



García, Daiana Gisele

El trabajo colaborativo como estrategia para promover la innovación en la enseñanza de la física en la universidad



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.
Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 2.5
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/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:

García, D. G. (2022). *El trabajo colaborativo como estrategia para promover la innovación en la enseñanza de la física en la universidad. (Tesis de doctorado). 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/20.500.11807/3918>*

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

El trabajo colaborativo como estrategia para promover la innovación en la enseñanza de la física en la universidad

TESIS DOCTORAL

Daiana Gisele García

daiana.e17@gmail.com

Resumen

Los cambios que ha sufrido la sociedad en los últimos años producto del desarrollo científico y tecnológico, sumados a la reciente pandemia mundial que desestabilizó al mundo entero, ponen de manifiesto la necesidad de revisar el propósito de la educación en esta nueva dinámica social, favoreciendo procesos de innovación en las prácticas de enseñanza del sistema educativo en general y del universitario en particular.

Se considera que un actor central en cualquier proceso de innovación es el docente universitario quien es considerado como articulador de cualquier innovación y quién tiene un rol clave en el diseño de las prácticas de enseñanza. Sin embargo, no es posible pensar que tan compleja tarea pueda recaer bajo su exclusiva responsabilidad. En este sentido, el acompañamiento del sistema universitario en la formación continua de los docentes del nivel superior se transforma en un desafío y ocupa un papel central para la didáctica universitaria en la actualidad.

El objetivo de esta investigación es estudiar las prácticas de enseñanza de profesores universitarios de física cuando se conforman equipos de trabajo colaborativo con investigadores en enseñanza de las ciencias, para integrar las TIC en sus clases. Se parte de asumir que las propuestas de enseñanza innovadoras tienen impacto en el sistema educativo cuando son producto de una construcción conjunta entre los docentes y los investigadores en enseñanza de las ciencias y que las innovaciones se vuelven significativas cuando son resultado del acercamiento de las miradas entre ambos actores.

El marco teórico resultó de un proceso de diálogo de constructos teóricos de varios campos disciplinares, entre ellos, la didáctica general, la didáctica universitaria y la didáctica de las ciencias. En primer lugar se aborda el concepto de prácticas de enseñanza y las

dimensiones para su estudio a partir del concepto de enfoque de enseñanza. Posteriormente se realiza una descripción de la enseñanza tradicional y se caracterizan posibles lineamientos para pensar en la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en la universidad. Finalmente se caracteriza el trabajo colaborativo como estrategia para la transformación de las prácticas de enseñanza.

La investigación se sitúa bajo el paradigma de investigación cualitativo, dado que se busca comprender las prácticas de enseñanza, profundizando en los puntos de vista y significados que los docentes les otorgan, explorándolos desde su propia perspectiva, en su ambiente natural y en relación con su contexto. Para ello, se lleva a cabo un estudio de caso en el que se adoptan herramientas de la etnografía y de la investigación acción participativa. Se trabaja de forma colaborativa con dos docentes universitarios que dictan física en una cátedra de Física 1 de la Licenciatura y el Profesorado de Física de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNCPBA, durante dos años consecutivos. Los objetivos son: describir el proceso de trabajo colaborativo, caracterizar las transformaciones producidas en la práctica de enseñanza de profesores de física universitaria como consecuencia de la colaboración y analizar, empleando las categorías del modelo TPACK, las transformaciones en los conocimientos de los docentes. La construcción de los datos a partir de los registros se orienta a partir de definir a la Actividad como la unidad de análisis. Para ello, se tomaron elementos de la Teoría de la Actividad, particularmente, el modelo de Engeström, como "lente" para procesar y analizar los mismos, a la luz de los referentes teóricos.

Los resultados de esta investigación dan cuenta que el trabajo colaborativo se presenta como una estrategia con grandes potencialidades por su triple alcance: por un lado, la resignificación y transformación de las prácticas de enseñanza, atendiendo a las necesidades educativas que se presentan como apremiantes en la actualidad. Por el otro, la posibilidad de generar movimientos en el conocimiento de los docentes, a partir de la reflexión sobre su propia práctica y la resignificación de la misma, contribuyendo con su formación docente continua. Finalmente, la construcción de conocimiento científico sobre los procesos educativos propios de la enseñanza de la física universitaria, que contribuye con el desarrollo del campo de investigación en la didáctica del nivel.

Directora: Dra. María Alejandra Domínguez

Co Directora: Dra. María Silvia Stipcich

Tutora: Mg. Cristina Wainmaier

Agradecimientos

Hubo alguien.

Hubo alguien que me crió con mucho esfuerzo y desde el amor, que me enseñó que no había límites para mí y me hizo creer que otra forma de vida era posible.

Hubo alguien que me enseñó que la educación es lo más maravilloso que tiene este mundo y el mejor camino para hacer posibles pequeños grandes cambios.

Hubo alguien que me acompañó hasta el tren porque era mi primera vez tan lejos de casa.

Alguien que se sentó conmigo ida y vuelta solo para que me sintiera segura de que todo iba a estar bien.

Hubo alguien que me brindó un lugar para dormir lejos de casa, en la gran ciudad. Alguien que me hizo un lugarcito junto a su familia y me ofreció un plato de comida.

Hubo alguien que con mucha humildad y grandeza me abrió las puertas de su aula y confió en que juntos podíamos hacer algo distinto.

Hubo alguien que me leyó una y otra vez mis ideas desordenadas, que me ayudó con paciencia, que me enseñó que todo es un proceso, con altos y bajos, pero que conducen a un buen lugar.

Hubo alguien que me cebó mate, me prestó su oreja y me abrazó, como sólo un amigo lo hace, cuando las crisis aparecieron y las ganas de abandonar todo me invadieron.

Hubo alguien que me esperó largas horas para ir a jugar mientras yo escribía, y me recibió con besos y abrazos de esos que te reconstruyen el alma cansada.

Hubo alguien que me dio su apoyo, como sólo un compañero de vida puede hacer, me acompañó con dulzura en mis momentos más difíciles y supo poner el hombro para que descansara en él.

Siempre hubo alguien.

Porque sin la ayuda de cada uno, esto no hubiera sido posible.

Gracias, desde lo más profundo de mi corazón

Este trabajo es para todas y todos ustedes

Índice

<u>INTRODUCCIÓN</u>	7
<u>CAPÍTULO 1: Pensar la innovación en el marco de la colaboración. El estado de la cuestión y la propuesta de investigación</u>	11
<u>1.1. Presentación del tema y su relevancia para la comunidad científica</u>	13
<u>1.1.1. Breve reseña de los orígenes de la Didáctica Universitaria</u>	15
<u>1.1.2. La innovación como respuesta a la demanda de la sociedad moderna. Una mirada desde la Didáctica universitaria</u>	18
<u>1.1.3. El rol del profesor universitario como elemento clave para promover procesos de innovación</u>	21
<u>1.1.4. Definición del tema de interés de este trabajo</u>	23
<u>1.1.5. Innovación y docencia universitaria. Presencia del tema en el campo de investigación</u>	24
<u>1.1.6. Las investigaciones que abordan procesos de innovación en la enseñanza iberoamericana. Una mirada del rol docente</u>	29
<u>1.1.7. Diagnóstico y aproximación al tema a partir de un acercamiento al terreno</u>	32
<u>1.1.8. Un apartado especial en relación a la situación de Pandemia</u>	34
<u>1.2. Formulación del problema</u>	42
<u>1.2.1. Objetivos que orientan el trabajo</u>	43
<u>1.2.2. Algunas anticipaciones de sentido</u>	44
<u>CAPÍTULO 2. El estudio de las prácticas de enseñanza</u>	46
<u>2.1. Investigar la enseñanza</u>	48
<u>2.2. La enseñanza tradicional</u>	53
<u>2.3. ¿De qué hablamos cuando hablamos de Innovación?</u>	58
<u>2.3.1. Una nueva cultura de aprendizaje en el nivel superior</u>	66
<u>2.3.2. Las metodologías activas de enseñanza como facilitadoras de la innovación</u>	69
<u>2.3.3. Algunos aportes de la didáctica de las ciencias</u>	73
<u>2.3.3.1. ¿Qué ciencia enseñar?</u>	74

