinar aspectos de la formación docente inicial del Profesorado en Física que promuevan una participación ciudadana reflexiva y crítica en términos de finalidad práctica. En el contexto del Taller de Informática, la construcción de ciudadanía se ubica en la cuarta dimensión curricular que hemos identificado previamente como “*ciudadanía digital y prácticas de cuidado*”, tomando como referencia distintos estudios y datos de la realidad situada. Nuevamente, se trata de una categoría intermedia que nos permite construir un puente analítico entre lo teórico-normativo y lo práctico-específico situado. En el diseño curricular del Taller de Informática, estos contenidos se estructuran en la cuarta unidad temática que denominamos genéricamente: “*Problemáticas educativas*”. Allí se abordan cuestiones vinculadas con el impacto subjetivo de las TICs y las necesarias prácticas de cuidado relacionadas con el uso y participación en diversas plataformas, servicios y redes sociales del mundo digital. Algunas de las temáticas que se problematizan en este contexto son: *fake news*, *bots* y *trolls*, *ciberbullying*, *sexting*, *grooming*, dependencia y adicción, y problemáticas de género en el campo de la Informática. También se incorporan y problematizan cuestiones ligadas con el desarrollo y aplicación de sistemas de Inteligencia Artificial, tales como: sesgos de diseño, problemáticas de carácter ético, guerras cognitivas, geopolítica del conocimiento y posibles impactos subjetivos de estas tecnologías.

La quinta y última unidad temática se denomina “*Proyecto integrador de Física Computacional*”. En este segmento, se les propone a los participantes que diseñen, implementen y evalúen un proyecto educativo en el campo de la Física Computacional que esté basado en la exploración de una temática de interés para su formación profesional, y que presenten su planificación como estrategia de enseñanza en este campo del conocimiento.

Finalmente, luego de exponer las dimensiones que estructuran el diseño curricular del Taller de Informática, junto con sus unidades temáticas asociadas y la problematización de sus contenidos, hemos postergado deliberadamente hasta

este punto la fundamentación de su modalidad o formato pedagógico. Según el Instituto Nacional de Formación Docente [INFoD] (2007), los talleres “... son unidades que promueven la resolución práctica de situaciones de alto valor para la formación docente” (p. 50), que impulsan la reflexión y la creatividad poniendo en juego los marcos conceptuales disponibles, así como la búsqueda y construcción de otros nuevos que resulten necesarios para afrontar los desafíos de la producción. La elección del formato pedagógico *taller* se nutre de estas premisas teórico-normativas para proponer en términos procesales-prácticos la implementación efectiva de las hipótesis de trabajo que estructuran el Taller de Informática, cuestión que analizaremos en la siguiente sección.

III. DESARROLLO CURRICULAR DEL TALLER DE INFORMÁTICA

La modalidad de trabajo propuesta para el Taller de Informática es virtual y sincrónica, articulada por unidades didácticas elaboradas por el equipo docente para que puedan ser consultadas por los participantes en cada encuentro y también de manera asincrónica. Estas unidades contienen actividades de diversa naturaleza que se plantean para ser resueltas semana a semana, a medida que avanza el cursado. Así, se van incorporando intencionalmente nuevos saberes a través de conceptualizaciones teóricas, problemas y actividades de reflexión crítica que interpelan a los participantes.

