

Enseñar física en la universidad en tiempos de pandemia: desafíos y aprendizajes

Teaching physics at university in times of pandemics: challenges and learnings

María Cristina Terzzoli ^{1*}, Daniel Badagnani ¹ y Matías Gel ²

¹Instituto de Ciencias Polares y Recursos Naturales (ICPA), Universidad Nacional de Tierra del Fuego e Islas del Atlántico Sur (UNTDF), Fuegia Basket 250, Ushuaia, Argentina.

²Instituto de Desarrollo Económico e Innovación (IDEI), Universidad Nacional de Tierra del Fuego e Islas del Atlántico Sur (UNTDF), Fuegia Basket 250, Ushuaia, Argentina.

*E-mail: mcterzzoli@untdf.edu.ar

Recibido el 19 de julio de 2022 | Aceptado el 23 de agosto de 2022

Resumen

Este artículo narra la experiencia de adaptar el dictado de las Físicas a la modalidad virtual, en el Instituto de Ciencias Polares de la Universidad Nacional de Tierra del Fuego, a causa de la pandemia de covid-19 en los años 2020 y 2021. Se buscó dar continuidad a lo esencial de la modalidad presencial: el involucramiento interactivo con foco en el trabajo grupal y en los debates, por lo que la virtualidad resultó en un gran desafío. Para afrontarlo se conformó un equipo interdisciplinario y se adoptó la metodología ágil, como complemento al uso habitual de la innovación sistemática. Se sugiere que de la combinación de la modalidad presencial con las herramientas adquiridas durante el confinamiento resultará una Física más sólida, con un esquema de evaluación formativa mucho más consistente.

Palabras clave: Física en pandemia; Clases en línea; Metodología ágil; Innovación sistemática.

Abstract

This article recounts our experience adapting the Physics lecturing to virtual modality at Instituto de Ciencias Polares, Universidad Nacional de Tierra del Fuego (Argentina) due to the covid-19 pandemics in the years 2020 and 2021. Our goal was preserving the essence of the in-person modality: interactive engagement focusing on group work and debates, so virtuality posed a significant challenge. To face it, we assembled an interdisciplinary team and the agile methodology was adopted, complementing our usual implementation of systematic innovation. We suggest that from combining the in-person modality with tools acquired during confinement a more robust Physics course will arise, with a far more consistent formative evaluation scheme.

Keywords: Physics in pandemics; On-line lectures; Agile methodology; Systematic innovation.

I. LAS FÍSICAS DEL ICPA-UNTDF ANTES DE LA CUARENTENA

La Universidad Nacional de Tierra del Fuego (UNTDF) es una de las universidades más jóvenes del país. Creada en 2009, comenzó a funcionar en 2013. Heredó parte de su oferta educativa de la sede Ushuaia de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Está formada por cuatro institutos, uno de los cuales es el ICPA (Instituto de Ciencias Polares, Ambiente y Recursos Naturales). Física I (Leyes de Newton, Fluidos y Ondas) y Física II (Termodinámica, Electricidad, Magnetismo y Luz) para Ciencias Naturales se dictan durante el segundo semestre para las tres carreras

que pertenecen a dicho instituto: la Licenciatura en Biología, la Licenciatura en Geología y la Licenciatura en Ciencias Ambientales.

Las clases presenciales de Física para Ciencias Naturales eran dictadas en modalidad taller utilizando la metodología de involucramiento interactivo (*interactive-engagement*, Hake, 1998). En esta metodología se promueve la participación activa de los estudiantes que trabajan en pequeños grupos, analizan situaciones problemáticas concretas y producen de manera colaborativa a través de las discusiones, primero entre pares y luego con el equipo docente. Esta metodología de trabajo permite a los docentes comunicar los contenidos de un modo más significativo ya que el estudiante analiza la situación problemática planteada antes de la explicación teórica del docente. Una de las finalidades es que el estudiante se encuentre con situaciones similares al trabajo científico y a las que se enfrentará en su práctica profesional.