<u>2.3.3.2. La modelización en la enseñanza de las ciencias</u>	76
<u>2.3.3.3. La enseñanza de las ciencias con TIC y los simuladores computacionales</u>	79
<u>2.4. La integración del conocimiento disciplinar, pedagógico y tecnológico como elemento clave para favorecer la innovación</u>	82
<u>2.4.1. Estudios sobre el conocimiento de los docentes</u>	83
<u>2.4.2. El modelo Tpack</u>	84
<u>2.5. El trabajo colaborativo como estrategia para la innovación en la universidad</u>	88
<u>2.5.1. Diferencia entre trabajo colaborativo y cooperativo</u>	91
<u>2.5.2. Características del trabajo colaborativo</u>	90
<u>CAPÍTULO 3. Decisiones metodológicas</u>	95
<u>3.1. Fundamentación de las decisiones metodológicas asumidas</u>	97
<u>3.1.1. Estrategias metodológicas</u>	101
<u>3.1.2. El caso de estudio</u>	103
<u>3.1.3. Estrategias de recolección de información: los registros</u>	106
<u>3.2. Las unidades de análisis</u>	109
<u>3.2.1. La actividad como unidad de análisis: Fundamentos de la Teoría de la actividad</u>	110
<u>3.2.2. Segmentación de los registros a partir de las actividades</u>	112
<u>3.2.3. El modelo de actividad propuesto por Engeström</u>	114
<u>3.3. Niveles de análisis a partir de la Teoría de la Actividad.</u>	120
<u>3.3.1. Nivel 1: Construcción de categorías para la caracterización de las prácticas de enseñanza en la Fase Interactiva</u>	121
<u>3.3.1.1. Nivel 1, Etapa 1. Construcción de categorías para el análisis de los elementos de la actividad</u>	128

<u>3.3.1.2. Nivel 1, Etapa 2. Construcción de categorías para el análisis de relaciones entre elementos</u>	133
<u>3.3.2. Nivel 2: Descripción de las prácticas de enseñanza en la fase pre-activa y pos-activa, en el marco de la colaboración</u>	134
<u>3.3.2.1. Nivel 2, Etapa 1: Delimitación de categorías para la descripción del proceso colaborativo</u>	135
<u>3.3.2.2. Nivel 2, Etapa 2: Categorías de análisis para la identificación de contradicciones</u>	137
<u>3.3.3. Nivel 3: Análisis de las actividades de las tres fases</u>	139
<u>CAPÍTULO 4. Análisis y discusión de los resultados de la investigación</u>	143
<u>4.1. Las transformaciones producidas en las prácticas de enseñanza y el trabajo en colaboración que las sustentan</u>	145
<u>4.1.A. Actividades de iniciación: recuperación de aspectos teóricos y análisis de ejemplos cotidianos</u>	147
<u>4.1.B. Actividades de estructuración</u>	153
<u>4.1. B.1. La incorporación de actividades en un espacio de cátedra virtual</u>	177
<u>4.1.C. Actividades de cierre</u>	183
<u>4.2. Reconstruyendo los procesos de cambio</u>	196
<u>4.3. Algunos aportes que contribuyen a pensar la transformación de las prácticas de enseñanza</u>	205
<u>4.4. Algunos aportes que contribuyen a pensar la colaboración</u>	220
<u>4.5. Las evidencias de cambio en el conocimiento docente</u>	245
<u>4.5.1. Un modelo para la evolución del conocimiento docente, a la luz del TPACK</u>	254
<u>CAPÍTULO 5. Conclusiones</u>	258
<u>5.1. Conclusiones y recomendaciones</u>	260
<u>5.2. Proyecciones futuras</u>	264
<u>Referencias Bibliográficas</u>	266
<u>Anexo</u>	279

Introducción

Los cambios que ha sufrido la sociedad en los últimos años han suscitado en las instituciones universitarias la necesidad de repensar sus propósitos y revisar el rol que han desempeñado a lo largo del tiempo. Las investigaciones en el campo de la didáctica de la educación superior plantean que es preciso considerar diversas cuestiones entre las que aparece como central colocar al estudiante en un rol protagónico en el proceso de aprendizaje, generando condiciones óptimas para su formación integral. Esto implica transformar la forma tradicional en la que la enseñanza universitaria se ha venido desarrollando para dar lugar a procesos de innovación en las prácticas de enseñanza en sintonía con modos actuales de ser y estar en la sociedad moderna.

A partir de marzo de 2020 la pandemia ocasionada por el virus COVID-19 llevó al sistema educativo del mundo entero a cambiar, de forma acelerada, las prácticas de enseñanza, a partir del diseño de alternativas que permitieran sostener la continuidad de las propuestas pedagógicas (Maggio, 2021). Ahora bien, ¿Es posible asumir que estas alternativas didácticas que surgieron de forma vertiginosa, acelerada, bajo un gran halo de incertidumbre y conmoción representan genuinos procesos de innovación? ¿Es posible afirmar que se trata de nuevas prácticas de enseñanza donde los encuadres teóricos y metodológicos que sustentan la enseñanza han cobrado realmente nuevos significados? Al respecto, Vicentini (2020) expresa:

La adopción de tecnologías digitales ya era un proceso hacia el que muchas universidades se estaban dirigiendo. Sin embargo, la forma acelerada que se debió adoptar como consecuencia de las medidas de distanciamiento social impuestas por la pandemia generan ventajas, desventajas y riesgos al sector académico. Si bien se abre un escenario de oportunidades para hacer la inmersión digital de profesores y estudiantes, existe el riesgo de que el proceso fracase por la forma acelerada de adopción, sin suficiente tiempo para formar a los actores implicados o generar una capacidad tecnológica sostenible. (p. 5)

Maggio (2021) sostiene que la digitalización acelerada no está dando lugar a prácticas reinventadas en sintonía con los modos contemporáneos en que el conocimiento se produce y difunde. La autora afirma que:

El proceso de virtualización se da como espejo de las prácticas presenciales de la Universidad prepandemia, en las que la didáctica clásica seguía siendo hegemónica. Podríamos decir, a modo de hipótesis, que la celeridad producto de la conmoción que produjo el cierre de los edificios no generó un tiempo y espacio para la necesaria revisión de encuadres en procesos de diálogo y el consecuente rediseño de las propuestas pedagógico-didácticas. (Maggio, 2021, p. 211)

Sin duda la pandemia ha allanado una parte importante del camino, pero para que los frutos de tanto trabajo se vuelvan realmente significativos, es necesario comenzar a pensar en el camino a seguir. Si bien este trabajo de investigación tiene sus orígenes en años previos al COVID-19, consideramos que se resignifica a la luz de las necesidades actuales de capitalizar lo vivido en el contexto de la pandemia, a la vez que proporciona elementos teóricos que permiten pensar y proyectar el desarrollo de políticas institucionales de apoyo a la innovación y a la formación docente.

Se asume en este trabajo que las innovaciones, particularmente aquellas que incorporan tecnología, son procesos lentos, complejos y que requieren de la conjunción de diversas miradas.

Lo que presentamos es una investigación que se sustenta en un trabajo de tipo colaborativo entre docentes universitarios de física e investigadores en enseñanza de las ciencias, para propiciar procesos de innovación donde se incorporan tecnologías a partir de la resignificación de las prácticas de enseñanza.

A los fines de su comunicación, este documento se organizó en seis capítulos:

1. **Pensar la innovación en el marco de la colaboración:** se presenta el estado de la cuestión con el fin de caracterizar los avances de la

investigación en la actualidad. Se describen los resultados de un proceso de revisión bibliográfica en relación al rol del profesor universitario en los procesos de innovación mediados por tecnología en el aula del nivel superior. Se presenta una breve reseña que recupera aspectos vinculados al contexto de pandemia y que se consideran relevantes para este trabajo. Se define el tema de investigación, su importancia para la comunidad científica y se configura el problema de investigación.

2. **El estudio de las prácticas de enseñanza en la universidad:** en este apartado se describen los referentes teóricos que orientan el trabajo de investigación. Se focaliza en las prácticas de enseñanza y la consideración de diferentes dimensiones para su estudio. Posteriormente, se realiza una descripción de la enseñanza tradicional y se caracterizan posibles lineamientos para pensar en la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en la universidad. Finalmente se caracteriza el trabajo colaborativo como estrategia para la transformación de las prácticas de enseñanza.
3. **Decisiones metodológicas:** se describe el abordaje metodológico en el que se sitúa la investigación. Se presentan las estrategias que se han adoptado para llevar adelante la recolección de la información, la construcción de los datos y el procesamiento de los mismos, tomando como referente metodológico la Teoría de la Actividad.
4. **Análisis y discusión de los resultados de la investigación:** se presentan los resultados y su análisis en relación con los compromisos teóricos asumidos, atendiendo a tres ejes: a) el proceso de transformación que tuvo lugar en las prácticas de enseñanza en el marco del trabajo en colaboración; b) el proceso de cambio que tuvo lugar en el desarrollo del trabajo colaborativo; c) el proceso de modificación en el conocimiento de los docentes en función de las categorías del modelo TPACK.