Según la terminología propuesta por Tedesco, Aberbuj y Zacarias (2014), el desarrollo curricular del Taller de Informática se basa en distintos modelos de enseñanza de carácter directo (exposición-discusión) e indirecto (problemas, simulación, indagación y estudio de casos), que se interrelacionan fuertemente y se alternan según lo requiera la situación práctica. La exposición-discusión de contenidos, así como la resolución de problemas y la implementación de simulaciones, son los modelos de enseñanza que estructuran el desarrollo de la unidad curricular, mientras que la indagación está siempre presente debido a la propia naturaleza del campo disciplinar, en donde el conocimiento distribuido en distintas comunidades de práctica es frecuentemente gestionado por los participantes. También, se proponen breves estudios de caso basados en viñetas textuales, viñetas gráficas y videos, acompañados por interrogantes que se constituyen en desafíos de lectura, interpretación y escritura que, inmersos en una comunidad discursiva particular, resultan imprescindibles para el aprendizaje y el desarrollo de competencias disciplinares. En este contexto, la deliberación curricular en torno a las distintas modalidades de trabajo es la metodología que articula y contiene a nuestra práctica de la enseñanza (Steiman, 2010, pp. 56-57).

Desde una perspectiva pedagógica, el desarrollo curricular del Taller de Informática se fundamenta en la construcción de un clima de trabajo amable en donde se prioriza y promueve la implicación activa de los estudiantes, fortaleciendo vínculos que involucran aspectos éticos, afectivos e interculturales. Para ello, se recurre al diálogo pedagógico basado en la participación democrática, el compromiso mutuo y la reciprocidad (Burbules, 1999, p. 119), siempre tratando de sostener la pertinencia temática y disciplinar, todo esto sin obturar la emergencia de derivaciones producto de las preocupaciones del presente y de las inquietudes de los interlocutores. Ante la problematización de contenidos, el equipo docente asume una postura de neutralidad activa, cuestionando respuestas y ofreciendo alternativas de análisis en correspondencia con los consensos del estado de derecho, la normativa vigente, el respeto a los derechos humanos y los requisitos de carácter disciplinar (Cullen, 2009, p. 94).

La propuesta pedagógica y didáctica se apoya en un ecosistema de recursos conformado por: (1) una plataforma de comunicación que posibilita el encuentro sincrónico entre docentes y participantes en un aula virtual; (2) un servicio de mensajería instantánea que siempre está disponible a los efectos de coordinar los encuentros y compartir las unidades didácticas y los enlaces a diversos recursos; (3) un conjunto de aplicaciones que se encuentran en “la nube” y que son requeridas a medida que se avanza en el desarrollo de la unidad curricular; y (4) el correo electrónico que posibilita el intercambio de información con un mayor grado de estabilidad.

El uso de plataformas que se encuentran en “la nube” nos permite utilizar infraestructuras, servicios y sistemas para realizar “computación en la nube”, pudiendo acceder desde cualquier equipo de escritorio con conexión a Internet e independizándonos de esta manera de las configuraciones particulares de los usuarios, a la vez que se aprovecha y potencia el trabajo en la virtualidad. En este sentido, la primera unidad temática dispuesta en el diseño curricular del Taller de Informática introduce a los participantes en el mundo de lo que se entiende por “computación en la nube” y luego hace foco en el desarrollo de competencias para la composición de textos y la resolución de problemas usando planilla de cálculos. En el caso del procesamiento de documentos, utilizamos en primera instancia la aplicación Documentos Google o *Google Docs* como plataforma de trabajo compartido entre participantes y docentes. Luego, de manera análoga, se introduce la composición de documentos en LaTeX recurriendo a *Overleaf* como entorno de trabajo colaborativo. La exploración de ambos ambientes de desarrollo se realiza a partir de unidades didácticas elaboradas por el equipo docente, en donde se despliegan conceptualizaciones y actividades prácticas de relevancia

para la formación docente que se resuelven encuentro tras encuentro. Las actividades propuestas constituyen desafíos de escritura académica inscriptos en el campo de la Física y disciplinas relacionadas.

En el caso de planilla de cálculo, se utiliza la Hoja de Cálculo Google o *Google Sheets*. Se trata de otro recurso que permite el trabajo colaborativo entre participantes y docentes. En las unidades didácticas correspondientes a este segmento curricular se despliegan los conceptos que son necesarios para el desarrollo de competencias computacionales en este tipo de entornos, haciendo foco en el diseño de algoritmos para resolver problemas disciplinares e interdisciplinares. Se introducen contenidos y se resuelven problemas de Probabilidad y Estadística, se trabaja en el procesamiento de datos y en el ajuste de modelos, y se desarrollan aplicaciones que involucran la resolución numérica de ecuaciones diferenciales, entre otras temáticas de alcance disciplinar e interdisciplinar.