Esta metodología de trabajo se adoptó con el nombramiento de Badagnani en 2018, quien adaptó algunas de las metodologías aprendidas en el Taller de Enseñanza de Física de la UNLP (Petrucci, 2009). El equipo docente consta de un profesor, un jefe de trabajos prácticos y un ayudante de primera. En 2018, 22 estudiantes empezaron a cursar Física I para Ciencias Naturales, materia de primer año. De ellos, 14 aprobaron la regularidad, lo que equivale a “aprobar los trabajos prácticos” en una modalidad convencional. En 2019, 25 estudiantes empezaron el curso y 18 aprobaron. En cuanto a Física II para Ciencias Naturales (materia de segundo año) 23 empezaron el curso y, de ellos, 19 aprobaron; mientras que en el 2019, empezaron 17 y aprobaron 15.

Basándonos en nuestras investigaciones (Badagnani, Petrucci, y Cappannini, 2017; Badagnani, Terzzoli y Schlaps, 2019; Badagnani, Terzzoli, Schlaps y Petrucci, 2020) sabemos que el mayor obstáculo para que los estudiantes aprendan Física es metodológico: poseen un conocimiento privado inicial, que no está estructurado del mismo modo que el conocimiento científico, sino que tiene un carácter dual, separando predicciones de explicaciones. Estas últimas se dan en una estructura análoga a la de las teorías científicas, pero en la que los enunciados no tienen carácter normativo, y esto hace que los estudiantes no puedan argumentar sus predicciones utilizando principios de una teoría científica. Por ello, este esquema de trabajo busca hacer explícito y consciente en cada estudiante el uso del marco teórico correspondiente y así facilitarles que aprendan a detectar cuándo usan sus esquemas previos y cuándo un marco teórico pertinente.

De acuerdo con la metodología de trabajo, la asignatura no tiene parciales convencionales. A modo de evaluación sumativa los estudiantes deben realizar el análisis crítico de una situación problemática. Este trabajo es entregado y corregido hasta su aprobación y presentado en un coloquio. Antes de finalizar el curso, los estudiantes deben realizar un trabajo sobre un tema a elección relacionado con su carrera, haciendo foco en cómo emplea los conceptos de Física aprendidos. Este trabajo se realiza en grupo, pero cada estudiante debe presentarlo y defenderlo individualmente. El involucramiento interactivo, por otra parte, implica un esfuerzo de evaluación formativa, un proceso continuo que facilite la autoevaluación (García y Cuello, 2009). Ese proceso se da en las devoluciones orales del equipo docente tanto en los grupos como en las puestas en común, y los criterios son siempre los mismos que se emplean en la evaluación sumativa. Una producción es considerada satisfactoria siempre que se fundamenten todas las decisiones tomadas con el correcto uso de las herramientas teóricas. Se señalan como fortalezas las demostraciones de que la terminología se emplea correctamente, de que se usan las definiciones disciplinares y los principios de los marcos teóricos normativamente, y de que se identifican las afirmaciones (propias o ajenas) que no provienen del uso de la disciplina. Como debilidades, las afirmaciones que no se pueden fundamentar, propias del conocimiento inicial de la Física.

II. IRRUMPE LA PANDEMIA: PROYECTO DE PLANIFICACIÓN DE CLASES A LA MODALIDAD VIRTUAL

Debido a la virtualidad de la enseñanza al tener que implementar el distanciamiento social, preventivo y obligatorio impuesto por el gobierno nacional, tuvimos que repensar nuestras clases. ¿Cómo combinar las herramientas digitales con nuestra metodología de enseñanza? Nuestro temor más obvio era que el contexto de virtualidad haría imposible la interacción entre estudiantes. Contamos con una ventaja importante: la cuarentena empezó en marzo de 2020 y ambas Físicas empezaron en agosto pues se dictan en los segundos semestres. Eso nos dio tiempo a prepararnos. Con la colaboración del Lic. Matías Gel, de formación en Sistemas, decidimos planificar los aspectos organizativos y la incorporación de tecnología de manera ordenada y deliberada. Decidimos adoptar un esquema de trabajo conocido como “metodologías ágiles” (Chan y Thong, 2009) originadas en la ingeniería de software. En estas metodologías, el producto evoluciona basándose en la retroalimentación. El empleo de estas metodologías en educación tiene numerosos antecedentes (Salza, Musmarra y Ferrucci, 2019), sin embargo no nos hemos basado en esas experiencias educativas, pues esas propuestas buscan resolver muchas de las cosas que nuestra propuesta ya encara desde la innovación sistemática (Jiménez y Petrucci, 2004), un esquema que el equipo sabe usar y en buena medida viene funcionando. Decidimos emplear nuestro esquema habitual de innovación sistemática e incorporar en la acción los