5. **Conclusiones, recomendaciones y proyecciones futuras:** se presentan las conclusiones atendiendo a las preguntas y los objetivos planteados en el capítulo 1 y se enumeran posibles recomendaciones derivadas de este trabajo, junto con algunas proyecciones de investigaciones futuras.

CAPÍTULO 1:

***Pensar la innovación en el
marco de la colaboración***

Estado de la cuestión

Resumen del capítulo

En este capítulo se presenta el recorrido realizado por la investigadora para aproximarse al estado de la cuestión en relación a los procesos de innovación con TIC en la enseñanza universitaria en la actualidad. Se define el tema de investigación, su importancia para la comunidad científica y se configura el problema.

1.1. Presentación del tema y su relevancia para la comunidad científica

Las tecnologías de la información y la comunicación (en adelante TIC) han atravesado la sociedad, la vida de las personas, y la mayor parte, sino todas, de las prácticas que a diario desempeñan. Es innegable que su presencia alteró las formas de ser y estar de los sujetos en esta nueva era digital.

El contexto de pandemia aceleró los procesos de apropiación de las tecnologías, fortaleciendo los usos tradicionales de las mismas y otorgándoles también nuevos roles.

Las prácticas educativas no permanecen ajenas a este hecho. La necesidad de sostener la continuidad pedagógica, llevó a muchos docentes a incorporar de forma acelerada nuevas tecnologías como audios, videos, pizarras digitales, plataformas, videollamadas, recursos para los cuales no contaron, en la mayoría de los casos, con espacios de capacitación. Casi no se dispuso de tiempo para reflexionar de forma crítica sobre lo acontecido; la inmediatez hizo que "se hiciera sobre la marcha" lo que se pudo y con los recursos disponibles. Lion (2020) afirma:

El contexto actual plantea incertidumbres. Las articulaciones conocidas entre el mundo educativo y el mundo del afuera de la escuela se han visto sacudidas. El espacio del "afuera" es enorme ahora (se ha expandido) y agrega una capa más de angustia al tener que salir a crear, prácticamente, una escuela/universidad distinta de la conocida. De repente, nos vemos inmersos en plataformas diversas (entornos virtuales y herramientas de streaming para los encuentros sincrónicos); tener que planificar clases que no imaginamos; en ocasiones con saturación de actividades ("activitis"); en otras con ausencia de propuestas; familias que tienen que hacer frente a tarea escolar; entre otras cuestiones) y, por supuesto, seguir enseñando. (Lion, 2020, p.2)

La autora sostiene que sin duda este abrupto cambio nos dejará aprendizajes: como sociedad; como institución educativa; como seres humanos; y plantea la necesidad de reconocer esta situación como un escenario de oportunidades,

especialmente para *“diseñar propuestas educativas de relevancia, contextualizadas y con sentido pedagógico”*.

Por su parte, Filkenstein (2020) plantea:

Si bien las alteraciones producidas por la situación actual no son de carácter definitivo, es necesario que las propuestas de enseñanza sean productivas y que el esfuerzo realizado por docentes y estudiantes no haya sido en vano y pueda ser capitalizado cuando retornemos a las aulas. Debemos reconocer que esta situación es inédita y que, como tal, nos exige adecuaciones que no revisten el carácter de permanentes. (Filkenstein, 2020, p.6)

Destacamos la importancia de una reflexión sistemática sobre las prácticas de enseñanza para la explicitación de los supuestos que le dan sustento y que estarán presentes en todo tiempo, más allá de la pandemia.

En lo que respecta particularmente a las prácticas de enseñanza en el nivel superior, la necesidad de garantizar el desarrollo de profesionales con competencias suficientes, entre ellas las tecnológicas, para hacer frente a las demandas de la sociedad actual, se vuelve apremiante. Particularmente en las instituciones que forman profesionales en disciplinas científicas, las necesidades se ven aún más intensificadas, dado que la misma forma de hacer y producir conocimiento en el campo académico se ha visto fuertemente transformada por los desarrollos tecnológicos. Sin embargo, Maggio (2021) sostiene que *las políticas de apoyo a la innovación y a la formación docente no parecen haber alcanzado para quebrar modos de hacer clásicos persistentes, expresiones cabales de la ciencia moderna en la Universidad*. La autora afirma incluso que, si bien la pandemia ha tenido un efecto “acelerador de la digitalización”, no necesariamente esto implica la transformación de las propuestas dando cuenta de los modos en que se construye el conocimiento en la contemporaneidad.

Esto nos obliga a repensar qué enseñamos en la universidad y qué significa formar a un profesional (Filkenstein, 2020). Son tiempos de encuadre y decisiones institucionales que sostengan a los docentes; que brinden

lineamientos para construir criterios compartidos que nos inviten a diseñar propuestas de nuevo tipo; es necesario tomar decisiones institucionales que ofrezcan sostén y oportunidades de colaboración genuina en la construcción de las propuestas educativas que se despliegan (Lion, 2020).

Lo antes expuesto revela una serie de cuestiones a ser atendidas por la comunidad académica, en lo que a las prácticas de enseñanza con TIC en el nivel superior respecta. Algunas de ellas ya han comenzado a discutirse, otras son incipientes, y algunas aún esperan ser abordadas.

Se llevó a cabo una construcción alrededor del tema según los orígenes de la didáctica universitaria, las discusiones en relación a la innovación en este nivel, profundizando especialmente en el lugar que ocupa el docente universitario cuando se trata de innovar. Esto permitió transitar desde el tema hacia el problema de investigación.

Se presenta a continuación el estado de la cuestión.

1.1.1. Breve reseña de los orígenes de la Didáctica Universitaria

Las primeras reflexiones sobre la enseñanza en el nivel de educación superior se consolidan en torno a la fundación de la Universidad de Berlín a principios del siglo XIX, cuya creación buscaba satisfacer las necesidades de la sociedad en un rápido proceso de cambio. Allí emergen diversos términos como *pedagogía universitaria*, *pedagogía académica* y *didáctica universitaria*, todos utilizados para hacer mención a la enseñanza en el sistema universitario. En este contexto comienzan a surgir intereses por conformar una teoría general de la enseñanza universitaria pero son desestimados en un principio por dos grandes factores: por un lado, se creía que no era posible hablar de una única didáctica puesto que cada disciplina es poseedora de un método propio del saber que enseña; por otro, se consideraba que no era necesaria la formación de los docentes universitarios, puesto que su dominio del saber ya les otorgaba los conocimientos para enseñarlo.

Poco tiempo después, tanto en Europa como América Latina surgen publicaciones de libros sobre pedagogía universitaria, donde se compendian artículos de investigación que manifestaban ciertas problemáticas de la enseñanza en la universidad y la necesidad de abordarlas. En paralelo comenzaba a gestarse una distinción entre la didáctica general y las didácticas específicas, poniendo de relieve la necesidad de reflexionar en la enseñanza de las especialidades. Esto llevó a repensar la didáctica universitaria como una didáctica especial, circunscripta a los procesos educativos del nivel superior orientados a la formación de profesionales. Es así que alrededor de 1970 se comienza a consolidar la didáctica universitaria como tal y comienza a haber un interés por conceptualizar en torno a ella (Grisales-Franco, 2012). Diferentes autores ofrecen distintas conceptualizaciones al respecto:

- "Puede conceptuarse como una didáctica especial comprometida con lo significativo de los aprendizajes del futuro profesional, con su desarrollo personal y con el potencial de su inteligencia en función de las exigencias del contexto socio-político" (Díaz Herrera, 1999).
- "Se trata de un cuerpo de teorías y métodos destinados a estudiar y resolver una variada gama de problemas –de origen individual, grupal e institucional relacionados con la conducción del proceso de aprendizaje que realiza el adulto joven, a partir de un cierto periodo de escolarización previa, en la Universidad o institución equivalente" (Menin, 2001).
- "Un tipo de conocimiento del trabajo de los profesores, en los cuales vamos a intentar resolver los problemas prácticos que tengamos, que pueden ser ideas más generales sobre el conocimiento didáctico y lo que son las ideas más concretas sobre cada una de las disciplinas, lo que en la literatura y en el contexto universitario se llama las didácticas especializadas" (Zabalza, 2005)

- "Se trata de una disciplina constituida, una didáctica especializada, cuyo objeto de estudio son las prácticas de enseñanza en el ámbito universitario" (Camillioni, 2008).
- Se ocupa de "investigar la sociedad del conocimiento, las tendencias en las competencias laborales, el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación y su incidencia en el profesional que se espera formar para el futuro" (Landazabal Cuervo y Pineda Ballesteros, 2010)".
- "Guarda el sentido de ser la práctica de la enseñanza en la universidad pero a la vez, es un cuerpo teórico que estudia los problemas referentes a la enseñanza en este nivel de educación, con miras a posibilitar el aprendizaje de los estudiantes universitarios" (Grisales-Franco, 2012)

La conceptualización adoptada en esta investigación se aproxima a la propuesta de Zabalza (2008) quien propone la didáctica universitaria como una disciplina que:

...nos ayude a conocer mejor lo que sucede en los procesos de enseñanza y aprendizaje que se producen en la Educación Superior. Ello nos posibilitará crear y sistematizar un cuerpo de conocimientos y de metodologías capaces de incidir en la mejora de las prácticas docentes; nos ofrecerá herramientas conceptuales y operativas para generar estrategias de acción capaces de mejorar cualitativamente los procesos de enseñanza-aprendizaje que llevamos a cabo en nuestras clases o a través de mediaciones virtuales. (Zabalza, 2008, p. 494)

Por lo antes expuesto, asumimos que los conocimientos producidos en esta investigación aportarían al desarrollo tanto teórico como metodológico de la didáctica universitaria, dado que el interés de este trabajo está en los procesos de innovación que incorporan tecnologías en el marco de un trabajo en colaboración, en el nivel universitario.