El tratamiento de problemas usando planilla de cálculo permite, a su vez, realizar un pasaje hacia la segunda unidad temática establecida en la planificación curricular, en donde ahora se propone el abordaje computacional de situaciones-problema codificando algoritmos mediante un lenguaje de programación de alto nivel de abstracción. Para poder hacer esto sin pérdida de generalidad, se decidió sostener en todo momento el desarrollo de conceptualizaciones que promuevan el pensamiento computacional con independencia de un lenguaje de programación en particular, trabajando al mismo tiempo en la codificación de algoritmos en lenguaje *Python*.

La elección del lenguaje de programación *Python* obedece a una serie de razones que revisten importancia desde el punto de vista profesional y didáctico: 1) se trata de un lenguaje que se utiliza en multiplicidad de campos del conocimiento, que tiene un amplio espectro de aplicaciones y hacia el que convergen desarrollos y sistemas escritos originalmente en otras codificaciones; 2) cuenta con una amplia gama de librerías de acceso libre especializadas en diversas temáticas; 3) existe una comunidad de práctica bastante extendida y productiva a la cual es posible recurrir; 4) es un lenguaje interpretado que utiliza el paradigma de programación orientada a objetos; y 5) contiene diversas estructuras de datos de alto nivel de abstracción, así como paquetes y funciones que lo hacen muy potente y flexible, particularmente en todo lo concerniente al procesamiento, análisis y modelado de datos.

Para programar en *Python* se decidió utilizar la plataforma *Google Colaboratory*, o simplemente *Colab*, disponible en “la nube”. Se trata de un sistema de trabajo colaborativo en donde se pueden diseñar y compartir cuadernos o *notebooks* compuestos por celdas de texto y celdas de código. Las celdas de texto se utilizan para diagramar todo el cuaderno como si fuera un apunte, en donde se pueden incorporar comandos en LaTeX. Esto último permite el uso de expresiones matemáticas en las explicaciones, atributo de particular interés para la formación docente en el campo de la Física. En las celdas de código se implementan los programas en *Python*, los cuales pueden ser ejecutados en el mismo entorno del cuaderno o *notebook*, funcionalidad que facilita el análisis de los resultados.

Así como se diseñaron unidades didácticas para trabajar con procesadores de texto y planillas de cálculo, en este caso el equipo docente desarrolló una serie de cuadernos en la plataforma *Colab* para cada uno de los temas que componen la segunda y la tercera unidad temática del diseño curricular. Estos cuadernos son unidades didácticas que abordan la programación en *Python* y el desarrollo de modelos en Física Computacional, en donde se recurre a la implementación, análisis y evaluación de diversas técnicas de Computación Científica.

Tal como expusimos en la sección anterior, en la cuarta unidad temática del diseño se agrupan las problemáticas educativas que emergen en el campo de la Informática. Este segmento es transversal a todos los contenidos del Taller de Informática y, en consecuencia, está presente en el desarrollo curricular de todas las unidades didácticas. En términos generales, es posible configurar dos tipos de estrategias metodológicas para su implementación efectiva: (1) identificación y análisis de los núcleos conceptuales y de los posibles obstáculos de aprendizaje que pueden surgir en la enseñanza de los contenidos de la unidad curricular en diálogo con todos los participantes, rescatando la propia experiencia de aprendizaje en todo momento e hipotetizando en función de ella, y (2) problematización y análisis reflexivo, crítico y argumentado de viñetas textuales y gráficas, videos, datos y documentos que el equipo docente comparte o que se encuentran disponibles en línea. En general, se trabaja con interrogantes que dan lugar a conversaciones orales de carácter grupal y/o a desafíos de escritura individuales. En ambos casos, el ecosistema de recursos disponibles posibilita la conversación y la intervención oportuna del equipo docente, el acceso a las unidades didácticas que contienen distintos tipos de viñetas, y el uso de mensajería instantánea para compartir enlaces y recursos; todo esto apoyado por intercambios de correo electrónico para aquellas situaciones educativas que requieran de una mayor estabilidad temporal en el flujo de información. Dentro del ecosistema de recursos disponibles en “la nube”, las funcionalidades del *Colab* son particularmente adecuadas para implementar la segunda estrategia metodológica, puesto que se trata de una plataforma basada en el paradigma de programación literaria, en donde es posible explorar y verbalizar el pensamiento computacional (Alcázar, 2019, pp. 132-133).

