



RIDAA
Repositorio Institucional
Digital de Acceso Abierto de la
Universidad Nacional de Quilmes



Universidad
Nacional
de Quilmes

Benítez, Sebastián Iván

Proyecto de innovación a desarrollarse en un entorno virtual : especialización en enseñanza de la física en primer año de la universidad



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.

Atribución - 2.5

<https://creativecommons.org/licenses/by/2.5/ar/>

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

Cita recomendada:

Benitez, S. I. (2022). Proyecto de innovación a desarrollarse en un entorno virtual: especialización en enseñanza de la física en primer año de la universidad. (Trabajo final integrador). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/3897>

Puede encontrar éste y otros documentos en: <https://ridaa.unq.edu.ar>

Proyecto de innovación a desarrollarse en un entorno virtual: Especialización en Enseñanza de la Física en Primer Año de la Universidad

Trabajo final integrador

Sebastián Iván Benítez

sibenitez@yahoo.com.ar

Resumen

Se presenta el proceso de toma de decisiones llevado a cabo para concretar el proyecto de innovación Especialización en Enseñanza de la Física en Primer Año de la Universidad, a desarrollarse en un entorno virtual: diagnóstico de la oportunidad de esta oferta formativa, marco institucional del proyecto, requerimientos informáticos, sustentos didácticos, selección de contenidos, diseño del plan de la carrera, especificación de estrategias y herramientas pedagógicas que permitan construir aprendizajes por parte de los estudiantes1 de primer año. Además, se presenta el diseño de la propuesta curricular de la Especialización, posgrado destinado a docentes de la asignatura Física I de carreras universitarias en Ciencias y en Ingeniería.

Universidad Nacional de Quilmes

Especialización en Docencia en Entornos Virtuales con Orientación en
Docencia de Nivel Superior

Trabajo Final Integrador

Proyecto de innovación a desarrollarse en un entorno virtual:

*Especialización en Enseñanza de la Física en Primer Año
de la Universidad*

Sebastián Iván Benítez

Directora: Ana María Rúa

2022

Índice

1. Resumen.....	3
2. Presentación.....	3
3. La enseñanza de Física en la universidad.....	6
4. Las dificultades de los estudiantes para aprender Física.....	10
5. La enseñanza de Física con una metodología constructivista.....	17
6. El diseño de una capacitación para docentes de Física.....	22
6. 1. Marco normativo.....	23
6. 2. Opciones de educación a distancia.....	24
6. 3. Organización de la Especialización.....	29
7. Metodología constructivista en las clases de la Especialización.....	39
8. Conclusiones.....	45
Agradecimientos:.....	48
9. Bibliografía.....	49

1. Resumen

Se presenta el proceso de toma de decisiones llevado a cabo para concretar el proyecto de innovación *Especialización en Enseñanza de la Física en Primer Año de la Universidad*, a desarrollarse en un entorno virtual: diagnóstico de la oportunidad de esta oferta formativa, marco institucional del proyecto, requerimientos informáticos, sustentos didácticos, selección de contenidos, diseño del plan de la carrera, especificación de estrategias y herramientas pedagógicas que permitan construir aprendizajes por parte de los estudiantes¹ de primer año. Además, se presenta el diseño de la propuesta curricular de la Especialización, posgrado destinado a docentes de la asignatura Física I de carreras universitarias en Ciencias y en Ingeniería.

2. Presentación

En Argentina, la tasa de graduación de las carreras de grado en universidades estatales es baja. Según el Departamento de Información Universitaria –DNPeIU- de la Secretaría de Políticas Universitarias (Ministerio de Educación, 2020) solo el 26,2 % de los estudiantes se recibe en tiempo y forma, en un plazo de seis años. Del total de inscriptos por primera vez a carreras de pregrado o grado, el 23,2 % de ingresantes opta por carreras vinculadas a la ciencia o la tecnología, las que resultan las opciones con mayor abandono en sus primeros años. Gran parte de esta situación se debe a las dificultades con las que se encuentran los alumnos de primer año en las materias Física, Matemática y Química.

Considerando este cuadro de situación es que surge este **proyecto de innovación** (Universidad Nacional de Quilmes, 2021) que toma como punto de partida la forma en que se enseña la asignatura Física I en la universidad.

A partir de este momento diagnóstico, su propósito general es diseñar una carrera de posgrado como Especialización que permita que los docentes construyan estrategias didácticas que ayuden a mejorar el aprendizaje de los estudiantes de Física de las carreras de Ciencias Naturales e Ingeniería, en los cursos de primer año, integrando conceptos y metodologías que se han desarrollado en las últimas décadas en la Didáctica de las Ciencias Naturales, en general, y de la Física, en particular.

¹ En este proyecto de innovación se utiliza el masculino genérico, sin sesgo sexista.

De este propósito se derivan los objetivos y las tareas a través de las cuales estos han de lograrse:

a. Diagnosticar cómo se enseña Física I en las carreras universitarias de Ingeniería y Ciencias.

- Observar clases de Física I en la Universidad Tecnológica Nacional (UTN)- Extensión Áulica Bariloche², para detectar cómo se enseña y evalúa la asignatura.
- Diseñar un cuadro de situación con la información obtenida.
- Recopilar y sistematizar bibliografía referida a la Didáctica de las Ciencias y a la Didáctica de la Física.
- Confrontar los datos del diagnóstico con esta base teórica.
- Elaborar primeras conclusiones.

b. Detectar cuáles son las razones de las altas tasas de desaprobación de los estudiantes en Física I.

- Realizar encuestas y entrevistas a los estudiantes de la UTN-Extensión Áulica Bariloche.
- Sistematizar la información recabada.
- Confrontar la información provista por los estudiantes con el diagnóstico derivado de la observación de las prácticas de enseñanza de los profesores.
- Recopilar y sistematizar bibliografía referida a las dificultades que tienen los estudiantes a la hora de estudiar Física.
- Confrontar los datos recopilados a través de la encuesta y las entrevistas con esta base teórica.
- Elaborar primeras conclusiones.

² Por Resolución N° 718/15 del Consejo Directivo de la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional “se crea la Extensión Áulica Bariloche, oferta académico-institucional implementada fuera de las sedes centrales. (...) La UTN se extiende en localidades donde no existen posibilidades de acceder a estudios universitarios públicos (...) la ciudad de Bariloche (...) es uno de los polos científicos más importantes de América, ya que tienen asiento allí prestigiosas instituciones del Sistema Científico y Tecnológico Nacional” (Universidad Tecnológica Nacional, 2015, pp. 1-2). Actualmente, en ella se desarrolla la carrera de Ingeniería Mecánica a la que corresponden las clases de Física consideradas.

c. Determinar cómo podría enseñarse Física I con una metodología didáctica más adecuada.

- Recopilar y sistematizar bibliografía referida a metodología y estrategias de enseñanza de la primera Física en carreras universitarias de grado.
- Analizar, específicamente, experiencias que integran el uso de TIC de bajo costo en la construcción de aprendizajes.
- Caracterizar con sustento teórico una metodología de trabajo que estimula la resolución de problemas.

d. Sistematizar cómo podría capacitarse a los docentes de Física en esa metodología.

- En base a los problemas detectados, tomar primeras decisiones respecto de la Especialización: duración, cantidad de horas de cursado, módulos que la integran.

e. Caracterizar las posibilidades de los entornos virtuales como ámbitos de capacitación docente.

- Recopilar y sistematizar bibliografía referida a entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje (EVEA).
- Analizar las ventajas y desventajas de realizar la capacitación docente en un EVEA y concluir al respecto.

f. Fundamentar los rasgos de la capacitación.

- Definir el marco didáctico de la innovación.
- Definir los requerimientos tecnológicos para el desarrollo de la Especialización.
- Expresar todos estos componentes a modo de presentación de la carrera.

g. Diseñar una Especialización para docentes de la Física universitaria a cursarse en un entorno virtual y que responda a los fundamentos teóricos definidos:

- Redactar los objetivos generales.

- Definir los contenidos de cada módulo y la bibliografía que los abarca.
- Definir los criterios de evaluación y de acreditación.
- Planificar –a modo de ejemplo para este proyecto- algunas de las actividades a realizar por los cursantes.
- Vincular esas actividades con los espacios del aula virtual.
- Retomar las conclusiones parciales y desarrollar las conclusiones del proyecto de innovación.

A continuación se desarrollan las líneas de profundización que estas tareas han permitido construir.

3. La enseñanza de Física en la universidad

En la Universidad Tecnológica Nacional-Extensión Áulica Bariloche existen dos cátedras de Física I, en las que se pueden observar dos metodologías de enseñanza diferentes³.

Una de las cátedras, la cátedra A, presenta una concepción tradicional de enseñanza, centrada en la exposición de los contenidos establecidos en la programación de la materia, lo más clara y organizadamente posible para, luego, evaluar el aprendizaje logrado:

Al iniciar la explicación de las Leyes de Newton, contenido establecido en la tercera unidad del plan de estudios de Física I, el docente se para frente a los estudiantes en el aula para comenzar a desarrollar su clase.

Presenta una introducción del temario del día, recomienda los libros de la cátedra para estudiar la teoría y les entrega la guía de ejercicios.

Inicia el desarrollo teórico mediante el uso del pizarrón, en el que escribe la deducción matemática de las leyes y sus unidades fundamentales.

³ Para caracterizarlas, se han desarrollado trece observaciones de clases entre marzo y diciembre de 2019.

- La dinámica de la partícula estudia y describe el movimiento de los cuerpos considerando la causa del porqué se mueve, cómo lo hace. En la clase de hoy deduciré y les mostraré la aplicación de las leyes de Newton...

Al finalizar la explicación pregunta a los estudiantes:

- Bueno, chicos... ¿tienen alguna duda?

Luego para finalizar la clase teórica realiza algunos ejercicios prácticos para aplicar el contenido explicado.

Comienza con la lectura del enunciado del ejercicio obtenido de la guía:

- Sobre un cuerpo que se encuentra inicialmente en reposo en una superficie horizontal sin rozamiento, se ejerce una fuerza horizontal de 1800 N. Como consecuencia, el cuerpo se desplaza en la dirección de esta fuerza recorriendo una distancia de 50 m, en un lapso de 20 s. Calcular: a) La masa y el peso del cuerpo en la Tierra. b) La masa y el peso del cuerpo en la Luna ($g_L = 1/6 g_T$), si la experiencia se realiza en la Luna.

Al finalizar la lectura, el docente anota en el pizarrón los datos que se pueden obtener del enunciado y establece las incógnitas o datos que faltan para resolver el ejercicio:

- Del ejercicio obtenemos los siguientes datos: $F_{ext} = 1800N$, $X_f(t=20s) = 50 m$ $g_L = 1/6 g_T$, $V_0 = 0m/s$ y las siguientes incógnitas: masa Tierra, masa Luna, peso Tierra, peso Luna y la aceleración.

A continuación, escribe las ecuaciones adecuadas, las que representan las leyes establecidas como válidas por la ciencia.

Completa las fórmulas con los datos que se obtuvieron del enunciado.

Resuelve matemáticamente las ecuaciones, obteniendo las incógnitas y respondiendo las preguntas del enunciado:

- Tenemos dos ecuaciones para resolver esto, la de Newton y la de Cinemática: (1) $\Sigma F = m \cdot a$ y (2) $x_f(t) = x_0 + v_0(t) + \frac{1}{2} a \cdot t^2$ (3) $P = m \cdot g$. Por lo tanto reemplazamos los datos en la ecuación (2) y obtenemos el valor de la aceleración que me da $a = 0,25 m/s^2$. Este valor lo agregamos en la ecuación (1) y obtengo el valor de la masa, en la Tierra y en la Luna, que me da 7200 kg. Luego utilizo la ecuación (3) con el valor de la masa que obtuve y el valor de g en la Tierra y en la Luna. Y de ese

modo obtengo el peso del cuerpo en la Tierra y en la Luna: peso en la Tierra = 72000 N y peso en la Luna = 12024 N. ¡Listo, resuelto!