1.1.2. La innovación como respuesta a la demanda de la sociedad moderna. Una mirada desde la Didáctica universitaria

Si bien la Didáctica Universitaria se ha ido consolidando como cuerpo teórico de conocimientos, no es hasta alrededor del año 2000 cuando cobra un rol protagónico en el ámbito de la investigación, debido al proceso de convergencia hacia un Espacio Europeo de Educación Superior y su análogo en América Latina denominado proyecto Tuning. Estos programas promueven procesos innovadores de la enseñanza universitaria tanto en cuestiones políticas, financieras, institucionales como pedagógicas, con el objetivo de mejorar la calidad de la enseñanza en las universidades para responder a las nuevas demandas de la sociedad (Zabalza, 2008).

Martín-Barbero (2002) sostiene que lo que caracteriza a la nueva cultura en la que nos encontramos inmersos no es la afinidad por las máquinas y tecnologías desarrolladas, sino cómo ellas permiten nuevas formas de producción y distribución de saberes, el desarrollo de nuevos lenguajes y principalmente la deslocalización de los saberes, interpelando así el rol de las instituciones educativas y las tradicionales figuras poseedoras de la razón. El autor menciona, que las universidades no se han apropiado de esta nueva dinámica entre tecnología y saber, desconociendo el reto más fuerte que atraviesa hoy al sistema educativo que es la posibilidad de acceso al saber por fuera de dicha institución y la obsolescencia de su función de transmisora y única poseedora del conocimiento.

Maggio (2018) plantea que las prácticas educativas mutan muy lentamente en relación a otros cambios sociales, lo que genera que la enseñanza, particularmente en el aula universitaria, esté perdiendo sentido en esta nueva dinámica social. La autora afirma que tanto la sociedad como los estudiantes han cambiado pero la forma en la que se enseña sigue respondiendo a una perspectiva clásica en materia de didáctica.

Díaz (2001) afirma que un importante cambio que se debe dar en las aulas universitarias es la innovación en las estrategias de enseñanza, es decir el

conjunto de intencionalidades, procesos, recursos, secuencias de enseñanza etc. y de las actitudes del profesorado en relación al saber y al propio aprendiz.

Por su parte, Zabalza (2004) plantea que la docencia universitaria no constituía en sí misma un asunto relevante para las instituciones de nivel superior, por lo que la preocupación por mejorarla tampoco formaba parte de la agenda de intereses. Sin embargo, grandes movimientos como la declaración de Bolonia y la convergencia hacia el Espacio Europeo de Educación Superior, entre otros, han jugado un rol importante en el cuestionamiento de la práctica docente tradicional y el surgimiento de diferentes iniciativas para poner en marcha procesos de innovación.

Sin embargo, Landazabal Cuervo y Plneda Ballesteros (2010) afirman que la construcción didáctica en general y la didáctica universitaria en particular, se ven sometidas a ciertas resistencias por parte de sus actores, entre ellas:

- El profesorado no reconoce su envergadura como cuerpo teórico, y se resiste a la idea de que para enseñar no basta sólo con dominar la disciplina.
- Hay un descuido de las investigaciones en esta área de quienes practican la enseñanza como profesión.
- Aún hay escasa reflexión y divulgación de las investigaciones didácticas dentro de la propia comunidad.
- Se reconoce poco interés institucional en convertir la enseñanza en el nivel universitario como un verdadero proceso científico.

Prieto (2017) recupera una experiencia del año 1969, en la Nueva Escuela de Medicina de la Universidad McMaster (Hamilton, Canadá), en la cual la comisión académica decidió desarrollar un currículo completo de aprendizaje de la medicina basado en la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas a partir de casos concretos. El autor afirma que pese al notable éxito de estas metodologías para formar mejores abogados, jueces y médicos,

sólo una selecta minoría de universidades instauró esta metodología en sus enseñanzas médicas y se cuestiona:

¿Por qué la mayoría de los profesores e instituciones universitarias decidieron no cambiar y seguir apegados al método tradicional? La respuesta es que los métodos inductivos suponían una innovación demasiado radical para que fuese incorporada a la docencia por la mayor parte de los profesores universitarios, amantes de métodos más cómodos para ellos mismos y más seguros para llegar al final del temario. Si enfrentamos a los profesores universitarios ante el dilema de elegir entre aquellos métodos de enseñanza-aprendizaje que les permitan transmitir todos los contenidos del temario frente a aquellos métodos que permitan que sus alumnos ejerciten y desarrollen las competencias profesionales más importantes de una titulación (active and inductive learning methods), ¿qué elegirán el 95 % de ellos en la mayoría de las ocasiones? La experiencia demuestra que la inmensa mayoría de los profesores universitarios se decidirán por la opción que les permita avanzar más rápido con el temario aunque el coste sea no desarrollar las competencias de sus alumnos. (Prieto, 2017, p. 31)

Es posible establecer cierta analogía entre la situación presentada por el autor y el escenario actual de pandemia. Maggio (2021) sostiene:

La pandemia puede configurar un punto de inflexión en el que desde las prácticas de la enseñanza en la Universidad empiecen a reconocerse los fenómenos contemporáneos y a integrarse en los diseños, o bien uno en el que se produzca un abismo de carácter cultural en el que las propuestas didácticas queden totalmente desconectadas de los sujetos de la educación y se profundicen formas preexistentes de expulsión del nivel. (Maggio, 2021, p. 207)

Coincidimos con la preocupación expresada por la autora y asumimos que pese a que la pandemia nos ha obligado a acercarnos a la tecnología y a incorporarla en nuestras propuestas didácticas, vivenciando algunas de las potencialidades que ellas ofrecen, si no se trabaja en la resignificación de las prácticas de enseñanza para dotarlas de nuevos sentidos, estas

propuestas pueden caer rápidamente en desuso, en el retorno a la presencialidad.

Por lo antes expuesto, consideramos de gran relevancia la reflexión sobre la práctica, el diálogo entre diferentes actores y la delimitación de posibles caminos a seguir, para que tanto esfuerzo no sea en vano.

1.1.3. El rol del profesor universitario como elemento clave para promover procesos de innovación

Es necesario repensar las universidades atendiendo principalmente a la formación en didáctica de quienes se desempeñan en ella como docentes, más aún cuando se trata de profesionales que ejercen como profesores pero cuya formación no está vinculada a la enseñanza, como suele suceder en la mayoría de los casos.

Zabalza (2008) expresa:

No tendría sentido hablar de didáctica universitaria, salvo en auditorios especializados, si la cuestión de la docencia fuera irrelevante como, de hecho, lo ha venido siendo durante bastante tiempo. Por eso, déjenme preguntarme antes de nada, ¿dónde está la docencia en nuestra jerarquía de prioridades, en el ático o en el sótano? ¿Qué importancia tiene realmente la docencia en el conjunto del funcionamiento de una universidad? (Zabalza, 2008, p.490)

Si bien los docentes cuentan un elevado nivel de preparación profesional en su disciplina, esto muy pocas veces va acompañado por una formación sobre la práctica de enseñanza, por lo que carecen de herramientas para abordar las problemáticas que la innovación en el aula acarrea (Lucarelli, 2004). De acuerdo con esto, Díaz (2001) expresa que los docentes saben mucho de la ciencia que enseñan pero poco sobre la ciencia de enseñar, por lo que rescata la necesidad de contribuir en el desarrollo de una didáctica universitaria y en la apropiación de los docentes de dichos saberes.