El estudio de las problemáticas derivadas del uso intensivo de redes sociales es una temática central en la construcción de ciudadanía digital y en el desarrollo de prácticas de cuidado en el mundo virtual. Para ello, al igual que en todos los casos en donde interviene la modalidad de exposición-discusión, durante el desarrollo de los encuentros se utilizan

constructos teóricos que permiten reconstruir las experiencias y los saberes previos de los participantes a los efectos de promover la apropiación significativa de nuevos contenidos. De esta manera, se categorizan y describen las distintas plataformas de redes sociales (Van Dijck, 2016, pp. 24-25), se introduce el concepto de socialidad tecnológicamente codificada o moldeada (Van Dijck, 2016, p. 30), se debate acerca del rol de los algoritmos en la distorsión de la realidad a través de los filtros de burbuja, y se analiza cómo se configuran las cámaras de eco y cómo se propagan las noticias falsas (*fake news*), así como el carácter performativo de todas estas cuestiones. Las prácticas de cuidado en el mundo digital se derivan de estas conceptualizaciones, promoviendo el resguardo de la identidad y de la privacidad, una actitud reflexiva frente a la atención selectiva de contenidos, y una necesaria prudencia crítica en cuanto a nuestra participación en su difusión. La aceptación de las configuraciones por defecto (*default*) que proponen las plataformas y la presencia de metadatos en la información que compartimos, son otras de las cuestiones que intervienen en las prácticas de cuidado cuando se participa en el mundo digital (Van Dijck, 2016, pp. 54-59). En esta línea de trabajo, y dada la ubicuidad e interdisciplinariedad inherente al despliegue de la Informática, también se incluyen problemáticas de carácter transversal que tensionan este campo de conocimientos.

El análisis de cómo se inscriben las TICs en la enseñanza y aprendizaje de la Física, así como las problemáticas educativas que se derivan de su uso, se estructura en torno a tres concepciones acerca del rol que desempeñan las computadoras en la construcción de conocimientos disciplinares e interdisciplinares: (1) máquina-herramienta; (2) máquina-conectiva; y (3) máquina-laboratorio. Estas concepciones son complementarias e intervienen durante todo el desarrollo curricular del Taller de Informática. La idealización de la computadora como máquina-herramienta adquiere mayor relevancia cuando se utilizan aplicaciones de forma directa e instrumental, sin problematización alguna. El carácter de máquina-conectiva se manifiesta cuando se la utiliza como vía de acceso al ecosistema de recursos disponible en “la nube” y como ingenio que posibilita una socialidad mediada por plataformas y algoritmos. En el Taller de Informática, la concepción de máquina-laboratorio es la que reviste una mayor importancia estratégica para la enseñanza de la Física, ya que permite poner en juego el diseño e implementación de modelos computacionales de origen analítico, numérico y observacional, por interposición de recursos que provienen de la Física Computacional. En esta línea de trabajo, se analiza y debate acerca de los supuestos que intervienen en la construcción de modelos computacionales disciplinares e interdisciplinares, se realizan simulaciones y experimentos numéricos, y se visualizan los alcances y las limitaciones de las aproximaciones computacionales. Es importante destacar que la presencia, análisis y resolución de errores en el diseño e implementación de modelos computacionales desempeña un rol significativo como dispositivo autorregulador del propio aprendizaje, potenciando el desarrollo del pensamiento computacional de los participantes cuando éste es acompañado por oportunas intervenciones del equipo docente.