Para finalizar, compara los valores obtenidos con los resultados que están en la guía de ejercicios:

- Me fijo si los valores obtenidos son iguales a los resultados que están en la última página de la guía. ¡Sí! Son iguales. Perfecto.

Al finalizar la clase teórica y la demostración sobre cómo se resuelven los ejercicios, el docente asigna como tarea un ejercicio de la guía práctica para que los estudiantes lo resuelvan aplicando lo explicado y lo demostrado en la clase.

- Bueno, ahora les toca a ustedes aplicar lo aprendido: resuelvan los ejercicios de la guía práctica hasta el número trece.

El docente considera que, para que los estudiantes aprendan, es suficiente exponer de manera clara el contenido de los libros recomendados por la cátedra. Y sostiene que los alumnos adquieren los conocimientos por impresión, reteniendo ideas o procedimientos. Paralelamente, los estudiantes presentan un rol receptivo; durante la clase se advierte muy baja interacción con el docente, con los contenidos y entre estudiantes.

La clase comienza instando a obtener la atención de los estudiantes para luego presentar los conceptos teóricos de manera clara y ordenada, y exponer las aplicaciones; en ese contexto los estudiantes escuchan, observan y anotan sin interactuar con el docente. Al finalizar la resolución del ejercicio por parte del profesor, los estudiantes sacan una fotografía al pizarrón para obtener un registro.

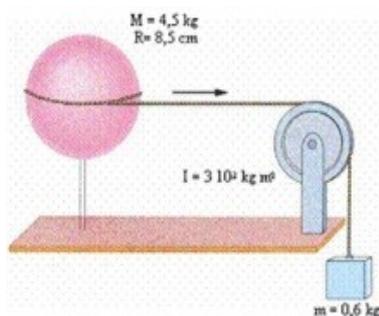
Cuando se trata de la resolución de ejercicios, domina una enseñanza conductista centrada en la de demostración. En ese proceso tampoco se observa interacción del docente con los estudiantes. La resolución del ejercicio queda circunscripta a la demostración del profesor de cómo se realiza una operación matemática ingeniosa.

En esta cátedra A se espera que, a partir de esta situación de explicación y de demostración, el estudiante repita de manera exacta el contenido transmitido, que se comporte como una grabadora que retiene el sonido, lo almacena y luego lo reproduce – en el primer caso- o que retiene un procedimiento –en el segundo-; de aquí la denominación de *adquisición por impresión*.

El método evaluativo en la cátedra A se basa en asignar ejercicios a los estudiantes para que los resuelvan correctamente, aplicando las ecuaciones, ingresando los datos que se pueden obtener del enunciado y despejando las incógnitas. El docente evalúa la correcta aplicación de las ecuaciones y que el resultado obtenido del ejercicio sea el exacto.

Un ejemplo de un ejercicio que propone la cátedra A en la evaluación es:

Una esfera hueca de masa $M = 6 \text{ kg}$ y radio $R = 8 \text{ cm}$ puede rotar alrededor de un eje vertical.



Una cuerda sin masa está enrollada alrededor del plano ecuatorial de la esfera, pasa por una polea de momento de inercia $I = 3 \times 10^{-3} \text{ kg m}^2$ y radio $r = 5 \text{ cm}$ y está atada al final a un objeto de masa $m = 0,6 \text{ kg}$. No hay fricción en el eje de la polea y la cuerda no resbala.

¿Cuál es la velocidad del objeto cuando ha descendido 80 cm ?

Dato: I (esfera hueca) $= \frac{2}{3} MR^2$

Respecto de la concepción de aprendizaje que subyace a las propuestas de esta cátedra, Jackson (2002) expresa:

“No es exagerado decir que con demasiada frecuencia se trata al alumno como si fuera un disco fonográfico en el que se graba una serie de palabras que deben reproducirse literalmente cuando el examinador oprime el botón adecuado (...) [En este proceso] una frágil mercancía llamada conocimiento ha llegado indemne a destino y está bien almacenada en algún lugar dentro de su envase original.” (pp. 99-100)

En esta metodología el educador y el educando se encuentran en diferentes niveles. El educador es el centro de la clase y el educando se limita a escuchar, mirar y memorizar. Los contenidos son inmutables y tienen una única dirección: del educador al educando.

Se trata de una enseñanza focalizada en el docente y en los contenidos, y no en la comprensión de los estudiantes. En este caso, el docente tiene la certeza de que exponer un contenido en particular y entregar un material didáctico resulta suficiente para que se logre el aprendizaje.

4. Las dificultades de los estudiantes para aprender Física

Una importante cantidad de estudiantes de los dos primeros años de carreras de Ciencias e Ingeniería experimenta frustraciones en la cursada de Física. Los que siguen son testimonios recabados en las entrevistas⁴:

- No estaba entrenado a prestar atención, tomar apuntes y estudiar semana a semana; cuando me quise acordar, estaba muy atrasado con la materia y no pude aprobar la cursada.
- A mí en Física del secundario me fue muy bien, pero en la universidad, la materia se da de una manera mucho más profunda y es necesario estar al día para internalizar los conceptos.
- Nunca antes había visto Física de esta forma. En el secundario eran ecuaciones e incógnitas. Acá en la universidad es necesario comprender los conceptos.
- En el secundario, el profesor de Física, no hacía experimentos para demostrar los conceptos. Esa actividad de la universidad me ayudó mucho para entender.

Parte de este fracaso parece tener que ver con el deficiente nivel de formación que los estudiantes traen de la escolaridad previa tanto en Física como en Matemática, en particular de la educación secundaria,

A estos testimonios se suman los que es posible escuchar en la sala de profesores de primer año de la Universidad, frases referidas a los conocimientos de los estudiantes noveles:

- No saben despejar una variable de una ecuación de una incógnita...

⁴ Para el desarrollo de este proyecto de innovación se efectuaron veintitrés entrevistas a estudiantes de Física I de la UTN-Extensión Áulica Bariloche durante noviembre de 2021; quince de estos estudiantes son cursantes actuales y ocho son cursantes de años anteriores.

- No tienen capacidad de atención, se distraen continuamente.
- No son capaces de realizar un pase de unidades.
- No saben operar con fracciones.
- ¡El nivel de la escuela secundaria, cada vez es peor!

Y, con mayor grado de especificación:

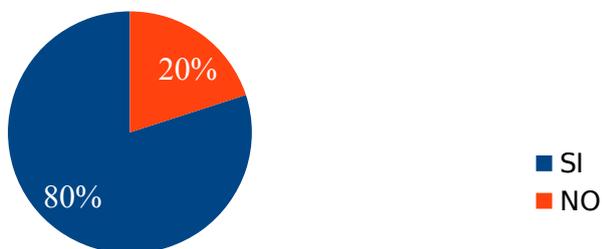
“Como docente de una de las cátedras de Física I observo en reiteradas oportunidades que cuando se solicita a los estudiantes argumentar el porqué de una situación planteada o un experimento, cometen lo que en lógica se llama *falacia de afirmación del consecuente*, un error grave que denota y pone de manifiesto el poco desarrollo de un método lógico, formal y científico. Por ejemplo: una pregunta que les hago es: si un auto y un camión están estacionados a la misma altura de una calle con pendiente y fallan los frenos de mano, cuál llega primero al finalizar la calle. Y además le solicito que argumenten su respuesta. La mayoría responde que el camión llega antes, fundamentado que tiene una componente del peso en el eje del desplazamiento mayor al auto –lo cual es cierto, pero no termina influyendo en la situación total–. Esta simple pregunta muestra que para definir su respuesta no utilizan un método científico que contemple todas las variables que influyen en el movimiento. Otra dificultad que muestra el deficitario conocimiento construido en la escuela secundaria es la dificultad que tienen normalmente los estudiantes para distinguir entre las magnitudes vectoriales y escalares, lo que los lleva a cometer errores de forma sistemática al no contemplar la diferencia existente. Por otra parte, a la hora de resolver los trabajos prácticos de la guía de ejercicios, ponen de manifiesto que utilizan un método resolutivo ingenioso para llegar al resultado pero sin una comprensión profunda de los conceptos físicos que están aplicando.”

Una encuesta realizada a estudiantes de primer año sobre las capacidades desarrolladas en la escuela secundaria⁵ revela:

⁵ Esta encuesta se realiza en noviembre de 2020 y sus destinatarios son cuarenta estudiantes de las cátedras A y B de Física de la carrera de Ingeniería Mecánica Física I, de la UTN-Extensión Áulica Bariloche.

1. ¿Han tenido prácticas de laboratorio de Física en la escuela secundaria? Por ejemplo: la descripción del movimiento en una y dos dimensiones de un punto material, leyes que intervienen en el movimiento de objetos, descripción y la aplicación de fuerzas en objetos.

2. ¿Consideran que han aplicado un método científico durante la práctica? El método

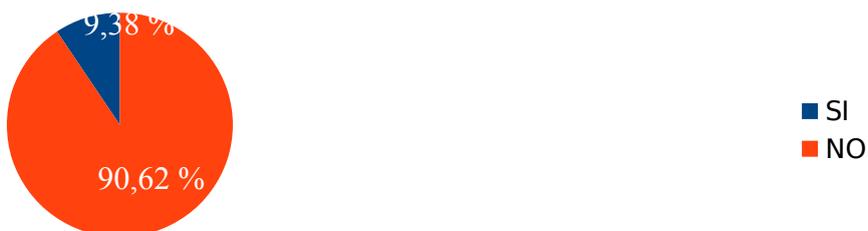


científico consiste en: observación, hipótesis, experimentación, medición, falsabilidad, reproducibilidad y repetibilidad, conclusión.

3. Luego de haber realizado las prácticas de laboratorio en el secundario, ¿consideran



que son capaces de explicar el experimento o fenómeno utilizando principios, teoremas y leyes de la Física?



Los resultados de la encuesta denotan que, en su mayoría, durante la escuela secundaria los estudiantes no han construido e internalizado los conceptos centrales de la Física

Clásica y que presentan graves dificultades para explicar un fenómeno natural mediante un método científico, utilizando las leyes y teoremas definidos como válidos por la ciencia⁶.

En un diagnóstico de dificultades es importante señalar, entonces:

- La metodología de estudio que han desarrollado a partir de la Física que han aprendido, con escasa conexión con la enorme cantidad de situaciones de la vida cotidiana y con ausencia de las aplicaciones tecnológicas que requieren de leyes físicas y modelos científicos para ser entendidos.
- La escasa o nula formación en el abordaje, realización y análisis de las prácticas de laboratorio.
- La dificultad para formular hipótesis mediante el método científico, para analizar los factores que determinan la forma en la que ocurre un fenómeno natural y para explicarlo en términos de las leyes físicas.
- La imposibilidad de encontrar en las teorías las herramientas para comprender una situación. No les resulta posible reconocer en un problema, situación problemática o experimento, la validez, límites y alcances de los modelos que están aplicando para entenderlos y resolverlos.
- Resolución mecánica de los ejercicios. En el mejor de los casos, los alumnos desarrollan habilidades para resolver ejercicios clásicos de los libros, pero cuando se le plantean problemas⁷ abiertos, conectados con la vida de todos los días, tienen muchas dificultades para aplicar esas habilidades que aparentemente han adquirido.