En la misma línea, Zabalza (2008) plantea que la convergencia hacia el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) presenta seis grandes tópicos que pueden ser tomados como ejes para articular los cambios en el sistema universitario: el tema de créditos europeos, las competencias, el aprendizaje autónomo, el aprendizaje para toda la vida, los materiales didácticos y la formación del profesorado. Es preciso tener en cuenta que si no se atiende este último aspecto, es decir, sin la formación de los docentes, cualquier intento por abordar alguno de los otros ejes se torna complejo.

Es necesario pensar en una didáctica de la educación superior bajo un nuevo paradigma centrado en el aprendizaje, en el que los alumnos tengan una participación activa en su proceso formativo, vinculados con el entorno social que fomente el aprendizaje situado para dar solución a problemas reales, mediados por el trabajo colaborativo y bajo un sistema de evaluación auténtico (Moreno Olivos, 2011). Se trata de abandonar el paradigma centrado en la enseñanza, es decir, en el profesor. Esto de ningún modo significa descuidar la figura del docente sino otorgarle un nuevo rol que demandará resignificar su práctica y apropiarse de nuevas competencias

El continuo cambio que caracteriza a nuestra sociedad exige formadores de profesionales flexibles y con capacidad de adaptación a dichas demandas (Lopez, Perez, Lalama, 2017). Díaz (2001) manifiesta que será preciso generar programas de formación docente que consideren la investigación sobre la propia práctica, que apunten al trabajo en equipo de forma colaborativa, que conciban el aula como un espacio experimental donde se construyen los nuevos significados, que tengan en cuenta el desarrollo personal de cada profesor, que promuevan actitudes creativas y que partan de problemas propios de la práctica con el fin de buscarles una solución, entre otros. Para ello, es necesario que la investigación en didáctica en este nivel avance en la construcción de conocimientos que permitan que estos cambios sean posibles.

1.1.4. Definición del tema de interés de este trabajo

La sociedad contemporánea, también llamada “*Sociedad del conocimiento*” ha sido producto de grandes cambios atravesados fuertemente por la rápida evolución de la ciencia y la tecnología, generando que un conocimiento que un día resulta novedoso al siguiente pueda volverse rápidamente obsoleto.

Sumado a esto, el escenario pandémico ha puesto de relieve la necesidad de revisar el estado actual de la enseñanza en general y la universitaria en particular, habilitando la discusión sobre *¿Qué conocimientos debemos enseñar?* y *¿Cuál es la mejor forma de hacerlo?* para formar profesionales cuyas habilidades sean propicias para esta nueva dinámica social.

El desarrollo de tales cambios requiere de una didáctica específica, la didáctica universitaria, que se diferencia de la didáctica general particularmente por su objeto de interés. Entre sus temas de interés se reconoce, primordialmente, el estudio de la innovación en los enfoques de enseñanza predominantes en las aulas contemplando: el aprendizaje basado en el estudiante, la incorporación de tecnologías de la información y la comunicación, el desarrollo de programas basados en formación de los estudiantes por competencias y la implementación de nuevos diseños curriculares.

Para que todo esto sea posible se considera como crucial al docente universitario quien es considerado como articulador de cualquier proceso de innovación y quién tiene un rol clave en el diseño de las prácticas de enseñanza. Sin embargo, no es posible pensar que tan compleja tarea, pueda recaer bajo su exclusiva responsabilidad. En este sentido, el acompañamiento del sistema universitario en la formación continua de los docentes del nivel superior se transforma en un desafío y ocupa un papel central para la didáctica universitaria en la actualidad. Se necesitan lineamientos que garanticen la actualización en los conocimientos de quienes están al frente de las clases y que favorezcan la reflexión sobre los saberes que dan sentido a sus prácticas. Ello requiere de una oferta de formación continua a la vez que de una política de las instituciones educativas que trace las directrices en cuanto a quiénes

pueden ejercer la docencia y qué requerimientos serán los básicos para desempeñarse en ese rol.

A continuación se presenta un mapa conceptual que intenta mostrar, de forma sintética, los conceptos más importantes que se han descrito con anterioridad y que dan lugar al trabajo de tesis que se presenta.

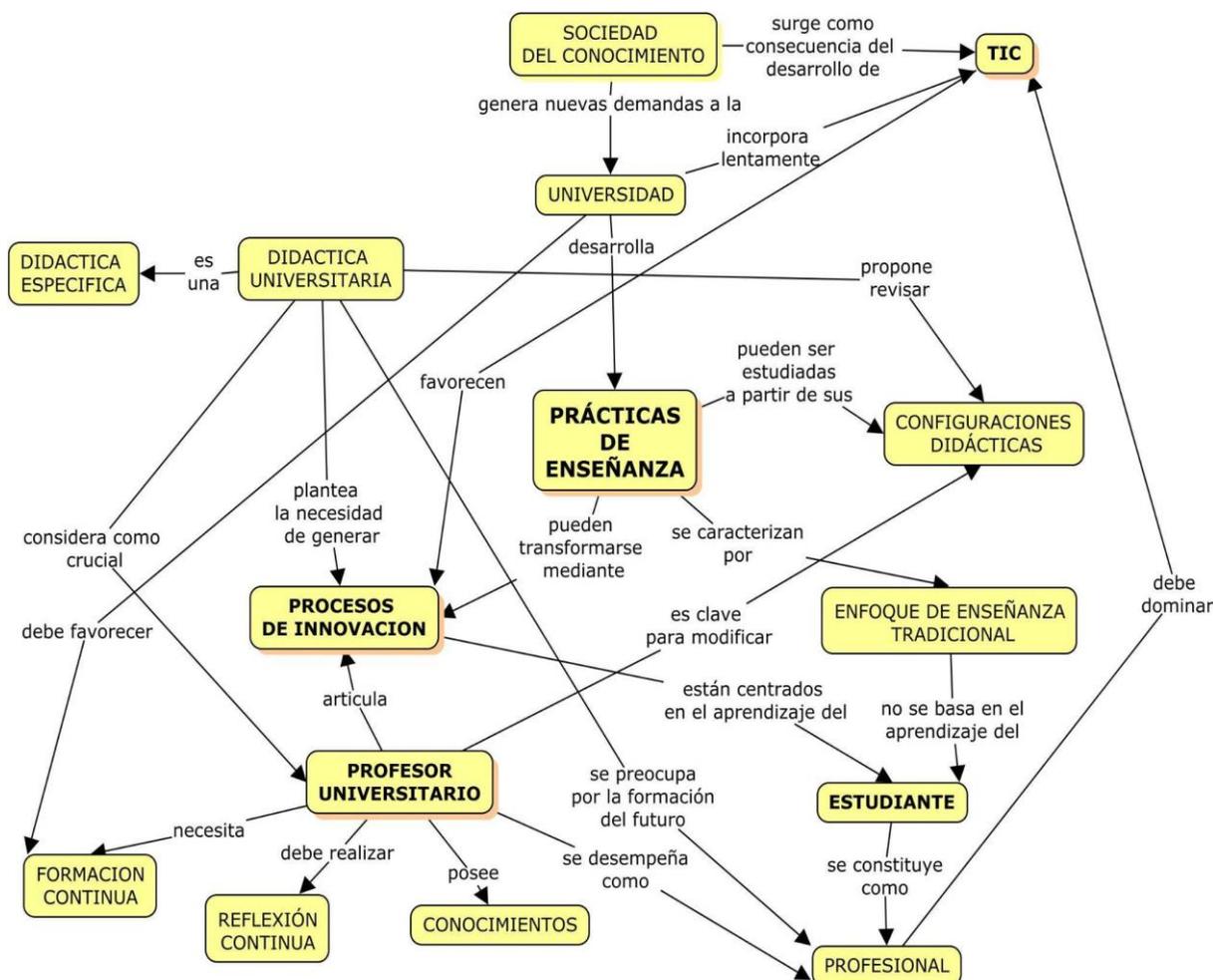


Figura 1. Mapa conceptual que sintetiza los aspectos más relevantes del tema de interés

1.1.5. Innovación y docencia universitaria. Presencia del tema en el campo de investigación

Asumiendo que el docente universitario tiene un rol clave en los procesos de innovación, se torna necesario conocer lo que la bibliografía presenta acerca de las innovaciones en las aulas universitarias y el lugar que allí ocupa el

profesor. Por ello, se llevó a cabo un proceso de revisión bibliográfica (García, Domínguez y Stipcich, 2020) con el propósito de dar respuesta a la siguiente pregunta:

¿Qué consideraciones respecto del profesor universitario es preciso tener en cuenta cuando se planifican procesos de innovación mediados por tecnología en el aula del nivel superior?