aportes del Lic. Gel. De hecho, la idea de innovación sistemática incorpora con naturalidad la metodología ágil: ambos se basan en iterar, evaluar y aprender de cada ciclo. La novedad de las metodologías ágiles es que incorporan sistemáticamente rituales de implementación de esos ciclos y metodologías concretas de evaluación y planificación. Se integró la metodología ágil en la innovación sistemática como una innovación más, así obtuvimos el máximo impacto con la menor perturbación de la tarea docente y redujimos los riesgos propios de todo cambio de metodología.

El esquema de trabajo fue el siguiente: se hicieron reuniones virtuales semanales en las que fijamos tareas y objetivos para la semana, se armó un grupo de WhatsApp para coordinar las tareas, y se establecieron minirutinas en las que Gel oficiaba de “*scrum master*”, instando a los docentes a explicitar las dificultades con las que el equipo se hubiera enfrentado. También se creó un registro compartido en Google Drive de los avances (esto resultó clave, como veremos). Se confió en que estos nuevos esquemas de trabajo se sumarían armoniosamente a los esquemas anteriores, en los que la secuencia didáctica estaba documentada y se contaba con devoluciones previas de estudiantes y las propias evaluaciones del equipo docente.

III. LAS CLASES EN LÍNEA EDICIÓN 2020

Las clases en línea se desarrollaron durante 12 semanas del segundo semestre del 2020 y cuatro semanas de febrero de 2021 (esquema que se decidió a nivel de la institución y que no es el habitual). En la UNTDF tenemos acceso a Google Meet y a la plataforma Moodle. Por ello, las clases virtuales se dictarían utilizando ambas herramientas, grabando las puestas en común y las actividades teóricas y dejándolas a disposición de los estudiantes. Para poder continuar con la modalidad de involucramiento interactivo utilizada en las clases presenciales, armamos diferentes reuniones en Google Meet para usar como “aulas”, una de ellas se utilizó como “aula principal”. El enlace al aula principal fue enviado por correo electrónico a los alumnos y publicado en Moodle. Las otras reuniones creadas, fueron utilizadas como aulas por los estudiantes cuando trabajaban en los diferentes grupos. Esta fue la solución que encontramos al hecho de que Google Meet, a diferencia de Zoom, no permite la separación en grupos. Entre los docentes nos coordinábamos vía WhatsApp.

Antes de la primera clase, los estudiantes fueron separados en grupos al azar, de no más de cinco personas cada uno. La duración de las clases en línea fue la misma que en modalidad presencial, dos horas y media en Física I y dos horas en Física II; dos días a la semana. La modalidad utilizada fue la siguiente: al horario de la clase ingresábamos al aula principal docentes y alumnos. Los docentes respondíamos dudas, o hacíamos una devolución de la tarea que tenían que realizar y subir al Moodle. Luego, se explicaban las actividades propuestas para resolver en grupo y el tiempo que tenían para realizarlas. En ese momento, cada uno de los grupos se reunía en su aula y trabajaban las consignas propuestas intercambiando sus ideas sin la presencia de los docentes. Si les surgía alguna duda, llamaban a los docentes. Los docentes —y por lo menos un integrante de cada grupo— continuaban conectados al aula principal. Cumplido el tiempo estipulado, todos los estudiantes volvían al aula principal para realizar la puesta en común, debatir sus resultados y participar del teórico del día. Todo esto para que la dinámica de la clase fuese lo más parecida posible a la que se daba en modalidad presencial. Introdujimos dos innovaciones temiendo que se nos dificultara el seguimiento individual de cada estudiante y que la atención se dispersase por estar aislados. Por un lado, impusimos como tarea semanal obligatoria hacer una entrega en Moodle sobre cuáles eran los temas que más dificultades les había generado esa semana y cualquier otro comentario que quisieran hacer. Por otro sorteábamos, mediante un *script* de Python, a un estudiante para que expusiera sobre alguna de las actividades los últimos 15 minutos de la clase.