Lamentablemente, muchos de los alumnos que ingresan a la universidad para cursar carreras de ciencias e ingeniería terminan abandonándolas. Como lo muestran distintas investigaciones (Pozo, 2000; Llancaqueo Henríquez y otros, 2007; Regales y Matachana, 2008; Benito y Gras-Martí, 2003; Cravino y Lopes, 2003), esta realidad es común a muchos países. Estos y otros equipos de investigadores han elaborado modelos

⁶ Como autor de este proyecto de innovación aporté mi testimonio en primera persona: en los diez años de docente de Física, tuve únicamente tres estudiantes sobresalientes que en la actualidad están estudiando en el Instituto Balseiro. Pero son excepciones, chicos muy preparados y aplicados...

⁷ "Un *problema* no es simple; un problema implica que hay alternativas presentes; los problemas son siempre preguntas pero, las preguntas no siempre son problemas; un rompecabezas no es un problema, las soluciones de un rompecabezas dependen únicamente de un método de ensayo, rara vez de una aplicación de principios que pueden transferirse a otras situaciones." (Raths y Wassermann, 1971, p. 296).

teóricos sobre el abandono estudiantil, independientemente de las dificultades propias de la enseñanza y el aprendizaje de la Física, que normalmente son comunes a todas las carreras universitarias y que es importante considerar.

Por ejemplo, de acuerdo a Braxton y otros (1997), los enfoques del análisis del abandono prematuro pueden ser agrupados en cuatro grandes categorías: psicológicos, sociológicos, económicos y organizacionales. Los modelos psicológicos establecen que las causas de abandono están relacionadas con aspectos motivacionales, de compromiso a largo plazo y características propias del estudiante. El modelo sociológico adiciona a los factores psicológicos, la influencia externa. Otra teoría sobre el abandono escolar de los estudiantes es la económica, que define un enfoque de costo y beneficio: cuando los beneficios económicos asociados al estudiar en la universidad son percibidos como mayores que los relativos a actividades alternas –como, por ejemplo, un trabajo– el estudiante opta por continuar sus estudios. Los modelos organizacionales determinan el abandono estudiantil a partir de las propias características de cada universidad y, en esta visión, cobra especial relevancia la calidad de la docencia y la consideración de que los factores institucionales afectan la satisfacción del estudiante con la universidad y, por ende, su intención de permanecer o de abandonar los estudios.

Ahora bien, la universidad no puede quedarse en estas explicaciones y recurrir a ellas como justificación del alto número de estudiantes que no aprueba las cursadas de Física e, incluso, el hecho de que, aunque las hayan aprobado, mantengan errores conceptuales (Campanario y Otero, 2000; Pozo y Gómez Crespo, 1998) que se ponen de manifiesto cuando cursan materias de años posteriores que necesitan conocimientos de Física.

Física es una disciplina clave en la formación de los profesionales de las ciencias y la tecnología. Su importancia no radica solamente en los conceptos, leyes y modelos de la disciplina sino también por las oportunidades de entrenamiento que esta disciplina ofrece en el planteo y resolución de problemas, y en la formulación de modelos para describir la realidad.

En este panorama no es un factor para nada despreciable la incidencia de la metodología que se aplica en las cursadas tradicionales de Física en las carreras de Ciencias e Ingeniería. Las características más salientes de este tipo de metodología son:

- Dictado de clases teóricas disociadas de los problemas y los experimentos.

- Promoción de una resolución mecánica de los problemas.
- Escaso planteo de modelos acerca de los fenómenos naturales.
- Desconocimiento o desvalorización de la existencia y la importancia de las ideas previas de los alumnos acerca de los fenómenos físicos.

Como alternativa a una enseñanza sustentada en estos rasgos, a comienzos de la década del setenta se empieza a desarrollar una etapa muy importante en las investigaciones en el campo de la Didáctica de las Ciencias Naturales. Hasta ese momento, en general, se parte de la base de que el estudiante es una tabla rasa sobre la que se puede enseñar cualquier concepto o ley, ya que el aprendizaje se basa en atender, copiar y repetir. En muchas prácticas docentes actuales, estas ideas acerca del aprendizaje continúan, pero la Didáctica de la Física, junto con aportes de la Psicología, la Didáctica General, la Epistemología y otras ciencias relacionadas a los procesos educativos han hecho aportes valiosos para la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje en instituciones universitarias (Lederman y Abell, 2014), como modo de revertir las dificultades que conlleva el aprendizaje de esta disciplina.

Las razones de estas dificultades son múltiples, y han sido descritas en muchos artículos de investigación, pero no siempre son conocidas por los educadores, quienes aún sostienen la teoría tabular para explicar cómo aprenden los estudiantes, pasando por alto uno de los componentes más influyentes de los aprendizajes: la existencia de concepciones alternativas o ideas previas acerca de los fenómenos físicos que tienen los estudiantes.

Estas concepciones ha sido ampliamente estudiadas (Driver y otros 1985; De Posada, 2000; Mora y Herrera, 2013; Pozo, 2003; Pozo y Gómez Crespo, 1998; Scott y otros, 2007) y su origen puede ser atribuido a diferentes razones (Campanario y Otero, 2000; Pozo y Gómez Crespo, 1998). Es conocido que las ideas previas de los estudiantes acerca de los fenómenos que se estudian en la mecánica clásica son muy similares a las concepciones científicas prenewtonianas de los siglos XIV al XVI, e incluso tienen elementos en común con la Física aristotélica (Gellon y otros, 2019); así, es muy común que muchos alumnos de carreras universitarias resuelvan sus exámenes aplicando las leyes de la Física en forma más o menos correcta, pero llamativamente, usan sus concepciones alternativas para explicar fenómenos de la vida cotidiana, mostrando así que la instrucción universitaria no logró modificar estos esquemas de pensamiento tan

arraigados o –si efectivamente tuvieron cambios conceptuales– que estos no perduran en el tiempo.

Una de las principales causas es que los alumnos no disponen de suficientes oportunidades de confrontar sus propias ideas acerca de los fenómenos físicos y cotejarlas con las teorías, modelos y leyes aceptadas por la comunidad científica. Hay varias razones por las que sucede esta situación; en este proyecto se consideran:

- *La resolución mecánica de los ejercicios, problemas y prácticas de laboratorio.* Un hecho que favorece la persistencia de las ideas previas es el tipo de problemas que los alumnos resuelven y la metodología que se suele enseñar para resolverlos. El estudio diagnóstico efectuado para este proyecto, revela que la mayoría de las tareas que se les asignan a los alumnos es del tipo de los que se denominan *ejercicios* (Ceberio y otros, 2008; Martínez Torregrosa y Sifredo, 2005); es decir, enunciados con datos numéricos que se resuelven repitiendo un esquema algorítmico, aplicando mecánicamente los ejemplos que han considerado en las clases teóricas de la materia. En las cursadas de Física universitaria de los primeros años, normalmente no se trabaja en el desarrollo de la capacidad de argumentación que implica la resolución de problemas. Muy frecuentemente, cuando se pide a un alumno que resuelva un problema, se da por sentado que es suficiente que el desarrollo del problema se realice a través de un conjunto de ecuaciones (Ceberio y otros, 2008; Guisasola y otros, 2006; Dufresne y Gerace, 2004; Langlois y otros, 1995; Perales, 1993), y la resolución correcta de dicho sistema se acepta como garantía de que el alumno entiende conceptualmente las leyes, modelos y teorías de la Física que se aplican al resolver el problema. Y esto suele no ser así.
- *La permanencia de teorías, leyes y principios de la Física antiintuitivos.* Si bien la ciencia hace uso de la observación, el sentido común y la lógica para formular sus teorías, leyes y modelos, en muchas oportunidades dichas formulaciones que hace la ciencia se vuelven difíciles, abstractas y contradicen el sentido común.
- *La disociación con la realidad.* Otro de los factores que puede influir en las dificultades de aprendizaje presentadas es la división de las cursadas de Física en clases exclusivamente teóricas, y clases de resolución de problemas y de

laboratorio o experimentación, como si fueran espacios pedagógicamente separados (Gil Pérez y otros, 1999).

En función de esto, si las ideas previas son la fuente de errores conceptuales persistentes, se plantea la necesidad del proceso que se conoce como *cambio conceptual* (Pozo y Gómez Crespo, 1998), mediante una metodología constructivista.

5. La enseñanza de Física con una metodología constructivista

En la cátedra B de Física I de la carrera de Ingeniería Mecánica, de la Universidad Tecnológica Nacional-Extensión Áulica Bariloche se trabaja con una metodología constructivista:

La clase comienza con la descripción de un experimento para que los estudiantes predigan su resultado.

El problema consta de dejar caer diferentes tipos de cilindros (varios de ellos macizos y uno hueco) sobre un plano inclinado. En cada experimento, dos cilindros diferentes se liberan desde el reposo a partir de la parte superior de un plano inclinado.

Antes de realizar el experimento, el profesor pide a los estudiantes que anticipen cuál de los dos cilindros va a llegar primero a la base o, en su defecto, que determinen si ambos cilindros llegarán al mismo tiempo y que justifiquen el resultado predicho lo mejor que puedan.

Un estudiante afirma:

- Va a llegar primero el cilindro de mayor peso.

Argumenta que el componente del peso a lo largo del eje de traslación es mayor para el cilindro más pesado en comparación con el otro.

Otro estudiante afirma:

- El que llega antes es el más liviano, porque su momento de inercia es menor, por lo que su aceleración angular sería mayor.

Se realiza el experimento. Se retoman las explicaciones aportadas por los estudiantes.

El docente desarrolla el marco teórico sobre la *Ley de la conservación de la energía mecánica*, aplicada a los experimentos que se realizaron y a las anticipaciones expresadas.

Les pide a los estudiantes que, en base a los datos conocidos –la masa de los cilindros, la altura del plano inclinado desde donde se sueltan, el largo y el radio–, obtengan los tiempos de caída para cada experimento realizado, teniendo en cuenta el desarrollo teórico de la conservación de la energía mecánica.

Luego de que los estudiantes calculan los tiempos de caída de cada cilindro, les solicita que presenten los resultados obtenidos y los relacionen con las leyes aceptadas como válidas por la comunidad científica. Para esto les indica la elaboración de un informe.

Para cerciorarse de la comprensión lograda por cada estudiante, les entrega un cuestionario, llamado FCI (Cuestionario sobre el concepto de fuerza) que consta de treinta preguntas.

En esta secuencia es posible reconocer los momentos de la metodología de enseñanza constructivista:

- a. El profesor presenta un problema.
- b. Propone a los estudiantes que expliciten sus conocimientos previos.
- c. Genera una situación de enseñanza que provee nuevos contenidos.
- d. Promueve la vinculación de los nuevos contenidos con el problema que desencadenó la tarea.
- e. Invita a la resolución del problema, integrando los nuevos conocimientos.
- f. Convoca a los estudiantes a que comuniquen los resultados.
- g. Evalúa los aprendizajes construidos.

La constructivista es una metodología que toma como punto de partida el *aprendizaje significativo*, concepto construido por David Paul Ausubel (1976), quien hace contribuciones sustantivas a la teoría del aprendizaje:

"La esencia del aprendizaje significativo reside en que las ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario sino sustancial con lo

que el alumno ya sabe. El material que aprende es potencialmente significativo para él." (p. 57)

Otros autores aportan a este principio:

“Sabemos que el aprendizaje significativo se caracteriza por la interacción entre el nuevo conocimiento y el conocimiento previo. En ese proceso, que es no literal y no arbitrario, el nuevo conocimiento adquiere significados para el aprendiz y el conocimiento previo queda más rico, más diferenciado, más elaborado en relación con los significados ya presentes y, sobre todo, más estable.” (Moreira, 2009, p. 4)

En la cátedra B se enseña a partir de un problema que permite que los estudiantes expliciten sus conocimientos previos.