En la quinta unidad temática de la planificación curricular se propone el desarrollo de un proyecto integrador en el área de la Física Computacional. En términos procesales-prácticos, se solicita el diseño de un cuaderno en *Colab* que aborde una temática a elección de cada participante relacionada con los contenidos trabajados en el Taller de Informática. Se debe exponer el desarrollo teórico-conceptual del tema incluyendo los aspectos pedagógicos y didácticos involucrados, proponer actividades y presentar su resolución completa usando este recurso.

El desarrollo de la unidad curricular, en correspondencia con su modalidad pedagógica, prevé un sistema de evaluación continua y formativa basado en la resolución de actividades prácticas y en el diálogo con los participantes. Estas actividades, tal como expusimos, son incluidas en las distintas unidades didácticas elaboradas por el equipo docente. Dichas resoluciones son compartidas con la cátedra y esto nos permite una continua retroalimentación formativa a través de consultas sincrónicas y asincrónicas. El proyecto computacional integrador final se toma como núcleo del proceso de acreditación, en donde los participantes realizan una síntesis de todo lo trabajado. El Taller de Informática también es evaluado por los estudiantes a través de sucesivos intercambios dialogados e interrogantes dispuestos en las unidades didácticas, dando lugar a la posibilidad de un desarrollo curricular emergente, y no previsto, durante su transcurso. Además, al finalizar el cursado, se propone la resolución de un cuestionario que oficia de síntesis evaluativa de todo lo realizado.

IV. EVALUACIÓN Y CONCLUSIONES

En este trabajo hemos presentado y fundamentado los principales aspectos que intervienen en el diseño y desarrollo curricular del Taller de Informática de la carrera de Profesorado en Física de la Universidad Nacional de Rosario. Para hacerlo, identificamos y caracterizamos dimensiones de trabajo educativo en base a la propia experiencia profesional y docente desarrollada en el área de Informática y Física Computacional; tomamos en cuenta las propuestas de diversos autores; analizamos los lineamientos curriculares establecidos para los Profesorados en Física por

instituciones competentes en la materia y consideramos las determinaciones curriculares de orden social e institucional que dan cuenta de las demandas, limitaciones y potencialidades de nuestra realidad situada.

La evaluación de la unidad curricular se realizó a partir de la observación participante del equipo docente, corroborada con los testimonios de valoración general de 8 estudiantes que participaron en su desarrollo desde el 2020 hasta la fecha. Basados en este análisis podemos concluir que: (1) la propuesta es viable, accesible y promueve la participación activa; (2) todas las dimensiones educativas, elaboradas en términos de hipótesis de diseño, pudieron desplegarse estructurando y articulando los contenidos; (3) el desarrollo curricular, visto ahora como un conjunto de hipótesis de implementación, pudo ser adecuadamente resuelto y resultó significativo para la formación de los estudiantes, algunos de los cuales destacaron su importancia para el mundo laboral; y (4) las problemáticas educativas y los temas transversales, especialmente los asociados con el período de pandemia, fueron de particular relevancia para los participantes. También, algunos estudiantes plantearon como muy extensa la jornada de 4 horas prevista para cada encuentro y otros consideraron que ciertos temas fueron trabajados con celeridad por el equipo docente, aunque el tipo de recursos y metodología empleados ayudaron a sostener el interés durante el cursado.