Para el examen parcial debían realizar un análisis crítico de una situación planteada. En Física I, la actividad consistió en ver y analizar la veracidad de la explicación dada en tres videos de YouTube sobre cómo se modifica el peso aparente de un objeto al colocarlo sobre una balanza dentro de un ascensor (Institweet, 2011; Nut-T, 2014; Ramos, 2016; los videos tenían estilos bastante diferentes y cometían no pocos errores conceptuales e imprecisiones metodológicas). Luego, el estudiante debía analizar por sí mismo el problema. Las devoluciones fueron realizadas de manera oral con cada uno de los estudiantes. En Física II, debían analizar críticamente un video sobre una supuesta conspiración contra un inventor que decía haber logrado hacer andar autos con un motor de movimiento perpetuo (Flako Fuentes, 2013). Las actividades de trabajo final quedaron para las cuatro semanas de febrero de 2021. En ese bloque se acompañó a los estudiantes en la preparación de los trabajos. En estos exponían a través de un problema elegido por ellos, preferentemente de sus disciplinas, su conocimiento del uso de los marcos teóricos en situaciones concretas.

Nuestra evaluación de esta primera experiencia de virtualidad es ambivalente. Por un lado, se logró en buena medida sostener la modalidad de involucramiento interactivo, al menos en Física I, y durante el 2020 la retención fue muy alta (similar a la presencial, que ya era alta). Por otra parte, la separación del bloque de febrero de 2021 resultó muy contraproducente: muchos estudiantes ni siquiera asistieron, y quienes sí lo hicieron estaban ocupados en rendir

todas las regularidades del 2020 y en sus nuevas actividades. A eso se sumaron el olvido y mucho desgano (sabemos que eso fue generalizado en todas las materias). En cuanto a la evaluación formativa, encontramos que el seguimiento fue pobre. Pese a nuestras medidas, muchos estudiantes llegaron a la instancia de presentación de trabajos con muchas dificultades que no habíamos detectado. Además, las devoluciones personalizadas en forma de videoconferencia nos llevaron demasiado tiempo y no quedaba registro de lo conversado. Registros en cifras: Física I tuvo en su comienzo solo 14 estudiantes (la disminución respecto de años anteriores se explica tanto por un descenso en la matrícula como por mayores dificultades en el cursado de Matemática I, de la que Física I es correlativa). De ellos, solo 5 aprobaron en febrero de 2021. En Física II empezaron 13, y solamente aprobaron 2, y el clima fue de una muy baja predisposición a la metodología de trabajo.

IV. LAS CLASES EN 2021: SEGUNDA ITERACIÓN

Los esfuerzos durante el 2020 dieron algunos frutos durante la implementación de los cursos que permitieron mitigar parte de los inconvenientes generados por la cuarentena, pero que no alcanzaron para que los resultados finales no acompañaran el desalentador panorama general: deserción mucho mayor a la que ocurría en presencialidad, mayores dificultades para hacer seguimientos, situaciones de descontento. Pero además, la modalidad virtual enfocada con metodología ágil y los dispositivos para encarar la virtualidad nos dejó una gran cantidad de material: las clases estaban grabadas, existía un registro longitudinal pormenorizado de las percepciones de los estudiantes, y teníamos nuestros propios registros en forma de minutas de las reuniones de planificación. Estaban todas las condiciones dadas para poder aprender fuertemente de la experiencia y plantear innovaciones exitosas.