Los trabajos de distintos investigadores –fundamentalmente, los de Driver y equipo (1985) y los de Viennot (2002)– muestran que los estudiantes de Física no logran construir en forma consistente y sustentable en el tiempo los conceptos correctos, repitiendo errores teóricos una y otra vez; habitualmente se los denomina *ideas previas*, *preconceptos* o *concepciones alternativas*. No se trata de simples olvidos o equivocaciones momentáneas, sino que se muestran como ideas seguras y arraigadas, similares para alumnos de distintos países; son ideas inconsistentes y, en la enseñanza usual, presentan una notable resistencia a ser sustituidas por los conocimientos científicos. Hay varias razones por las que sucede este fenómeno, las que coinciden con las ya reseñadas en este proyecto de innovación, principalmente: a) La resolución mecánica de los ejercicios, problemas y prácticas de laboratorio; b) Si bien la ciencia hace uso de la observación, el sentido común y la lógica para formular sus teorías, leyes y modelos, en muchas ocasiones las formulaciones de la realidad que hace la ciencia se vuelven complicadas y abstractas para quienes aprenden.

Por ejemplo, es bien conocido que las ideas previas de los estudiantes acerca de los fenómenos que se estudian en la mecánica clásica son muy similares a las concepciones científicas prenewtonianas de los siglos XIV al XVI, e incluso con la Física aristotélica; por ejemplo, sostener que un cuerpo más pesado cae antes que el más liviano:

En el marco del desarrollo de las Leyes de Newton el docente pregunta:
--

- Si un camión grande choca frontalmente con un pequeño automóvil, durante la colisión: ¿cómo son las intensidades de las fuerzas que le hace el camión al auto y la que realiza el auto al camión?

La mayoría de los estudiantes responde:

- La intensidad de la fuerza que el camión ejerce sobre el automóvil es mayor que la de la fuerza que el auto ejerce sobre el camión.

Esta sencilla pregunta conceptual denota las ideas previas que presentan los estudiantes. En 1687 Newton publica su *Tercera Ley de Newton* o *Principio de acción-reacción* que establece que cuando dos partículas interactúan, la fuerza sobre una partícula es igual y opuesta a la fuerza que interactúa sobre la otra partícula.

Otra pregunta similar que realiza el docente es:

- ¿Cuál fuerza es mayor? ¿La que realiza la Tierra sobre la Luna o la que hace la Luna sobre la Tierra?

Nuevamente los estudiantes suelen responder:

- La fuerza que ejerce la Tierra sobre la Luna.

Ya en 1963, David Ausubel resalta esto. Hoy, se reconoce que la mente es conservadora y que se aprende a partir de lo que ya se tiene en la estructura cognitiva personal. Como plantea este autor: si se quiere promover el aprendizaje significativo es necesario averiguar ese conocimiento previo a remover, y enseñar de acuerdo con él.

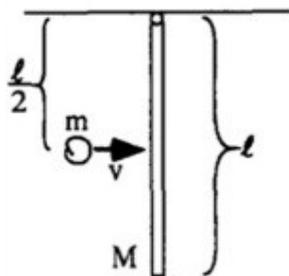
En el aprendizaje significativo, el aprendiz no es un receptor pasivo; muy al contrario, hace uso de los significados que ya internalizó, para poder construir otros significados. O sea, el aprendiz construye su conocimiento, produce su conocimiento.

En la cátedra B se utilizan problemas de tipo conceptual ligados a experimentos sencillos (Gil, 1992; Van Heuvelen, 1995; Van Heuvelen y otros, 1995); se pide a los alumnos predecir qué fenómenos ocurren, justificando la respuesta, realizando a continuación el experimento y analizando los resultados que se obtienen a la luz de las respuestas dadas para compararlas con la resolución correcta del problema, con una explicación basada fundamentalmente en los conceptos que se aplican.

El plan de estudio para ambas cátedras es el mismo y son estables los dos exámenes parciales –uno aproximadamente al finalizar la primera mitad del curso y el otro al término–. El parcial de la cátedra B se basa fundamentalmente en la resolución de problemas que no son de aplicación directa de fórmulas sino que requieren cierto proceso de elaboración y vinculación entre distintos conceptos de la Física. A partir de estos problemas el docente evalúa basándose en la argumentación aportada por los estudiantes.

Un ejemplo de un problema que propone la cátedra B en la evaluación es:

Una barra de masa y longitud cuelga del techo como se muestra en la figura. Un trozo de masilla se mueve horizontalmente y cuando golpea la barra se adhiere a ella justo en la mitad.



- ¿Qué leyes físicas pueden aplicar para resolver el problema planteado?
- ¿Por qué son válidas esas leyes aplicadas?
- En base a la respuesta otorgada en los ítems anteriores desarrolle un procedimiento para calcular: ¿Cuál ha de ser la velocidad de la masilla, si la barra (cuando tiene el pedazo de masilla adherido) oscila y queda momentáneamente en reposo en una posición horizontal antes de comenzar a oscilar nuevamente?

Con apoyo teórico, los estudiantes justifican la resolución del problema. Así, se establece una estrategia de tres pasos:

- Decidir cuál o cuáles son los principios y/o leyes físicas que tienen que aplicar para desarrollar el problema.
- Explicar por qué son válidos o se pueden aplicar dichas leyes o principios físicos para resolver el problema.

- Desarrollar un procedimiento que permita resolver el problema aplicando esas leyes y/o principios. Además, explicar cuáles son las idealizaciones que se suponen, o qué factores se desprecian en la resolución del problema.

Estos tres componentes son desarrollados por escrito antes de plantear ecuaciones.

En la cátedra B la prioridad es el cambio conceptual:

“Este cambio conceptual implica que el alumno debe sustituir, integrar, o reinterpretar su conocimiento cotidiano previo, de acuerdo con la nueva información presentada, para producir un conocimiento más certero y acorde con la ciencia.” (Vosniadou y Brewer, 1992, p. 538)

El método evaluativo de la Cátedra B es formativo:

“La evaluación formativa supone concebir la evaluación integrada en el aprendizaje para corregir errores a tiempo y a la vez poder aumentar el nivel de exigencia y evitar, en la medida en que nos es posible a los profesores, el fracaso de los alumnos.” (Morales Vallejo, 2010, p. 29)

El profesor evalúa para conocer (Álvarez Méndez, 2008): el conocimiento se construye, por lo que se aprende de y con la evaluación.

Una vez concretada la aprobación de los dos parciales, el alumno rinde el examen final. El examen final es escrito, con temas preparados por la cátedra, y consiste en un conjunto de problemas agrupados en tres bloques temáticos para cuya resolución el alumno pone en juego las competencias adquiridas en relación con la totalidad de los contenidos del programa. La condición de aprobación es haber resuelto correctamente no menos del 50 % de cada bloque temático.

6. El diseño de una capacitación para docentes de Física

La propuesta de la *Especialización en Enseñanza de la Física en Primer Año de la Universidad* pretende establecer un espacio de formación docente de posgrado, con el objetivo de mejorar el proceso de enseñanza de la Física, el que se prevé que contribuya a optimizar los procesos de aprendizaje para, así, avanzar en la mejora de la calidad educativa en la universidad.

Se aspira a que los profesionales que realicen la Especialización se vinculen con los marcos teóricos y metodologías que se han investigado y desarrollado en las últimas décadas en la Didáctica de las Ciencias Naturales en general y de la Física, en particular, para fortalecer su desarrollo profesional docente. Su propósito es acercar a los docentes universitarios a las problemáticas específicas para el aprendizaje de las ciencias, las estrategias de enseñanza, la utilización de nuevas tecnologías en el aula y la innovación en la evaluación del aprendizaje, aspectos a afrontar por los participantes con miras a repensar, reconstruir y enriquecer sus conocimientos y capacidades didácticas. Persigue encarar una formación continua para contribuir al desempeño de docentes universitarios altamente calificados para desarrollar el proceso de enseñanza y aprendizaje con una metodología constructivista.

6. 1. Marco normativo

La Especialización ha de cursarse con una modalidad de educación a distancia. En la Argentina la modalidad de educación a distancia está contemplada en la Ley de Educación Nacional 26206/06 (Título VIII. Educación a Distancia) y en la Ley de Educación Superior 24.521/95, desde la que se genera la Resolución 1716/98, que plantea una ampliación de la normativa aplicada al nivel universitario a todos los niveles y modalidades del sistema educativo argentino.

La educación a distancia que se desenvuelve en ámbitos universitarios está enmarcada en la Resolución del Ministerio de Educación y Deportes N° 2641, de 2017, que:

“... establece que la institución requiere contar con un sistema institucional de educación a distancia (SIED) que debe ser evaluado y acreditado para obtener reconocimiento del Ministerio a través de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU). Las carreras que una universidad presenta, luego deberían ser acordes a ese sistema. La universidad define en su SIED cómo concibe la enseñanza a distancia y qué aspectos y criterios debe respetar una carrera para que institución la avale en su presentación ante el Ministerio. Si el proyecto de carrera propone algo contrario a lo que la institución ha definido en su sistema, será observada y habrá que resolver adecuadamente sus propuestas. En esta nueva visión, la propia institución

universitaria pasa a ser garante de la enseñanza a distancia. Luego, cada carrera será evaluada como habitualmente se hace con una carrera de grado o posgrado presencial, y en el caso de carreras reguladas por el art. no 42 de la Ley de Educación Superior, con los estándares específicos que las regulen.” (González, y Roig, 2018, p.154).

Como se prevé que la *Especialización en Enseñanza de la Física en Primer Año de la Universidad* se desarrolle en el marco institucional de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ) se ajusta al SIED de esta institución⁸.

En el proyecto que está presentándose se aplican los estándares y criterios para las carreras de posgrado pautados por la CONEAU a través de la Resolución Ministerial N° 160/11 y sus modificatorias, Resolución 2385/2015 y Resolución 2641-E/2017 (Ministerio de Educación, 2011). Estas normas rigen la acreditación de las carreras de posgrado en la Argentina y fijan los estándares mínimos de calidad que deben cumplir las carreras de posgrado.

Específicamente la Resolución 160/11 que caracteriza los tipos de carrera de posgrado, plantea que:

“La Especialización tiene por objeto profundizar en el dominio de un tema o área determinada dentro de un campo profesional o de diferentes profesiones.

En aquellas Especializaciones en las que el área a profundizar sea la práctica profesional se incluirá un fuerte componente de práctica intensiva.

Para el egreso, requiere la presentación de un trabajo final individual de carácter integrador cuya aprobación conduce al otorgamiento del título de «Especialista», con especificación de la profesión o campo de aplicación.”

Encuadrada en este marco legal, surge la propuesta de la *Especialización en Enseñanza de la Física en Primer Año*.

6. 2. Opciones de educación a distancia

La Especialización que está proyectándose se va a desarrollar en un entorno virtual.

⁸ Se elige la UNQ para realizar la Especialización debido a la vasta trayectoria y experiencia que tiene en la enseñanza y el aprendizaje en entornos virtuales.

Ortiz y Morer (2005) establecen que un entorno virtual de enseñanza y aprendizaje consiste en el conjunto de las distintas funcionalidades asociadas a la actividad formativa. El EVEA permite crear y mantener comunidades virtuales, proporcionar servicios específicos para necesidades particulares, garantizando la integración, la comunicación y el enriquecimiento de sus miembros.