A partir del interés por comprender los procesos de innovación cuando estos tienen lugar en el marco de un trabajo colaborativo entre docentes universitarios e investigadores en la enseñanza de las Ciencias Naturales, se definen un conjunto de descriptores en relación con el tema de interés: las prácticas de enseñanza en escenarios universitarios cuando se llevan a cabo innovaciones que incorporan tecnologías. Ellos son:

- Caracterización de las prácticas innovadoras en el nivel superior
- Rol del docente universitario en los procesos de innovación
- Usos que se hacen de la tecnología en el aula universitaria
- Consideraciones respecto de la formación docente de los profesores universitarios

Atendiendo a estos descriptores, se definieron las palabras que orientaron la búsqueda. Por un lado, se consideraron las palabras "Docencia universitaria", "Profesor universitario" y "Formación docente universitaria" en relación a la figura del profesor; por otro las palabras "Innovación", "Cambio", "Transformación" y "Mejora" en relación a las prácticas innovadoras en las clases universitarias; y por último "Tecnologías", "TIC", "Nuevas tecnologías" y "Tecnologías educativas" con relación al recurso utilizado. Los resultados de la búsqueda arrojaron un gran volumen de trabajos de producción científica (alrededor de 14.000) que abarcaban una amplia área de conocimiento con

relación al docente universitario como Carrera Académica, Evaluación Docente, Extensión e Investigación, que se alejaban del interés de este trabajo. Por esta razón, se encauzó la búsqueda a partir de la asociación de palabras en diferentes configuraciones con el objetivo de acotarla al tema de interés.

El número de producciones se configuró en 6000 trabajos en los cuales aún predominaban algunos que, si bien en sus títulos hacían mención al docente universitario, en su contenido se corría el foco de interés hacia los estudiantes o los recursos, por ejemplo. Por esta razón, fue necesaria una nueva etapa de revisión en la que se sumaron nuevos criterios de selección que se listan a continuación en plena coherencia con el tema de investigación:

- Se desestimaron aquellos trabajos que consideran innovaciones y sólo describen nuevas herramientas tecnológicas.
- Se priorizaron aquellos trabajos que hacen mención al docente universitario, ya sea como eje central de la investigación o en sus derivaciones.
- Se desestimaron aquellos trabajos que focalizan en el rol del estudiante en el proceso de innovación.
- Se desestimaron aquellos trabajos que describen sólo propuestas didácticas.

La revisión se llevó a cabo en dos bases de datos diferentes, una nacional y la otra iberoamericana, ambas de acceso libre:

1. Por un lado se seleccionaron 7 revistas, de acceso libre correspondientes a la base de datos Redalyc. Entre ellas 4 corresponden a revistas especializadas en la enseñanza del nivel superior, 1 relativa a innovaciones educativas y 2 especializadas en la formación de profesores. Todas ellas corresponden a revistas de habla hispana, relativas a Argentina, México y España. Se realizó una revisión manual de las revistas entre los años 2013 y 2019, es decir, que el revisor leyó

uno a uno los títulos, palabras clave y resúmenes de cada trabajo, sin uso de ninguna herramienta tecnológica. A partir de las preguntas orientadoras y las palabras clave como "filtros" resultaron 17 trabajos para analizar de los cuales dos representan tesis de posgrado.

2. Por otro lado se consultó la base de datos de la Biblioteca Nacional de la República Argentina, <http://www.biblioteca.mincyt.gob.ar/> en la que se relevaron ponencias, tesis y artículos. La revisión también se realizó de forma manual y resultaron 14 trabajos para su análisis. Se tuvo en cuenta una tesis de posgrado del año 2010, que si bien no correspondía al rango de años preestablecidos, fue considerada de relevancia para este trabajo.

Una vez seleccionados los trabajos en consonancia con la investigación en curso, se procedió a su organización para dar comienzo al análisis de cada artículo, atendiendo a dos tópicos: el abordaje teórico-metodológico por una parte, y los resultados y conclusiones por otra.

Para sistematizar lo referente a los aspectos teóricos y metodológicos se definieron los siguientes descriptores: nociones teóricas (que dan cuenta de los modelos y constructos relevantes para cada trabajo de investigación); objeto de estudio; paradigma metodológico en el cual se encuadra la investigación; tipo de estudio; e instrumentos para el registro de la información. Esto permitió identificar aspectos comunes de los trabajos, a partir de recurrencias, como así también aquello que aparece muy poco o está ausente. De acuerdo a las especificidades de los trabajos seleccionados no siempre la identificación del descriptor fue explícita sino que resultó de un proceso de inferencia sobre el conjunto de información comunicada.

El proceso de análisis de los resultados y conclusiones se llevó a cabo mediante un procedimiento inferencial en el que se identificaron coincidencias y divergencias, procediendo por agrupamientos más generales primero y más específicos en instancias subsiguientes (Cisterna Cabrera, 2005).

Para la construcción del cuadro de categorías emergentes, que se muestra en la Imagen 3, se hizo necesario el desarrollo de un proceso de reducción de datos esencialmente temático, identificando aspectos comunes que permitieron su agrupamiento. El mismo se orientó mediante las siguientes preguntas en relación a los cuatro descriptores mencionados al inicio: ¿A qué aluden los enunciados en los resultados y conclusiones de cada artículo? ¿Cuáles son los conceptos que se presentan con mayor regularidad que nos sugieren la emergencia de una categoría? ¿Qué aspectos pueden identificarse como divergentes entre los resultados de los artículos?

Las tres categorías que emergen son:

- Dificultades en relación a la docencia universitaria: se identifican aspectos que dan cuenta de falencias, obstáculos o barreras que condicionan a la docencia universitaria en relación con el uso de tecnologías.
- Posibles caminos a seguir: se recuperan recomendaciones, consideraciones y variables a tener en cuenta para abordar las dificultades antes planteadas.
- Competencias demandadas al docente universitario: se destacan las habilidades, capacidades y conocimientos que se asocian al profesor universitario.

En una nueva iteración al interior de las categorías mencionadas, la recurrencia de ciertas nociones orientó la emergencia de subcategorías. Se representan las mismas en el lado derecho de la figura 2.

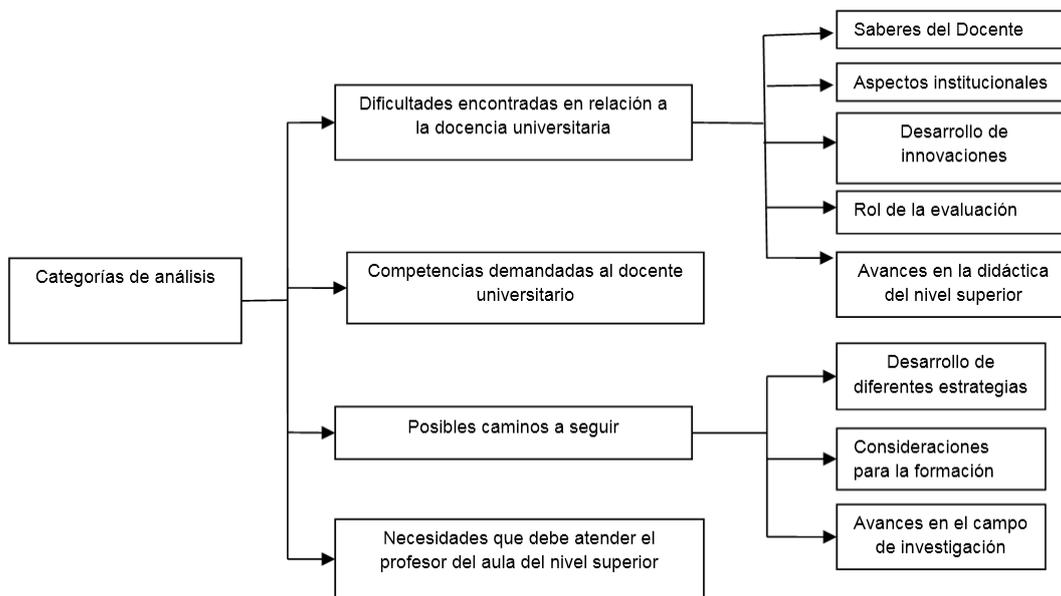


Figura 2. Esquema organizador que sintetiza las categorías construidas

En relación a las dificultades, se identificaron cuatro subcategorías: saberes docentes que podrían obstaculizar los procesos de innovación; aspectos institucionales que no propiciarían las innovaciones educativas; la evaluación como un tópico controversial ante las prácticas innovadoras; y, por último, los inconvenientes que podrían subyacer al estado de consolidación de la didáctica universitaria.

En cuanto a los posibles caminos a seguir, surgen tres subcategorías: la que integra cuestiones vinculadas al desarrollo de estrategias; aquellas referidas a la necesidad de repensar la formación de los profesores y, finalmente, las relativas a los avances propios de la didáctica del nivel superior. Se describen en adelante los resultados.