Volvimos a ver todas las clases y a estudiar las devoluciones de los estudiantes, y pudimos ver con mucha claridad que hubo una semana concreta en Física I donde los estudiantes pasaron de seguir las clases con interés a mostrar apatía y expresar que no estaban entendiendo. Esa semana fue la posterior a la entrega del trabajo de evaluación y el tema tratado fue trabajo y energía. El propio equipo docente se encontró por entonces desbordado ante la tarea de evaluar y hacer las devoluciones de esos trabajos. También quedó claro que la herramienta de solicitar la percepción por escrito de la marcha de la materia fue útil y, en cambio, la estrategia de sortear a un estudiante por clase para que exponga no lo fue (no tenemos evidencia de que haya fomentado mantenerse al día, y tuvo una recepción negativa en cuanto a lo emocional). A partir de esta información diseñamos el esquema de clases del 2021, en el que haríamos muy pocos cambios en la secuencia didáctica, pero haríamos cambios profundos en la evaluación formativa.

Para comprender cabalmente el cambio que introdujimos en la evaluación formativa, recordemos que la estrategia de trabajo desde antes de la pandemia es explicitar mediante la discusión colectiva la diferencia entre el empleo de las estructuras cognitivas individuales del conocimiento inicial y el uso, mucho más costoso pero a la vez mucho más fiable, de las teorías de un modo normativo. Consideramos que el proceso de evaluación formativa debía reflejar eso. En concreto, en la primera clase de Física I, los estudiantes imaginan que un avión suelta una caja al pasar justo encima de un camión estacionado y discuten dónde cae la caja. En esa instancia, pueden ver muy claramente que lo que les parece obvio a unos es absurdo a los ojos de otros, y se establece la necesidad de hacer conocimiento compartido. Al comienzo de Física II se trabaja la polisemia del concepto de Energía, tanto en el cotidiano como en Física. ¿Qué llega de este mensaje a cada estudiante, individualmente? ¿Cómo impacta esto en la incorporación de los temas que siguen? Nada de esto era trazable antes del 2021.

En concreto, asignamos a cada estudiante un documento de Drive en que detallamos cada una de las devoluciones, explicando cuál es nuestra percepción de sus fortalezas y debilidades (el criterio es el mismo que el que usamos en las devoluciones orales, como explicamos en la sección I) y, además de la tarea semanal de expresar su percepción de la marcha del curso, fuimos dejando tareas vinculadas al procesamiento de las tareas y el grado en que están empleando la teoría en forma normativa. Por ejemplo, la actividad de la primera semana consistió en que planteasen posibles funciones de movimiento de la caja compatibles con distintas hipótesis de dónde cae, más adelante se les pidió que para las distintas propuestas analizaran componentes de velocidad o de aceleración, que analizaran qué acciones mecánicas había sobre la caja, etc. Finalmente, el “primer parcial” fue poner todo junto y dar una explicación de dónde cae la caja usando la teoría de Newton, y que comparasen eso con lo que ocurrió en la primera clase. Eso distribuiría el esfuerzo de la evaluación a lo largo del semestre, pero mucho más importante, nos daría tanto a docentes como estudiantes información del proceso que nos daría tiempo y oportunidad de actuar. En la semana en que los estudiantes están haciendo el grueso del esfuerzo por cerrar el trabajo, los temas nuevos que abordamos son relativamente secundarios, y solo una vez atravesado el proceso comenzamos con el tema trabajo y energía. Las últimas clases del semestre fueron ya en buena medida presenciales.

Las cifras finales del curso fueron las siguientes: empezaron 29 estudiantes (el gran número se explica en buena medida por los estudiantes que se habían desanimado por la cuarentena en 2020 y regresaron), de los cuales 11 aprobaron. Aún son cifras peores que en modalidad presencial, pero mucho mejores que en 2020. Además, pudimos

percibir un clima de trabajo mucho mejor y el seguimiento detallado nos dejó, nuevamente, mucha información valiosa para plantear mejoras.

La situación en Física II fue muy diferente: solo empezaron 7, todos recursantes y todos habiendo pasado por la mala experiencia del 2020. La política fue controlar daños. Dado que eran pocos, se logró que la mitad de las clases fueran presenciales, con lo que se logró mejorar los vínculos. Como eran recursantes, además, decidimos una modalidad “a la carta” en la que los estudiantes solicitaban lo que necesitaran, que incluyó teóricos de síntesis de Física I y experiencias de laboratorio. Cuatro estudiantes aprobaron la regularidad y los otros tres la abandonaron prematuramente.