En este entorno, las acciones entre enseñar y el aprender son mediadas; es por esto que el uso de los recursos tecnológicos para la comunicación virtual son de vital importancia; mediante ellos, docentes y estudiantes acceden a socializar, a sentirse presentes y acompañados en el ambiente de aprendizaje. Este proyecto de innovación se sustenta en el modelo tecnológico (García Aretio, 2007) específicamente, en el *m-learning* –aprendizaje móvil–, aquel que abre posibilidades de enseñar y aprender a través de un teléfono celular u otro dispositivo móvil con conexión a Internet, con máxima portabilidad, interactividad y conectividad, que permite abarcar amplias y variadas áreas geográficas y socioculturales de los cursantes-docentes.

Se opta por esta modalidad de cursado, retomando el marco conceptual provisto por la especialista Edith Litwin (2000):

“Los proyectos de educación a distancia dirigidos a una población adulta permiten resolver puntualmente intereses y vocaciones de esta última vinculados a la producción, en tanto pueden adaptarse, por su alto grado de flexibilidad, a los nuevos desarrollos. También posibilitan la adopción de técnicas y estrategias novedosas, permiten cambios en las orientaciones laborales y, fundamentalmente, transforman la educación permanente en un espacio a disposición de los alumnos, siempre cambiante, múltiple, atento a los intereses de la producción y de los desafíos científicos y tecnológicos.” (p. 6).

La utilización de tecnología de la información y de la comunicación (TIC) dentro de educación en entornos virtuales es el eje principal y diferencial de este tipo de propuesta educativa. Se utilizan como mediadores del proceso educativo y son una fuente de interacción y enseñanza. Las TIC proponen la flexibilidad, la accesibilidad y democratizan la educación. Los principales recursos que se necesitan para llevar a cabo el proceso es que los actores (docentes, tutores y estudiantes) dispongan de una computadora y acceso a Internet.

“La utilización de TIC va desde Internet, radio, software informático, son, por citar algunos ejemplos, medios de comunicación o tecnologías de la información

elaborados con finalidades no precisamente pedagógicas (entretener, informar, vender). Sin embargo, adecuadamente integrados en el currículum, pueden representar experiencias de aprendizaje valiosas y potentes para los niños y jóvenes en el contexto escolar.” (Area Moreira, 2000, p. 193).

Para la comunicación entre los docentes y los estudiantes, en los encuentros previstos en la Especialización se prevé utilizar Moodle versión 3.9.2, que es la plataforma de aprendizaje y trabajo virtual (*e-learning* y *e-working*) utilizada por la UNQ. Esta herramienta colaborativa es de vital importancia y se la puede definir como:

“... un lugar de encuentro en la red que permite establecer una comunicación e interacción en forma grupal sobre temas de interés.” (Garibay, 2014, p. 15)

Los principales recursos comunicativos previstos para el cursado de la Especialización son: correo electrónico (Moodle), chat (Moodle), foros (Moodle), videoconferencias (Jitsi).

Respecto de los foros, siguiendo a Gros Salvat y Adrián (2016) se considera que estas herramientas del aula virtual fomentan la colaboración con una modalidad asíncrona que permite que cada participante reconozca los aportes de los demás, reflexione sobre ellos y construya sus aportes según su propio ritmo de aprendizaje.

Se proyecta incluir un encuentro sincrónico por cada unidad temática de cada asignatura de la Especialización –aproximadamente una por semana a lo largo del posgrado, según la decisión de cada profesor-. Las reuniones pautadas van a concretarse mediante videoconferencias, utilizando la herramienta Jitsi incluida en la plataforma de la UNQ, que es un medio de telecomunicación que permite establecer contacto verbal y visual en tiempo real entre personas que pueden encontrarse en diferentes localizaciones. Cabero y otros (2016) definen a este recurso como

“...el conjunto de hardware y software que permite la conexión simultánea en tiempo real con imagen y sonido que hace relacionarse e intercambiar información en forma interactiva a personas que se encuentran geográficamente distantes, como si estuviera en un mismo lugar de reunión.” (p. 98)

Por su parte, Dallera y Tenaglia (2014) señalan que este medio es también un sistema de comunicación que permite crear espacios virtuales interactivos y se constituye como un dinamizador de las propuestas pedagógicas, resultando útil para las modalidades tanto presencial –cuando el aula se expande con un EVEA- como a distancia.

En la plataforma Moodle versión 3.9.2 se van a compartir los materiales teóricos y a realizarse los trabajos personales y colaborativos de cada asignatura.

Los materiales didácticos, tanto hipermedia como multimedia, que se planifica incluir en la Especialización presentan los siguientes criterios:

- Ser disparadores de problemas e iniciadores para construir un conocimiento nuevo.
- Estar presentados con lógica de secuencia, estructuración, jerarquización y temporalización de contenidos.
- Posibilitar explorar libremente la información presentada
- Posibilitar la interactividad de las imágenes, textos, sonido y videos para lograr, de esa manera, un contenido mucho más dinámico y comprensible.

García Aretio (2014) como experto de educación a distancia, define los recursos y materiales didácticos como medios, canales, vías, caminos que van a hacer posible una enseñanza de calidad, para que en definitiva el estudiante pueda: aprender, ser educado y construir aprendizaje valioso y significativo.

Los recursos didácticos que se prevé utilizar son los siguientes:

- Textuales: Esquemas, diagramas, gráficos, tablas, etc.
- Sonoros: elementos o secuencias de información en audio.
- Visuales: imágenes, fotografías, gráficos, ilustraciones, etc.
- Audiovisuales: se integra lo sonoro, textual y visual.
- Multimediales: se integran múltiples formatos. Textuales, sonoros, visuales y audiovisuales.

En lo que respecta a las personas involucradas en el proyecto de innovación, la Especialización abarca los siguientes roles y participantes:

- Autor o experto en contenidos de cada asignatura.
- Profesores de cada asignatura.

- Tutor o facilitador de las tareas académicas de los estudiantes, quien los acompaña durante todo el posgrado.
- Participantes.

El autor o experto en contenido es la persona que desarrolla los materiales multimedia y didácticos de cada asignatura.

Los profesores de la Especialización son especialistas con formación disciplinar en ciencias y en sus didácticas específicas, encargados de acompañar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje; es por ello, que desde un punto de vista constructivista, se desplazan de su rol de únicos poseedores y transmisores del conocimiento con el fin de que los estudiantes tengan un papel protagónico y activo. Esto implica una gran vocación por parte de los docentes, así como competencias interpersonales: los profesores virtuales no son transmisores de la información sino facilitadores, proveedores de recursos y sistematizadores de información.

Las tareas del tutor están basadas en lo trabajado por Wood, Bruner y Ross (1976); estos investigadores plantean que el tutor ofrece asistencia, facilita y anima los aprendizajes. La tutoría tiene como objetivo efectuar un seguimiento y asistir a los alumnos ante las dificultades de estudio y técnico-administrativas que se presenten a lo largo del cursado.

En el entorno virtual educativo de la *Especialización en Enseñanza de la Física en Primer Año de la Universidad*, se prevé que los estudiantes trabajen en interacción entre sí y con los profesores, con especial énfasis en la intervención en los foros, espacio colectivo de intercambio de ideas, y en la realización de un trabajo grupal.

Se ha optado por desarrollar la Especialización en un EVEA en lugar de hacerlo con la modalidad presencial de cursado, en base a los cambios que en la actualidad la educación ha experimentado, en los que la educación virtual es uno de los nuevos entornos de enseñanza y de aprendizaje que utiliza la tecnología para educar de forma remota, eliminando las barreras de distancia y tiempo; asimismo, teniendo presente las características principales de los profesores que podrían cursar, profesionales competentes para:

- Autorregular su tiempo y definir horarios de estudio.

- Gestionar estrategias de estudio y de participación en instancias de aprendizaje colaborativo.
- Asumir con responsabilidad el cumplimiento de los objetivos académicos,
- Contar con comprensión lectora y habilidades de comunicación, especialmente escrita.

Y considerando sus rasgos de:

- Una edad, en promedio, mayor que la de los estudiantes de carreras de grado.
- Poca disponibilidad horaria, debido a situación laboral y familiar.

Además, partiendo del hecho de que la modalidad presencial limita la posibilidad de capacitarse a aquellos docentes que tienen poca disponibilidad horaria y que la oferta académica en un lugar determinado puede imposibilitar al resto de los habitantes del interior del país asistir a las clases, se opta por realizar la Especialización en un entorno virtual de aprendizaje para garantizar y federalizar la posibilidad de ofrecer una formación de posgrado a docentes universitarios de Física 1 de todo el país.

6. 3. Organización de la Especialización

A continuación se presentan componentes del diseño curricular de la Especialización:

a. Institución: Universidad Nacional de Quilmes.

b. Carrera: *Especialización en Enseñanza de la Física en Primer Año de la Universidad.*

c. Asignación horaria: 360 horas.

d. Duración: Un año y medio.

e. Destinatarios: Docentes universitarios de la materia Física 1.

Los requisitos para realizar la Especialización son⁹:

⁹ Al tratarse de un proyecto de innovación que se diseña en el marco de la normativa de la Universidad Nacional de Quilmes, esta puntualización de requisitos está adaptada de: <http://www.unq.edu.ar/carreras/12-especializaci%C3%B3n-en-docencia-en-entornos-virtuales.php#a>

- Ser graduado/a universitario con título de grado expedido por una universidad nacional, provincial o privada reconocida por el Poder Ejecutivo Nacional, correspondiente a una carrera con al menos cuatro años de duración.
- Ser graduado/a universitario con título de grado expedido por una universidad extranjera reconocida por las autoridades competentes de su país, previa evaluación de sus estudios por la Comisión Académica. La admisión del candidato no significa en ningún caso la reválida del título de grado.
- Acreditar estudios superiores nonuniversitarios completos de cuatro o más años de duración, con título final expedido por una institución reconocida por la autoridad educativa competente, en cuyo caso la Comisión Académica podrá determinar la realización de actividades complementarias a fin de asegurar que su formación resulte compatible con las exigencias del posgrado al que aspira.
- El cupo de estudiantes está fijado por las capacidades de los recursos humanos en materia de tutores. Se contempla la admisión atendiendo al balance de género y a una distribución federal. Asimismo se reservan admisiones para estudiantes provenientes de América Latina y el Caribe.
- Se da prioridad de inscripción a aquellos postulantes que se desempeñan como docentes de Física en la Universidad.

f. Docentes: La carrera está a cargo de especialistas con formación disciplinar en ciencias y en sus didácticas específicas, acompañados por tutores con experiencia en formación virtual de posgrado y en el sostenimiento de las trayectorias académicas de los cursantes.

g. Objetivos de la carrera:

- Otorgar herramientas al docente universitario de Física clásica para mejorar el aprendizaje de los estudiantes en los cursos de primer año, integrando conceptos y metodología que se han desarrollado en las últimas décadas en la Didáctica de la Física y de las Ciencias Naturales.

- Promover y consolidar la formación continua de los docentes universitarios de carreras científico-tecnológicas.
- Vincular a pares de docentes universitarios de la Física, promoviendo el trabajo colaborativo y compartiendo experiencias de enseñanza.

h. Objetivos a construir por los cursantes:

- Desarrollar actitudes de indagación reflexiva y crítica respecto de la práctica docente.
- Desarrollar la capacidad para detectar y trabajar con las ideas previas y modelos mentales de los estudiantes, haciéndolos explícitos en problemas de tipo conceptual, situaciones problemáticas y el análisis de experiencias de laboratorio.
- Implementar una metodología constructivista, para ayudar a los estudiantes a construir un conocimiento acorde con las teorías y modelos aceptados por la comunidad científica.
- Presentar fenómenos, situaciones o experimentos mediante el uso de simulaciones que pongan de manifiesto la contradicción entre las ideas previas de los alumnos y las explicaciones, modelos y teorías consensuadas por la ciencia moderna.
- Relacionar las ideas previas de los estudiantes con las teorías que se fueron desarrollando a lo largo de la historia de la ciencia, explicitando cuál o cuáles fueron las razones por las que se las sustituyó por teorías más acertadas.
- Desarrollar una metodología de trabajo que estimule la resolución de problemas, basada en la argumentación en tres pasos: (a) la elección de las leyes y principios físicos adecuados para resolver un problema de Física; (b) la justificación de dicha elección; (c) el establecimiento de un procedimiento escrito para resolver el problema.
- Propiciar en los estudiantes el desarrollo de una estrategia de resolución basada en los tres puntos anteriores.
- Utilizar TIC y elementos de bajo costo para realizar experimentos de Física para aplicarlos en el proceso de enseñanza.