1.1.6. Las investigaciones que abordan procesos de innovación en la enseñanza iberoamericana. Una mirada del rol docente

La mayoría de los trabajos analizados da cuenta de la necesidad de fundamentar las investigaciones desde una Didáctica del Nivel Superior, aunque en algunos casos se reconoce que aún es un campo que se encuentra en desarrollo, por lo que no habría marcos teóricos propios sino tomados de

otros campos y contextualizados en el nivel. Se identifica que los constructos teóricos que orientan las investigaciones con mayor frecuencia son relativos a Enfoques de enseñanza, Reflexión sobre la práctica, Representaciones de los docentes, Innovación educativa y el de mayor frecuencia, Conocimiento de los profesores vinculándolo en algunos casos al conocimiento pedagógico del contenido (Shulman) y en otros al conocimiento tecnológico pedagógico del contenido, TPACK (Mishra y Koehler). La metodología predominante responde al paradigma cualitativo, y se hace uso de diferentes estilos de investigación como estudios de casos en profundidad, investigaciones exploratorias de tipo descriptivo, juicios de expertos y estudios de casos múltiples, siendo el de mayor predominancia el exploratorio descriptivo. Dentro de los instrumentos utilizados en las investigaciones tienen mayor presencia la encuesta y el cuestionario de preguntas cerradas, ambos por igual, seguidos por el análisis documental (programas, sitios web, material de cátedra, etc.), luego las entrevistas semiestructuradas y en profundidad, en menor medida la observación de clase y cuestionarios de preguntas abiertas.

Predominantemente, el objeto que se estudia es el conocimiento de los profesores en ejercicio. La mayoría de los trabajos busca obtener o recopilar información sobre los saberes del docente en relación a alguna cuestión: la innovación, las nuevas tecnologías, nuevos modelos de enseñanza y aprendizaje, disponibilidad de recursos, etc. Un número menor de trabajos presentan investigaciones basadas en espacios de capacitación y sus impactos con relación al docente: en uno de los casos se trata de un taller de formación docente, en otro de un seminario de capacitación (instrumental y pedagógico) y el tercero sobre un programa de formación continua.

En relación con la pregunta que orientó este proceso de revisión, se han sintetizado los resultados en la tabla 1 que reúne las categorías y subcategorías detalladas en el apartado anterior. En la primera columna se encuentran las cuatro categorías construidas: *Dificultades encontradas en relación a la docencia universitaria*, *Competencias demandadas al docente universitario*, *Posibles caminos a seguir en relación a la formación docente* y

necesidades que debe atender el profesor del aula del nivel superior. En la segunda columna aparecen las subcategorías y en la tercera los principales resultados en relación a ellas.

Dificultades en relación a la docencia universitaria	<i>Saberes del docente</i>	Formación sólo disciplinar.
		Falta de conocimientos pedagógicos.
		Representaciones de los docentes condicionadas por su experiencia personal.
		Amplia brecha digital, tecnocentrismo, falta de habilidades tecnológicas, subordinación pedagógico tecnológica.
	<i>Aspectos institucionales</i>	Sobrevaloración de otras actividades académicas por sobre la docencia.
		Falta de valoración o reconocimiento institucional de las propuestas innovadoras.
		Postura conservadora, resistencia al cambio y rechazo al abandono del paradigma tradicional.
	<i>Desarrollo de innovaciones</i>	Falta de formación continua.
		Propuestas de innovación meramente instrumentales y no pedagógicas.
		Tiempo para capacitación y adaptación, velocidad de cambio.
		Ausencia de cambios en los dispositivos y estrategias didácticas.
	<i>Rol de la evaluación</i>	Rechazo al cambio en las formas de evaluar.
	<i>Avances en la didáctica del nivel superior</i>	Falta de sistematización de la didáctica del nivel superior, escasa investigación para el desarrollo de experiencias y presencia de investigaciones aisladas del aula.
Competencias demandadas al docente universitario	Capacidad de propiciar procesos de enseñanza centrados en el aprendizaje del estudiante, impulsando dispositivos didácticos alternativos a los tradicionales.	
	Habilidad como facilitador de los aprendizajes de los estudiantes, a partir del ejercicio del rol de tutor.	
	Capacidad reflexiva sobre su práctica.	
	Iniciativa y autonomía para diseñar propuestas didácticas que promuevan la relación entre teoría y práctica.	
	Pensamiento crítico	
	Conocimiento pedagógico tecnológico del contenido(TPACK)	
Posibles caminos a seguir	<i>Desarrollo de diferentes estrategias</i>	Cambios estructurales en las instituciones de nivel superior.
		Trabajo conjunto intercátedras e intracátedra.
		Trabajos en equipos docentes.
		Espacios que promuevan y favorezcan una práctica reflexiva.
	<i>Consideraciones para la formación</i>	Capacitación específica y permanente.
		Asesoría permanente y apoyo de especialistas.
		Reconocimiento docente.
		Propuestas de planes de formación que promuevan un TPACK en los docentes.
	<i>Avances en el campo de investigación</i>	Desarrollo teórico de una didáctica de nivel superior.

Tabla 1. Cuadro de resultados para las categorías construidas

A continuación se resaltan aspectos ligados a las necesidades en las prácticas universitarias y vacancias en la formación docente:

- Se mencionan diferentes niveles de impacto: algunos artículos sostienen que deben ser macro con políticas educativas y otros micro al nivel de aula, pero no hay acuerdo entre ellos.
- Un número menor de trabajos promueven procesos de capacitación, por lo que parecería que la investigación se encuentra en un momento fundamentalmente exploratorio.
- Las capacitaciones en relación a procesos de innovación son principalmente instrumentales.
- Se mencionan innovaciones pero en realidad perduran clases tradicionales con incorporación de tecnologías a modo de recurso.
- Las capacitaciones docentes aisladas tienen poco impacto en el aula, ya que los profesores no pueden aplicarlas luego en su tarea cotidiana, debido a que se encuentran con dificultades que no pueden sortear debido a la falta de un espacio de intercambio y reflexión con otros para elaborar diseños que recuperen aquello que han cursado durante las capacitaciones.
- Las capacitaciones a gran escala no contemplan las necesidades de cada contexto.
- Los productos de las capacitaciones suelen tener poca incidencia en la práctica por su distancia con la realidad de cada aula.

1.1.7. Diagnóstico y aproximación al tema de interés a partir de un acercamiento al terreno

Con el fin de explorar el estado de la cuestión en un contexto más dinámico, se llevó a cabo un estudio de tipo exploratorio. El objetivo fue obtener información que permita reconstruir las ideas de los docentes en relación con el empleo de simulaciones tanto en la investigación como en la enseñanza de las ciencias en una población general. Se asume que la exploración en el

terreno puede brindar información que permita profundizar en el estado de la cuestión construido en el proceso de revisión bibliográfica.

Para ello, se llevó a cabo una encuesta, cuya población destinataria fueron todos aquellos docentes que dictan Física y/o Matemática en primer año en la Facultad de Ciencias Exactas de la UNCPBA, incluyendo profesores titulares, jefes de trabajos prácticos y ayudantes, en el año 2014. La encuesta fue de carácter voluntario, se envió por correo electrónico y fue devuelta por el mismo medio. Considerando que la incorporación de TIC está fuertemente condicionada por las decisiones de los docentes se exploró el conocimiento, la opinión y predisposición de profesores de primer año respecto al uso de TIC en general y simuladores computacionales en particular, y a partir de allí se identificaron posibles candidatos para llevar adelante el trabajo de investigación. El registro se constituyó a partir de 12 respuestas. El análisis detallado de las mismas fue publicado en García, Stipcich y Domínguez (2014).

Se presentan a continuación los resultados más relevantes para este trabajo de investigación:

- a) Se identifica escaso conocimiento de las TIC en general y educativas en particular. Algunos docentes expresan conocerlas, pero muestran confusión respecto a la gran variedad de herramientas y sus potencialidades para el aprendizaje. Cuando se indaga sobre el conocimiento que tienen de las investigaciones en el campo de la educación en ciencias con tecnologías, manifiestan desconocer dichos aportes, y en algunos casos destacan que no reconocen diferencias entre los estudiantes que han cursado sus estudios secundarios con el uso de TIC de aquellos que recibían antes de la era tecnológica, por lo que no pueden dar cuenta de las ventajas de su uso.
- b) La mayoría de los docentes afirma no utilizar TIC en sus clases. Entre los argumentos algunos mencionan el desconocimiento total de las herramientas, otros el desconocimiento de sus potencialidades didácticas, y ciertos docentes hacen referencia a su falta de capacitación

para incorporarlas en el aula, pese a que reconocen las ventajas de su uso. Un aspecto a destacar en relación a la no utilización de las simulaciones, es que muchos docentes las consideran como un reemplazo de la práctica de laboratorio; en varias oportunidades hacen referencia a que no las utilizan porque en sus clases se realizan experimentos reales, lo que permitiría inferir que se la reconoce como una sustitución de la práctica experimental.