V. LA PERSPECTIVA DE LOS ESTUDIANTES

La institución realiza evaluaciones del desempeño docente, lo que incluye una encuesta a los estudiantes. De acuerdo a estas evaluaciones, “*La valoración general de la asignatura de parte de los alumnos es excelente y muy buena.*” (Devolución de Indicadores sobre Actividades Curriculares ICPA-UNTDF, Física I, 2do semestre 2021) y “*La valoración general de la asignatura de parte de los alumnos es muy buena, buena a regular.*” (Devolución de Indicadores sobre Actividades Curriculares ICPA-UNTDF, Física II, 2do semestre 2021). Esta diferencia de valoraciones entre las dos Físicas coincide con nuestra percepción previa, como expusimos en la sección IV.

Sobre el punto de vista de los estudiantes en Física I (dictado 2021) podemos emplear las evaluaciones semanales de Moodle, en que se les pedía que indicaran qué les resultó más difícil en ese período. Por ejemplo, al término de la tercera clase:

Hasta ahora creo que voy comprendiendo bien las clases y temas, sin embargo me cuesta un poco aplicar los conceptos teóricos a los ejercicios que nos dan en las actividades grupales. Por ejemplo, en la actividad del perro y la manzana, de la clase 3, con mis compañeros la fuimos planteando de forma similar a un ejercicio de secundaria, según nos dijo la profesora cuando pasó a fijarse cómo íbamos. Este comentario nos ayudó a replantear el ejercicio y aplicar lo que habíamos visto en las clases anteriores, pudiendo llegar así a una resolución bastante aproximada a la del profesor, aunque nos fue un poco difícil pensarlo de la forma que lo requiere la materia. (Un estudiante de Física I 2021, tarea semanal Moodle 22 a 28 de agosto)

Desde mi opinión, no me cuesta un tema en específico lo que se podría decir que se me dificulta o me toma un poco más de tiempo es el momento de analizar lo que debemos hacer pero una vez que entiendo puedo resolverlo. (Otro estudiante de Física I 2021, tarea semanal Moodle 22 a 28 de agosto)

Estas observaciones marcan, en nuestra opinión, que desde el inicio los estudiantes comprendieron lo que se pretendía de ellos: que no operaran “de memoria” recurriendo a hábitos adquiridos y que fueran explícitos en el uso de las herramientas disciplinares, y acusaron la dificultad implicada. Contamos con evidencia de que esta es la opinión mayoritaria meses después de finalizado el curso y acreditada la materia: al comienzo del curso de Física II 2022 (seis meses después de concluido el dictado de Física I) se realizó una actividad presencial en la que se les consultó sobre los principales desafíos de cursar Física en la Universidad, las estrategias para enfrentarlos y sus insatisfacciones al respecto. El consenso fue que resultaba costoso salir de la lógica “mecánica” (en sus palabras) de simplemente “aplicar fórmulas”, para pasar a “pensar”, “interpretar”, “definir objeto de estudio, entorno, modelo” (es decir, plantear lo metodológico). Según los estudiantes eso resultaba con frecuencia “frustrante” y hacía que estuvieran con frecuencia poco motivados para dedicar tiempo más allá de las clases. Estas opiniones muestran, por un lado, que aún hay mucha tarea por delante en cuanto a lo anímico y actitudinal, más allá de que sea esperable en estudiantes que llegan a las carreras del ICPA con una marcada preferencia hacia ciencias no cuantitativas y acarreado ya experiencias negativas. Pero, por otro lado, que la secuencia didáctica implementada logró hacerles dar ese salto, ser conscientes de las limitaciones de “simplemente usar las fórmulas” y lograr una comprensión significativa.

En Física II edición 2021 aparecía este tipo de valoraciones (el hecho de que la metodología pretendía “hacerles pensar” en vez de “usar fórmulas”) pero muchas veces los estudiantes entendían esto como algo negativo de la propuesta, sin ver en algunos casos la importancia de ese cambio como competencia profesional. Eso ocurrió en particular con dos estudiantes. Afortunadamente, ambas rindieron un excelente final, y en el proceso de prepararlo (en las consultas y en la exposición) mostraron que habían cambiado marcadamente de opinión. Deseamos implementar mejoras que permitan que la mayoría de los estudiantes comprendan esto mucho antes y transiten los espacios curriculares con más disfrute.