- Planificar de forma eficiente las clases teóricas, prácticas y de laboratorios.
- Evaluar el conocimiento construido por los estudiantes con estrategias alternativas e innovadoras que favorezcan el proceso de aprendizaje.

i. Perfil del graduado:

El graduado de la Especialización está en condiciones de:

- Identificar y comprender las dificultades vinculadas a la enseñanza y al aprendizaje de la Física en carreras científico-tecnológicas.
- Implementar métodos constructivistas para mejorar la calidad del proceso de enseñanza de la Física.
- Elaborar materiales didácticos para contribuir a mejorar la calidad del proceso de enseñanza de la Física.
- Coordinar y dirigir investigaciones en el campo de la Didáctica de la Física.

j. Modalidad de cursado: A distancia, en un entorno virtual Moodle versión 3.9.2. Los especializandos van a estar reunidos en un aula virtual coordinada por un profesor de asignatura que guiará y dinamizará el proceso educativo.

k. Requerimientos técnicos: Los inscriptos a la carrera necesitan disponer de una computadora con conexión a Internet, y navegador web, conexión de audio, cámara web y una cuenta de correo electrónico, y poseer conocimientos básicos de manejo de PC.

l. Organización de la cursada:

La especialización consta de nueve asignaturas. Cada una incluye:

- Clases escritas, con el desarrollo de contenidos específicos.
- Material de lectura obligatoria y complementaria.
- Clase en tiempo real: un encuentro por unidad temática.
- Foros proactivos de interacción y comunicación propuestos por el docente para la presentación de problemas a discutir, la expresión de dudas, consultas y opiniones, la discusión y la retroalimentación entre profesores, alumnos y alumnos entre sí.

- Otras vías de consulta al docente: foro de dudas, salas de chat y mensajería del aula virtual.
- Actividades y trabajos integradores de transferencia de los conocimientos adquiridos, individuales y/o grupales.

II. Plan de estudios:

Asignatura 1: Campo de la Didáctica de la Física

Contenidos mínimos:

La Didáctica de la Física como disciplina estratégica. La enseñanza de la Física y sus resultados. Características de las investigaciones en didáctica de la Física. Principales líneas de investigación. Los objetivos de la educación en ciencias y en Física.

Asignación horaria: 40 horas.

Bibliografía¹⁰:

Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 1(3), 130-140.

Dumrauf, A. (2006). *La mirada de los otros: algunas preguntas y reflexiones para un debate necesario acerca de la educación en ciencias hoy*. 8º Simposio de Investigadores en Educación en Física.

Pérez, D. G., Alís, J. C. y Terrades, F. M. (1999). El surgimiento de la didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos. *Revista Educación y Pedagogía*, 11(25), 13-65.

Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender a enseñar ciencias*. Barcelona: Morata.

Asignatura 2: Metodología de Enseñanza Constructivista

Contenidos mínimos:

El modelo tradicional de enseñanza y de aprendizaje. Los aportes del constructivismo para la configuración de alternativas didácticas superadoras. Procesos de enseñanza

¹⁰ Se trata de textos tentativos, referenciales, a definir, completar y enriquecer por el profesor de cada asignatura en su programa de cátedra.

centrados en la significatividad y en el cambio conceptual. Ideas previas y cambio conceptual.

Asignación horaria: 40 horas.

Bibliografía:

Arceo, F. D. B., Rojas, G. H. y González, E. L. G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista*. México: McGraw-Hill Interamericana.

Dussel, I. (2010). ¿Vino viejo en odres nuevos? Debates sobre los cambios en las formas de enseñar y aprender con nuevas tecnologías. En *Aprender y enseñar en la cultura digital*. Buenos Aires: Fundación Santillana.

Granja, D. O. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia*, (19), 93-110.

Gros Salvat, B. (2001). “Constructivismo y diseño de entornos virtuales de aprendizaje”. *Revista de Educación*, núm. 328 (2002), pp. 225-247.

Asignatura 3: Ideas Previas

Contenidos mínimos:

Conceptos alternativos, ideas previas e ideas intuitivas respecto de hechos físicos. Orígenes de las concepciones previas. Impacto de las ideas previas en los resultados del aprendizaje.

Asignación horaria: 40 horas.

Bibliografía:

Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1(1-10), 1-10.

Campanario, J. M. y Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de Ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 155-169.

Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien A. (1985). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia* (2ª ed.). Madrid: Morata

Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A. (1998). *El aprendizaje de conceptos científicos: Del aprendizaje significativo al cambio conceptual*. Madrid: Morata.

Asignatura 4: Observación de Clases

Contenidos mínimos:

La observación de clases, diferentes tipos de observación. Procedimientos para observar y detectar ideas previas en las clases. Observación, percepción, interpretación y marco teórico.

Asignación horaria: 40 horas.

Bibliografía:

Edelstein, G. E. (2000). El análisis didáctico de las prácticas de la enseñanza. Una referencia disciplinar para la reflexión crítica. *Revista del IIICE Nro. 17*,

Edelstein, G. E. (2003). Prácticas y residencias: memorias, experiencias, horizontes. *Revista Iberoamericana de Educación, 33(1), 71-89*.

Asignatura 5: Cambio Conceptual y Aprendizaje Significativo

Contenidos mínimos:

Teorías de aprendizaje que consideran la existencia de ideas previas. El cambio conceptual.

Asignación horaria: 40 horas.

Bibliografía:

Moreira, M. A. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica* Madrid: Visor.

Moreira, M. A. (2012). ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? *Revista Currículum, 25, 29-56*.

Moreira, M. A., Caballero, M. C. y Rodríguez, M. L. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. *Actas del encuentro internacional sobre el aprendizaje significativo*, 19 (44), 1-16.

Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender a enseñar ciencias*. Barcelona: Morata.

Asignatura 6: Resolución de Problemas en la Enseñanza de la Física

Contenidos mínimos:

Los problemas en física. El objetivo de los problemas en la enseñanza de la física. Estrategias para la resolución de problemas de Física. Dificultades en la aplicación de la matemática en la física.

Asignación horaria: 40 horas.

Bibliografía:

Carmona, A. G. (2006). Consideraciones acerca del uso de herramientas matemáticas en la enseñanza de la física elemental. *Kikiriki. Cooperación educativa*, (81), 75-77.

Gil Pérez, D. y Valdés Castro, P. (1997). La resolución de problemas de física: de los ejercicios de aplicación al tratamiento de situaciones problemáticas. *Revista Enseñanza de la Física*, 10 (2), 5-20.

Gil, D. y Martínez-Torregrosa, F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 131-146.

Lopes, J. B. y Costa, N. (1996). Modelo de enseñanza-aprendizaje centrado en la resolución de problemas: Fundamentación, presentación e implicaciones educativas. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 45-61.

Asignatura 7: Experimentación en la Enseñanza de la Física

Contenidos mínimos:

La importancia de usos de experimentos en el aprendizaje de Física. Rol del docente y de los estudiantes en las prácticas. Experimentos de Física de bajo costo, utilizando TIC.

Asignación horaria: 40 horas.

Bibliografía:

Christiansen, R. O., Hanna, F. E. M., Agüero, E. y Pereyra, N. E. (2016). Experimentos de física utilizando Arduino™. *Revista de Enseñanza de la Física*, 28, 23–28.

Gil, S. (2014). *Experimentos de Física de bajo costo, usando TIC's*. Buenos Aires: Alfaomega.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 299-313.

Asignatura 8: Planificación de las Clases y Metodología Científica

Contenidos mínimos:

¿Cómo preparamos nuestras clases? Planificación: Su importancia y necesidad para el trabajo en el aula. Metodología científica: Aprendiendo sus procesos. Utilización de la metodología científica para el análisis de los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Asignación horaria: 40 horas.

Bibliografía:

Adúriz-Bravo, A. (2008). ¿Existirá el “método científico”? En *Qué tienen de “naturales” las ciencias naturales*. Buenos Aires: Biblos.

Arias-Odón, F. G. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica* (6ª ed.). Caracas: Episteme.

Pérez, D. G. (1986). La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 111-121.

Pérez, M. V. V., Blanco, G. S., Hernández, E. B. y García, M. J. (1999). ¿Cómo preparamos nuestras clases? Un estudio de las concepciones de titulados en ciencias sobre la planificación de unidades didácticas. *La didáctica de las ciencias: tendencias actuales*, 211-222.

Asignatura 9: Evaluación e Innovación Didáctica

Contenidos mínimos:

La evaluación de los aprendizajes en la universidad. Concepto y funciones de la evaluación en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de Física. Modelos alternativos de evaluación.

Asignación horaria: 40 horas.

Bibliografía:

Perales Palacios, F. J. (1997). La evaluación en la didáctica de las ciencias: Tendencias actuales. *Enseñanza de la Física*, 10 (1), 23-32.

Petrucci, D. y Cordero, S. (1994). El cambio en la concepción de evaluación. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 289-294.

Sanchez, A. A., Perez, D. G. y Terregrosa, J. M. (1992). Concepciones espontáneas de los profesores de Ciencias sobre la evaluación: obstáculos a superar y propuestas de replanteamiento. *Revista de enseñanza de la física*, 5(2), 18-38.

Santos Guerra, M. Á. (1996). *Evaluación educativa: Un proceso de diálogo, comprensión y mejora*. Buenos Aires: Magisterio del Río de la Plata.

Santos Guerra, M. Á. (1996). Evaluar es comprender: De la concepción técnica a la dimensión crítica. *Revista Investigación en la Escuela*, 30, 5-13.

m. Cronograma de trabajo: Las nueve asignaturas que componen la *Especialización en Enseñanza de la Física en Primer Año de la Universidad* se organizan en trimestres, de la siguiente manera:

Asignatura	Asignación horaria	Trimestre
1. Campo de la Didáctica de la Física	40 horas.	1º
2. Metodología de Enseñanza Constructivista	40 horas	1º
3. Ideas Previas	40 horas	1º
4. Observación de Clases	40 horas	2º
5. Cambio Conceptual y Aprendizaje Significativo	40 horas	2º
6. Resolución de Problemas en la Enseñanza de la	40 horas	2º

Física		
7. Experimentación en la Enseñanza de la Física	40 horas	3°
8. Planificación de las Clases y Metodología Científica	40 horas	3°
9. Evaluación e Innovación Didáctica	40 horas	3°
	Total:	360 horas

n. Procedimientos de evaluación y certificación:

Para obtener el título de Especialista en Docencia en Enseñanza de la Física en Primer Año de la Universidad, el estudiante va a completar y aprobar un total de nueve asignaturas y, además, aprobar el Trabajo de Integración Final, según el *Reglamento de Trabajo Final de Integración para Especializaciones de la Universidad Nacional de Quilmes* (UNQ, 2020).

Las condiciones para aprobar cada asignatura son:

- Lectura y análisis de todos los contenidos que componen cada clase.
- Capacidad para analizar situaciones a partir de la lectura y razonamiento del material teórico.
- 75 % de asistencia a las clases virtuales en tiempo real, una por cada unidad.
- Entrega y aprobación de todas las actividades que se consignent como obligatorias, en los plazos establecidos en el cronograma de cada asignatura.