A continuación, presentamos una selección de fragmentos testimoniales que, desde la perspectiva de los estudiantes, sustentan algunas de las conclusiones expuestas: (1) *“LaTeX ha sido una herramienta transformadora en mi capacidad para crear materiales didácticos (apuntes, prácticas) ...”*; (2) *“Me resultó de muchísimo interés todo lo trabajado en hoja de cálculo y los temas que abordamos con ella.”*; (3) *“Me gustó el cruce que generaron. Porque no fue sólo hablar de problemáticas sociales y políticas, sino que hubo una intención de conectarlas con los temas abordados en Computación Científica. Los análisis en relación a la pandemia fueron un claro ejemplo de ello. A su vez, la presencia de interrogantes y actividades más bien reflexivas me pareció no sólo interesante sino necesaria.”*; (4) *“... todo lo que tratamos sobre computación científica y física computacional ayudó a ampliar mi perfil como Profesor en Física.”*; (5) *“... todos los momentos en que se explicitó la metodología utilizada para el desarrollo del taller, siento que fueron momentos clave para entender de qué forma se puede llegar a armar, y así compartir esta otra dimensión de la postura del docente que se plantea de qué forma construye y/o programa sus clases.”*; (6) *“... 4 horas me resultaba mucho tiempo ...”*; (7) *“Las últimas unidades fueron rápidas ...”*.

En síntesis, aunque los resultados obtenidos son muy satisfactorios, consideramos que es necesario realizar ajustes adicionales en algunos factores que afectan al diseño y desarrollo curricular del Taller de Informática, tarea que iremos abordando y resolviendo a partir de posteriores estudios de evaluación en profundidad.

REFERENCIAS

Alcázar, C. (2019). Alfabetización digital, pensamiento computacional y programación literaria. En L. Brossi, T. Dodds y E. Passeron (Eds.), *Inteligencia Artificial y bienestar de las juventudes en América Latina* (127-135). Santiago, Chile: LOM ediciones.

Bleichmar, S. (2014). *Violencia social, violencia Escolar: de la puesta de límites a la construcción de legalidades*. Buenos Aires: Centro de Publicaciones Educativas y Material Didáctico.

Buenfil Burgos, R. N. (2008). La categoría intermedia. En O. Cruz Pineada y L. Echavarría Canto (Coords.), *Investigación social: Herramientas teóricas y Análisis Político de Discurso* (29-40). México: Casa Juan Pablos.

Burbules, N. C. (1999). *El diálogo en la enseñanza: teoría y práctica*. Buenos Aires: Amorrortu.

Cullen, C. (2009). *Entrañas éticas de la identidad docente*. Buenos Aires: La Crujía.

Consejo Interuniversitario Nacional [CIN]. (2013). *Resolución CE N° 856/13: Profesorados Universitarios*. Buenos Aires: Consejo Interuniversitario Nacional.

De Alba, A. (2014). *Currículum: crisis, mito y perspectiva*. Buenos Aires: Miño y Dávila.

Groys, B. (2022). *Filosofía del cuidado*. Buenos Aires: Caja Negra.

Instituto Nacional de Formación Docente [INFoD]. (2007). *Lineamientos Curriculares Nacionales para la Formación Docente Inicial*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Formación Docente (INFoD) y Ministerio de Educación de la Nación.

Morduchowicz, R. (2021). *Adolescentes, participación y ciudadanía digital*. Buenos Aires: FCE.

Morelli, S. (2010). *El currículum universitario*. Rosario: Laborde.

Roegiers, X. (2010). *Una pedagogía de la integración*. México: FCE.

Steiman, J. (2010). *¿Qué debatimos hoy en la didáctica?: las prácticas de la enseñanza en la educación superior*. Buenos Aires: UNSAM.

Tedesco, J. C., Aberguj, C. y Zacarias, I. (2014). *Pedagogía y democratización de la universidad*. Buenos Aires: Aique.

Van Dijck, J. (2016). *La cultura de la conectividad: una historia crítica de las redes sociales*. Buenos Aires: Siglo XXI.