VI. LOS APRENDIZAJES PARA LA POSPANDEMIA

No hace falta hablar de la cantidad de trastornos y dificultades acarreados por el aislamiento social obligatorio. Pero, como siempre, las novedades traen oportunidades. La necesidad de ofrecer una materia en ese contexto nos obligó a adoptar tecnologías, pero sobre todo nos obligó a salir de cierto “piloto automático” en el que aún quienes nos esforzamos por innovar no podemos evitar caer, y nos dotó de una gran cantidad de observaciones que en otro contexto no hubieran ocurrido.

El seguimiento individual por escrito puede complementar el vínculo presencial y potenciarlo. Algunas observaciones: el solo hecho de que el estudiante deba interpretar una devolución escrita hace que los docentes tengamos una vivencia mucho más concreta de las dificultades de lectoescritura específica de nuestra disciplina, y nos da una oportunidad invaluable para tutelar el proceso de superarlas. También, al quedar el registro longitudinal de actividades y devoluciones, el estudiante puede apreciar al final del recorrido su progreso de un modo mucho más contundente, sin depender de una memoria de la palabra hablada que es muy lábil.

Es de destacar que la forma de evaluación desarrollada en 2021 está mucho más en línea con la propuesta conceptual, no contentándose con medir el producto y, en cambio, dando elementos para validar el proceso por el cual los estudiantes construyen conocimiento científico.

Es importante el registro que fuimos haciendo de la experiencia y las ideas para implementar a futuro. Es muy habitual que como docentes tengamos ideas de posibles mejoras inmediatamente después de cada tema, lección o actividad, o que detectemos dificultades, pero al no registrarlas la mayoría no impacta en mejoras futuras, y nos encontramos a menudo recordando que esta dificultad “nos pasa siempre”. Las minutas, las listas de chequeo y las ideas para estudiar a futuro que quedaron de implementar la metodología ágil son herramientas que nos quedan ahora que las reuniones y las clases son otra vez presenciales.

Hagamos algunas consideraciones sobre el empleo de tecnología en las aulas. Por empezar, hay un consenso generalizado en docentes y estudiantes de que la presencialidad es irremplazable. Fue muy emotivo el retorno al aula. El vínculo que se logra, la calidad en cuanto a la posibilidad de compenetrarse, el hecho de poder ponerle el cuerpo a los conceptos y los procedimientos, son aspectos de los que el aprendizaje de una disciplina altamente social como es una ciencia no puede prescindir, y que la tecnología disponible hoy no puede brindar en la virtualidad. Pero no menos cierto es que sin esa tecnología se hubieran perdido dos años académicos completos: basta recordar el mes de cuarentena durante la pandemia de gripe A de 2009-2010. También es útil recordar que la tecnología no resuelve nada por sí sola y que sin una adecuada sistematización de las prácticas puede ser más un obstáculo que una herramienta. La misma herramienta tecnológica rendirá más y más a medida que un equipo docente genere sistemas mejores, lo que se logra iterando ciclos de innovación planificada y evaluada, como es el caso tanto en la innovación sistemática como en la metodología ágil. Otro aspecto importante es que se exagera la importancia de las características que diferencian soluciones tecnológicas similares: si bien es cierto que existen ventajas y desventajas, la experticia del usuario y, sobre todo, los sistemas montados por este tienen un impacto muy superior en la productividad. Un buen ejemplo en nuestro caso es Meet y Zoom : en principio la segunda es “mejor para el trabajo en grupo”, pero nuestro equipo tiene acceso premium solo a la primera. Como hemos contado, un buen sistema nos permitió suplir con Meet esa funcionalidad nativa de Zoom. Nuestro consejo en este sentido: usar la herramienta con la que el equipo esté más familiarizado (o, en todo caso, la disponible) y sacarle el máximo provecho vía un proceso deliberado de sistematización y mejoras.