El estudiante va a finalizar la cursada de cada asignatura en el plazo de duración del trayecto sin excepción. Terminado este, no podrá entregar ningún trabajo adeudado y deberá cursar nuevamente en un próximo inicio.

7. Metodología constructivista en las clases de la Especialización

La metodología de enseñanza que se prevé para el cursado de cada asignatura de la Especialización es la constructivista.

A modo de ejemplo se presenta un testimonio de actividades a realizar en la asignatura *Ideas Previas* para ilustrar cómo se implementa la metodología en la carrera u cómo se optimizan las utilidades del entorno virtual.

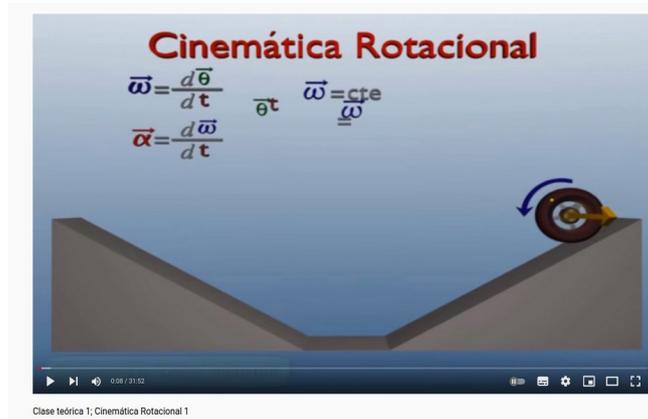
La primera clase de la asignatura comienza con la presentación del docente mediante un video subido en el aula virtual. En su intervención recorre el programa y el plan de trabajo de la materia y aporta recomendaciones para el cursado; finalmente, solicita a los estudiantes que se presenten en el foro asociado.

La siguiente clase se inicia con una actividad presentada en el foro del aula virtual. Ésta consta de testimonios de diferentes docentes de Física 1 en sus clases de *Cinemática del movimiento circular uniforme* y *Dinámica del punto material*:

Testimonio 1: Walter Lewin, profesor de Massachusetts Institute of Technology, Physics Department Physics. <https://www.youtube.com/watch?v=mWj1ZEqTI8I&t=2s>



Testimonio 2: César Izquierdo, profesor de la Universidad de San Carlos de Guatemala. <https://www.youtube.com/watch?v=fNfXWTucc2w&t=8s>



Testimonio 3: Aníbal, profesor de la Universidad de Buenos Aires.
<https://www.youtube.com/watch?v=4BKyHL0QPrs&t=584s>



Los estudiantes de la Especialización eligen uno de los testimonios y responden las siguientes preguntas mediante, un texto, un audio o un video, ubicando sus planteos en el foro de la unidad, con una fecha límite de entrega de una semana.

Las preguntas son:

- ¿Qué aspectos consideran que tiene en cuenta el docente a la hora de impartir su clase?
- ¿Cómo entiende el aprendizaje de los estudiantes de Física?
- ¿Cómo concibe su enseñanza?

Estas preguntas y otras que van a ir surgiendo en los intercambios del foro permiten que los especializandos expliciten sus conocimientos sobre las metodologías de enseñanza de Física y analicen los planteos de sus colegas.

En la siguiente semana, el docente propicia una situación de enseñanza mediante nuevos contenidos. Asigna material de lectura obligatoria sobre las ideas previas para que los

especializandos estudien y además, en un foro específico, presenta datos de una consulta referida a las ideas previas de estudiantes de Física de una escuela secundaria:

Sobre un grupo de veinte estudiantes de Física de una escuela secundaria se obtienen los siguientes resultados:

1. ¿Qué cantidad de fuerzas actúan sobre un bloque en reposo y sobre otro que empieza a deslizar?

- Bloque en reposo $\Sigma F=0$: 12 respuestas

- Bloque comienza desplazar $\Sigma F \neq 0$: 8 respuestas

2. ¿Actúan fuerzas sobre un bloque que se mueve con velocidad constante?

- Velocidad constante implica $\Sigma F=0$: 1 respuesta

- Fuerza es proporcional a la velocidad: 19 respuestas.

Luego de la consulta de los materiales de lectura obligatoria de la clase, los cursantes de la Especialización responden y analizan los planteos de sus colegas respecto a:

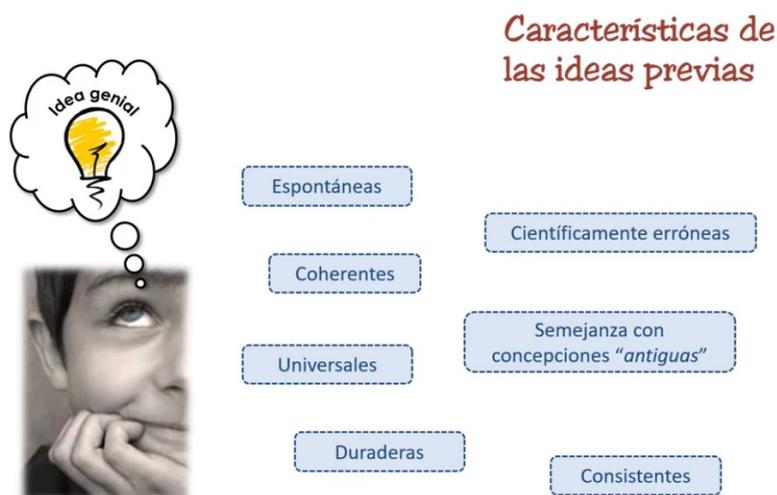
- ¿A qué se deben las respuestas de los alumnos del secundario?

- ¿Cómo trabajarían para construir un nuevo conocimiento partiendo de esas respuestas?

- En el testimonio elegido anteriormente por usted de la clase dos: ¿El docente contempla las ideas previas o concepciones alternativas de los estudiantes? Justifique su respuesta.

A continuación de esta semana de trabajo, el profesor organiza una clase virtual sincrónica a través de la plataforma de comunicación en tiempo real Jitsi –disponible en el aula virtual- para explicar el marco teórico sobre las ideas previas, con el fin de promover la vinculación de los nuevos contenidos con el problema que desencadenó el análisis inicialmente.

Para ello utiliza una presentación de elaboración propia, convocando a los cursantes de la Especialización a intervenir respecto de las ideas planteadas:



Para completar el circuito constructivista, el profesor de Ideas Previas invita a que los especializandos realicen una nueva propuesta.

Para esto, abre una nueva actividad en un foro específico del aula virtual en el que solicita que los cursantes, integrando los nuevos contenidos, retroalimenten y comenten las respuestas de sus compañeros a:

¿Cómo trabajarían para construir un nuevo conocimiento partiendo de esas respuestas?

En la siguiente clase, con el objetivo de evaluar el aprendizaje de los cursantes, el docente propone que realicen un trabajo práctico obligatorio, de autoría individual y original.

Trabajo práctico: Diseño de una clase que contemple las ideas previas de los estudiantes de Física 1

Para esta clase, las temáticas que pueden elegir son:

- Cinemática del punto.
- Movimiento relativo.
- Dinámica de la partícula.
- Dinámica de los sistemas de partículas.

- Cinemática del cuerpo rígido.
- Dinámica del cuerpo rígido.
- Estática.
- Movimiento oscilatorio o vibratorio.
- Elasticidad.
- Ondas elásticas.
- Fluidos en equilibrio.
- Dinámica de fluidos.
- Óptica geométrica.

El diseño de la clase incluye:

- Estrategias a utilizar para recuperar los conocimientos previos de los estudiantes.
- Una vez identificadas las ideas previas de los alumnos: ¿Qué problemas son los adecuados para construir un nuevo conocimiento?
- ¿Cómo verifican los aprendizajes construidos por los estudiantes?

El plazo de entrega es de un mes y no debe exceder las doce páginas (incluyendo caratula y bibliografía), en formato de hoja A4, letra Times New Roman 12 y espaciado de 1 ½.

El profesor realiza la retroalimentación y los comentarios del segundo trabajo obligatorio en un espacio creado en el aula virtual con la herramienta “Tarea” que se denomina *Devolución*.

Sus criterios para realizar la devolución son:

- Claridad de la presentación.
- Pertinencia teórica referida a los temas y contenidos abordados en la asignatura.
- Coherencia en la articulación de la bibliografía.
- Argumentación correcta.

- Originalidad del análisis presentado.
- Formalidad en la redacción, incluyendo la correcta presentación de las citas.

La calificación del trabajo va a estar visible en el Historial académico de cada estudiante.

Esta secuencia de tareas de la asignatura Ideas Previas de la *Especialización en Enseñanza de la Física en Primer Año de la Universidad* es consistente con los momentos de la metodología didáctica constructivista:

- a. El profesor presenta tres problemas.
- b. Propone a los especializandos que expliciten sus conocimientos previos.
- c. Provee nuevos contenidos a través de la bibliografía y de la clase sincrónica.
- d. Promueve la vinculación de los nuevos contenidos con los problemas que desencadenaron la tarea.
- e. Invita a la resolución del problema, integrando los nuevos conocimientos, ya que los especializandos retoman los tres testimonios iniciales en los que aprecian profesores de Física en acción.
- f. Convoca a los estudiantes a que comuniquen los resultados a través del diseño de una clase.
- g. Evalúa los aprendizajes construidos.

8. Conclusiones

Teniendo presente que:

- el desarrollo de la ciencia y la tecnología son de vital importancia para el crecimiento económico sustentable del país y para hacer frente a las problemáticas y desafíos existentes,
- se registran altas tasas de abandono de estudiantes de primero y segundo año de carreras científico-tecnológicas,

- el conocimiento de Física opera como base del desarrollo científico y tecnológico contemporáneo, así como en los campos de la Ingeniería, Medicina, Química, Biología, Informática, Tecnología, Nanotecnología, etc.,
- el diagnóstico sobre las metodologías que se utilizan para la enseñanza de Física efectuado en la UTN-Extensión Áulica Bariloche evidencia dificultades,

surge la necesidad de formar a los educadores universitarios de Física I a través de una Especialización docente, la que aquí se ha presentado.

Esta Especialización, abordada como proyecto de innovación, se sustenta en ideas de Maiztegui y su equipo de investigadores (2000), reconocidos especialistas en la enseñanza de la Física:

“El reconocimiento de la importancia de la Educación Científica y las dificultades encontradas para su extensión a los futuros ciudadanos y ciudadanas ha impulsado la investigación en torno a la educación científica y tecnológica, que se ha convertido, según lo ha valorado la American Association for the Advancement of Science, en una de las áreas estratégicas de la investigación científica. De hecho, los logros de esta investigación en apenas dos décadas han sido realmente impresionantes, como evidencian por ejemplo, los dos Handbooks ya publicados. Como ha afirmado Hodson, “Hoy ya es posible construir un cuerpo de conocimientos en el que se integren coherentemente los distintos aspectos relativos a la enseñanza de las ciencias”. La comunidad de educadores dispone, pues, de un cuerpo de conocimientos con el que pueden abordarse eficazmente los problemas que plantea el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Ahora bien: ¿en qué medida esta investigación ha sido aprovechada por los profesores y ha dado lugar a una mejor educación?” (p. 166)

Para lograr esta “mejor educación” y teniendo en cuenta el cuadro de situación construido respecto de las metodologías de enseñanza de Física y su confrontación con el corpus teórico, en este proyecto de innovación se opta por un entorno virtual y por una metodología didáctica constructivista para enseñar Física 1, los que sustentan la *Especialización en Enseñanza de la Física en Primer Año de la Universidad*

En este marco, el propósito de la Especialización es vincular tanto a profesionales que no poseen formación docente como a aquellos que sí la tienen y se desenvuelven en el ámbito universitario, con los principales referentes la Didáctica de la Ciencia, para mejorar sus procesos de enseñanza y los de aprendizaje de los estudiantes a su cargo, para contar con herramientas didácticas, y para reflexionar y actuar sobre su rendimiento diario como docentes, partiendo de la premisa de que estos conocimientos permitirán mejorar su desempeño en la práctica.

Por otra parte, la decisión de realizar la Especialización en un entorno virtual de aprendizaje democratiza, federaliza y garantiza el acceso a educarse y capacitarse a todos los docentes, siendo una oportunidad de mejora para las personas que viven fuera de las grandes ciudades y lejos de las principales casas de estudio del país.

Para lograr concretarlo, a lo largo de este proyecto de innovación se han ido desarrollando las tareas previstas, las que han permitido:

- Diagnosticar cómo se enseña Física I en las carreras universitarias de Ingeniería y Ciencias. Para esto, se observaron clases de Física I de la UTN-Extensión Áulica Bariloche, se diseñó un cuadro de situación con la información obtenida, y se recopiló y sistematizó bibliografía referida a esta enseñanza, confrontando el corpus teórico y el de realidad.
- Detectar cuáles son las razones de las altas tasas de desaprobación de los estudiantes en Física I. Esto se logró realizando encuestas y entrevistas a los estudiantes de la UTN-Extensión Áulica Bariloche y sistematizando la información recabada.
- Determinar cómo podría enseñarse Física I con una metodología didáctica más adecuada, a través de un buceo bibliográfico.
- Sistematizar cómo podría capacitarse a los docentes de Física en esa metodología, fundamentando la opción por los entornos virtuales como ámbitos privilegiados para la formación docente continua.
- Diseñar una Especialización de formación para docentes de la Física universitaria a cursarse en un entorno virtual, la que responda a los fundamentos establecidos.

Se ha hecho mucho.

Sin embargo, lejos de ser el fin, esta Especialización es el inicio del camino que aspira conducir a la excelencia en la enseñanza de la Física en ámbitos universitarios.

Agradecimientos:

Comenzaré agradeciendo cronológicamente a las personas que me han permitido iniciar por este bello camino como docente universitario: A Guillermo Oliveto, por confiar y darme la posibilidad de iniciarme en la docencia; a Alicia Impaglione, por tener fe y proponerme como docente de una de las cátedras de Física I en la Extensión Áulica Bariloche; a Cesar Freisztav y Mónica Guraya, por apoyarme y motivarme a ser docente de Física; al Departamento de Ingeniería Mecánica de la UTN-FRBA, en especial a Nestor Ferré, por el continuo cariño mostrado; a Jorge Shitu, mentor y maestro que me transmitió la pasión por la docencia y la didáctica de la Física; a todos los docentes y nodocentes colegas de la EAB que hacen que la Universidad sea mi segundo hogar; a FAGDUT, la Asociación Gremial de Docentes de la UTN, que me ayudó con la Especialización; a todos los estudiantes para quienes he tenido el placer de ser su docente y que sin ellos no sería profesor; a la educación pública que me permitió acceder al conocimiento y lograr tener un pensamiento reflexivo desde mi más temprana edad. A mis padres y a mis hijos.

9. Bibliografía

Álvarez Méndez, J.M. (2008). *Evaluar para conocer, examinar para excluir*. Madrid: Morata.

Area Moreira, M. (2000). Los materiales curriculares en los procesos de diseminación y desarrollo del currículum. *Diseño, desarrollo e innovación del currículum*, 189-208.

Ausubel, D., Novak, J. y Henesian, H. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.

Benito, J. V. S. y Gras-Martí, A. (2003). Conocimientos de Física de alumnos universitarios. Influencia de las reformas educativas. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (2), 126-135.

Braxton, J. M., Shaw Sullivan, A. V. y Johnson, R. M. (1997). Appraising Tinto's theory of college student departure. *Higher Education –New York. Agathon Press Incorporated-*, 12, 107-164.

Cabero, J., Castaño, C., Cebreiro, B., Gisbert, M., Martínez, F., Morales, J. A., Prendes, M. P., Romero, R. y Salinas, J. (2016). Las nuevas tecnologías en la actividad universitaria. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (20), 81-100.

Campanario, J. M. y Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), 155-169.

Ceberio, M., Guisasola, J. y Almudí, J. M. (2008). ¿Cuáles son las innovaciones didácticas que propone la investigación en resolución de problemas de física y qué resultados alcanzan? *Enseñanza de las Ciencias*, 26 (3), 419–430.

Cravino, J. P. y Lopes, J. B. (2003). La enseñanza de Física General en la Universidad. Propuestas de investigación. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 473-473.

Dallera, M. y Tenaglia, P. (2014). *La videoconferencia como recurso didáctico TIC. Problematización y debate desde las Ciencias Sociales*. Buenos Aires: Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación.

De Posada, J.M. (2000). El estudio didáctico de las ideas previas. En Perales Palacios, F. J y Cañal de León, P. *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil.

Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien A. (1985). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia* (2ª ed.). Madrid: Morata.

Dufresne, R. J. y Gerace, W. J. (2004). Assessing-To Learn: Formative Assessment in Physics Instruction. *The Physics Teacher*, 42, 428-433.

Ferreira, A. y González, E. M. (2000). Reflexiones sobre la enseñanza de la física universitaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 189-199.

García Aretio, L. (2014). La guía didáctica. *Contextos Universitarios Mediados N° 14,5*.

García Aretio, L. (coord.) (2007). *De la educación a distancia a la educación virtual*. Barcelona: Ariel.

Garibay, M. T. (2014). *El foro virtual como recurso integrado a estrategias didácticas para el aprendizaje significativo*. Córdoba: Centro de Estudios Avanzados.

Gellon, G., Rosenvasser Feher, E. R., Furman, M. y Golombek, D. (2019). *La ciencia en el aula: lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno.

Gil Pérez, D., Furió Más, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez-Torregrosa, J., Guisasola, J., González, E., Dumas-Carré, A., Goffard, M. y Pessoa De Carvalho, A. M. (1999) ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 311-320.

Gil, D., Martínez-Torregrosa, J. y Ramírez, L. (1992). La didáctica de la resolución de problemas en cuestión: elaboración de un modelo alternativo un ejemplo de cómo puede

plantearse una crítica fundamentada de la enseñanza habitual y del pensamiento docente espontáneo, y de cómo lograr la participación de los profesores en la construcción de propuestas alternativas. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 6, 73-85.

González, A. y Roig, H. (2018). Normativa de educación a distancia para la universidad argentina: avances y desafíos pendientes. *Virtualidad, Educación Y Ciencia*, 9 (16), 152–157.

Gros Salvat, B. y Adrián, M. (2016). Estudio sobre el uso de los foros virtuales para favorecer las actividades colaborativas en la enseñanza superior. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 5 (1).

Guisasola, J., Ceberio, M. y Zubimendi, J.L. (2006). University Students' Strategies for Constructing Hypothesis when Tackling Paper-and-Pencil Tasks in Physics. *Research in Science Education*, 36 (3), 163-186.

Jackson, P. (2002). *Práctica de la enseñanza*. Buenos Aires: Amorrortu.

Langlois, F., Gréa, J. y Viard, J. (1995). Influencia de la formulación del enunciado y del control didáctico sobre la actividad intelectual de los alumnos en la resolución de problemas. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (2), 179-191.

Lederman, N. G. y Abell, S. K. (eds.) (2014). *Handbook of research on science education* (Vol. 2). London: Routledge.

Litwin, E. (2000). *La educación a distancia*. Buenos Aires: Amorrortu.

Llancaqueo Henríquez, A., Caballero Sahelices, M. C. y Alonqueo Boudon, P. (2007). Conocimiento previo en física de estudiantes de ingeniería. *Enseñanza de las Ciencias*, 25 (2), 205-216.

Maiztegui, A., González, E., Tricárico, H., Salinas, J., de Carvalho, A. P. y Gil, D. (2000). La formación de los profesores de ciencias en Iberoamérica. *Revista Iberoamericana de Educación*, (24), 163-187.

Martínez Torregrosa, J. y Sifredo C. (2005). ¿Cómo convertir los problemas de lápiz y papel en auténticos desafíos de interés? En Gil Pérez, D., Macedo B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilches, A. *¿Cómo promover el interés por una*

cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Santiago: OREAL/UNESCO.

Ministerio de Educación (2020). *Síntesis de Información. Estadísticas Universitarias 2018-2019.* Buenos Aires: Departamento de Información Universitaria. Buenos Aires: Secretaría de Políticas Universitarias.

Ministerio de Educación y Deportes (2017). *Resolución 2641: Opción pedagógica y didáctica de educación a distancia.* Buenos Aires: MEyD.

Mora, C. y Herrera, D. (2009). Una revisión sobre ideas previas del concepto de fuerza. *Latin American Journal of Physics Education*, 3 (1).

Morales Vallejo, P. (2010). *Ser profesor: una mirada al alumno.* Guatemala: Universidad Rafael Landívar.

Moreira, J. A. (2009). *Aprendizaje significativo crítico.* Lisboa: III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo.

Ortiz, L. G. y Morer, A. S. (2005). Diseño instruccional y objetos de aprendizaje; hacia un modelo para el diseño de actividades de evaluación del aprendizaje online. *Revista de Educación a Distancia (RED)*.

Perales, F. J. (1993). La resolución de problemas: Una revisión estructurada. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 170-178.

Pozo, J. I. (2000). ¿Por qué los alumnos no aprenden la ciencia que les enseñamos? El caso de las ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 8 (1), 13-19.

Pozo, J. I. (2003). *¿Puede la educación científica sustituir al saber cotidiano de los alumnos?* Conferencia en el II Congreso Iberoamericano de la Enseñanza de las Ciencias Experimentales. Alcalá: Universidad de Alcalá.

Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender a enseñar ciencias.* Barcelona: Morata.

Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A. (1998). *El aprendizaje de conceptos científicos: Del aprendizaje significativo al cambio conceptual.* Madrid: Morata.

Raths, L. y Wassermann, S. (1971). *Cómo enseñar a pensar. Teoría y aplicación*. Buenos Aires: Paidós.

Regales, E. C. y Matachana, M. C. (2008). Diez años de evaluación de la enseñanza-aprendizaje de la mecánica de Newton en escuelas de ingeniería españolas. Rendimiento académico y presencia de preconceptos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 23-42.

Scott, P., Asoko, H. y Leach, J. (2007). Student Conceptions and Conceptual Learning in Science. En Abell, S. K. y Lederman N. G. (eds.) (2007). *Handbook of Research on Science Education*. New York: Routledge-Taylor y Francis Group.

Universidad Nacional de Quilmes (2020). *Reglamento Final de Integración para Especializaciones de la Universidad Nacional de Quilmes*. Bernal: UNQ.

Universidad Tecnológica Nacional (2015). Resolución 2605/15: Autorización a la Facultad Regional Buenos Aires para la creación de la Extensión Áulica Bariloche. Buenos Aires: UTN, Rectorado.

Van Heuvelen, A. (1995). Experiment problems for mechanics. *The Physics Teacher*, 33, 176-180.

Van Heuvelen, A., Allen, L. y Mihás, P. (1995). Experiment problems for electricity and magnetism. *The Physics Teacher*, 37, 482-485.

Viennot, L. (2002). *Razonar en física. La contribución del sentido común*. Madrid: Antonio Machado Libros.

Vosniadou, S. y Brewer, W. (1992). Mental models of the earth: a study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology Volume 24, 4, October*, 535-585.

Wood, D., Bruner, J. S. y Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of child psychology and psychiatry*, 17(2), 89-100.