Para esta edición 2022 nos proponemos implementar en Física I algunas mejoras mínimas a partir de las observaciones del 2021, y concentrar nuestro esfuerzo en Física II, para ponerla al nivel de aquella. Además esperamos poder volcar parte de esta experiencia en problemas de investigación. Hasta ahora, hemos trabajado a nivel del individuo, pero nuestra experiencia marca muy claramente que la clave de un trabajo de aula exitoso viene dada por la interacción comunitaria.

Creemos que esta experiencia puede ser de utilidad a cualquier docente que desee implementar innovación sistemática en cursos de Física universitaria pues, si bien ella está descripta en varios trabajos de gran valor (Jiménez y Petrucci, 2004, Petrucci, 2009), contar con ejemplos concretos de implementación puede ahorrar mucho tiempo de prueba y error. En particular, las innovaciones implementadas en nuestro espacio, que articulan experiencia sistematizada con investigación “de gabinete”, son el resultado de más de una década de ejecución de ciclos de innovación sistemática en el Taller de Enseñanza de Física de la UNLP y en las Físicas del ICPA-UNTDF. Quienes más valor pueden obtener de este trabajo son los equipos docentes que imparten Física universitaria para carreras en las que la Física sea importante pero auxiliar (Geología, Ciencias ambientales, Biología, Bioquímica, Biotecnología, etcétera).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó en el marco del proyecto de investigación PIDUNTDF B “Formación de redes de conocimiento para abordar la complejidad en Tierra del Fuego”. Queremos agradecer el apoyo del ICPA-UNTDF, en el que los autores revistamos como docentes-investigadores, a las actividades de innovación sistemática que desarrollamos en nuestros espacios curriculares y que han permitido desarrollar la experiencia aquí narrada.

REFERENCIAS

Badagnani, D., Petrucci, D., y Cappannini, O. (2017). Evidence on the coherence–pieces debate from the force concept inventory. *European Journal of Physics*, 39(1), 015705.

Badagnani, D., Terzzoli, M. C. y Schlaps, E. (2019). Evidencia experimental de la dualidad de recursos en el conocimiento privado inicial de la mecánica. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31(extra), 21-28. Recuperado a partir de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/26522>.

Badagnani, D., Terzzoli, M. C., Schlaps, E. y Petrucci, D. (2020). Patrón de respuestas a preguntas conceptuales sobre Mecánica Newtoniana: implicancias para el aprendizaje. *Revista de Enseñanza de la Física*, 32(extra), 25-32. Recuperado a partir de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/30963>.

Chan, F. K. y Thong, J. Y. (2009). Acceptance of agile methodologies: A critical review and conceptual framework. *Decision support systems*, 46(4), 803-814.

Flako fuentes. (2013, octubre 7). *Video censurado varias veces ENERGÍA GRATIS, ENERGÍA LIBRE, motor magnético*. [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=NVk-HdQos5k>

García, A. M. D. y Cuello, R. O. (2009). Interacción entre la evaluación continua y la autoevaluación formativa: La potenciación del aprendizaje autónomo. *Revista de docencia universitaria*, 7(4).

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.

Institweet. (2011, septiembre 30). *Física dinámica balanza en un ascensor*. [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=ELwCfLCyI60>

Jiménez, M. R. y Petrucci, D. (2004). La innovación sistemática: un análisis continuo de la práctica docente universitaria de ciencias. *Revista Investigación en la Escuela*, 52, 79-89.

Nut-T. (2014, septiembre 29). *Estudio del peso aparente en un ascensor*. [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=buuSnImoKSE>

Petrucci, D. (2009). El Taller de Enseñanza de Física de la UNLP como innovación: diseño, desarrollo y evaluación. Tesis doctoral en Didáctica de las Ciencias Naturales de la Universidad de Granada.

Ramos, M. (2016, 25 de abril). *Peso Aparente* [Video]. YouTube. <http://youtube.com/watch?v=wxRohmlAo8I>

Salza, P., Musmarra, P., y Ferrucci, F. (2019). Agile methodologies in education: A review. *Agile and lean concepts for teaching and learning*, 25-45.