- c) En cuanto a la opinión de los docentes sobre la importancia de las tecnologías en los procesos de enseñanza y aprendizaje se reconocen dos tipos: por un lado, aquellos que identifican posibles ventajas como *"pueden ser divertidas"*, *"son motivadoras"*, *"tienen buena estética"*, *"son baratas"*, *"permiten visualizar"*; por otro lado, aparecen opiniones negativas respecto a su uso que ponen en evidencia una concepción reduccionista de la ciencia que atraviesa las prácticas de enseñanza, por ejemplo, *"en la formación básica es fundamental el uso de libros, lápiz, papel y laboratorio, no las considero formativas a las tecnologías"*, *"las simulaciones son modelos de la realidad, no la realidad en sí misma, por eso es preferible el trabajo en el laboratorio"*, *"no son suficientemente ricas como las prácticas de laboratorio"*.

Cuando se indaga sobre si estaría dispuesto a recibir capacitación o trabajar de forma colaborativa con otros actores para llevar la incorporación a cabo, la totalidad contesta que sí lo estaría, sin embargo en muchos casos se destaca la poca disponibilidad de tiempo con el que contarían para ello.

Este trabajo exploratorio da cuenta de un estado más dinámico de la cuestión, mostrando coincidencias con la información relevada en el proceso de revisión bibliográfica en relación al escaso uso de tecnologías educativas en la enseñanza universitaria y aporta nueva información en relación al uso de tecnologías en relación a la enseñanza de la disciplina específica.

1.1.8. Un apartado especial en relación a la situación de Pandemia

Si bien el trabajo de investigación tiene sus orígenes en el año 2014, durante el 2020 nos encontrábamos analizando datos y llevando a cabo el proceso de escritura del documento de tesis cuando tuvo lugar el inicio de la pandemia. Todo este escenario sin duda tuvo un impacto en este trabajo y nos ha forzado a mirar con otras lentes el proceso de investigación, implicando ciertas reformulaciones tanto en el análisis como en su comunicación.

Por ello, hemos considerado la necesidad de destinar un apartado especial para recuperar aspectos que resultan relevantes en relación con la educación en contexto de virtualidad, con el objetivo de analizar posibles avances o retrocesos con respecto al estado de la cuestión. En este sentido, se recuperan a continuación algunos trabajos, sin ánimo de ser exhaustivos, que permiten dar cuenta del impacto del COVID-19 en los procesos de enseñanza y aprendizaje en el nivel superior, entre ellos, los aportes de Benchimol, Pogr e y Poliak (2020), Tenuto Soldevilla, Irigoyen y Manzi (2020), Bard Wigdor, Bonavitta y Artazo (2020), Maggio (2021), Li n (2020), Finkelstein (2020) y los aportes de la Segunda reunión de diálogo virtual con Rectores de Universidades Líderes de América Latina llevada a cabo en el año 2020.

Se organiza la presentación considerando fundamentalmente dos aspectos: a) las estrategias adoptadas por las instituciones educativas en el contexto de pandemia en relación a la incorporación de tecnología; y b) posibles horizontes futuros para pensar en un regreso progresivo a las aulas, que contemple la capitalización de lo hasta ahora vivenciado.

En relación a las *estrategias adoptadas* se identifica en primer lugar el rol protagónico que tuvieron los campus virtuales; si bien ya venían utilizándose desde el año 2000 con sucesivas actualizaciones, por lo que muchas universidades ya disponían de ellos, sólo eran empleados por las carreras de educación a distancia, incluso en aquellas instituciones en las que se alentaba su uso pero no necesariamente eran activados por los equipos docentes. La constitución masiva de aulas virtuales en dichos espacios garantizó la

generalización de un componente virtual para casi todas las cátedras, en los que se pusieron a disposición gran cantidad de recursos.

Asociado a esto, aquellas instituciones que contaban con equipos que ya venían desempeñándose en la enseñanza virtual pudieron poner a disposición del cuerpo docente asesoramiento pedagógico, a partir de capacitaciones, diseño de material de ayuda, creación de webinars y tutoriales, espacios de consultas y asistencia técnica, de forma de garantizar el acompañamiento de los docentes y facilitar el proceso de virtualización. La creación, evaluación y validación de los SIED (Sistema Institucional de Educación a Distancia) que vienen llevando a cabo diferentes universidades del país, optimizan el desarrollo de políticas institucionales que favorecen los procesos de aprendizaje de los estudiantes a partir de una propuesta educativa basada en la flexibilidad espacio-temporal.¹

Otra estrategia que cobró gran relevancia fue el trabajo con archivos compartidos; la imposibilidad de encuentro entre diferentes actores implicó la búsqueda de herramientas que permitieran trabajar sobre un mismo documento de forma conjunta (ya sean de texto, presentaciones, planillas, sitios) de forma sincrónica o asincrónica. Esto fue utilizado tanto por los docentes entre sí para diseñar la enseñanza, como por los docentes y estudiantes en el contexto de la clase.

Por otra parte, la comunicación mediante mensajería instantánea de los servicios de redes sociales facilitó el sostenimiento del vínculo, entre ellas whatsapp, facebook, twitter y se constituyeron como espacios de intercambio formal; esto da cuenta de la potencialidad que representan estos objetos culturales presentes en la actualidad.

Se llevaron a cabo también encuentros sincrónicos o videollamadas mediante diferentes soportes Zoom, Microsoft Teams, Google Meet, Jitsi, entre otros. En

¹ La UNCPBA cuenta con el SIED desde el año 2018, validada por la CONEAU en el año 2019. Puede consultarse el sitio: <https://sied.rec.unicen.edu.ar/>

muchos casos las instituciones accedieron a convenios con las empresas para obtener mayores habilitaciones.

Si bien es indiscutible la importancia del desarrollo de dispositivos que contribuyeron con la continuidad pedagógica, no se puede perder de vista la forma en la que los docentes transitaron estos cambios y los obstáculos que encontraron al hacerlo. Tenuto Soldevilla, Irigoyen y Manzi (2020) en un estudio exploratorio que busca recuperar las voces de docentes de diferentes países latinoamericanos, presentan en sus resultados dos aspectos relevantes para esta investigación. El primero de ellos en relación a cuestiones pedagógicas en contexto de pandemia: los autores identifican que los docentes ponen gran peso en las dificultades en relación a la planificación, la evaluación, la organización espacio-temporal, los vínculos, la comunicación, su inexperiencia y falta de capacitación. El segundo en relación a lo tecnológico: reconocen que los docentes manifiestan necesidades en relación al uso de computadoras, falta de medios tecnológicos, necesidad de actualización, desarrollo de competencias virtuales, transferencia de lo presencial a lo virtual, manejo de plataforma. Bard Wigdor, Bonavitta y Artazo (2020) coinciden con los resultados obtenidos y sostienen que si bien es innegable que los escenarios actuales están signados por la intervención de dispositivos tecnológicos, su manejo, funcionamiento y acceso se presentan como una realidad desconocida para un gran número de docentes e incluso para los estudiantes.

Lo hasta aquí expuesto da cuenta de que, pese a los esfuerzos institucionales por garantizar la continuidad pedagógica, es necesario analizar de qué forma los docentes han llevado a cabo estas "nuevas" prácticas de enseñanza, haciendo uso de los conocimientos y herramientas de las que disponían, con el objetivo de proyectar el posible impacto de estos cambios en la vuelta a la presencialidad.

Maggio (2021) realiza un llamado de atención al respecto y expresa:

La puesta a disposición no conlleva de por sí el diseño de una propuesta pedagógica potente, por el contrario, puede significar una ratificación del modelo clásico ahora “virtualizado” junto con el traslado de las responsabilidades de la enseñanza al estudiantado, bajo un esquema de autodidactismo discutido desde la década de 1990. (Maggio, 2021, p. 208)

La autora analiza las estrategias adoptadas por las universidades en el contexto de pandemia e identifica dos fases en relación a la enseñanza virtual, sobre las que llama la atención:

- Fase 1: se caracterizó por la preocupación por contar con aulas virtuales y, en ellas, propuestas centradas en poner a disposición materiales en diferentes formatos. Si bien la autora valora el consumo *on demand*, lo cual configura una bienvenida forma de acercamiento a los usos culturales de los adultos jóvenes, destaca que la puesta a disposición no representa el diseño de propuestas pedagógicas potentes, sino que se trata de una ratificación del modelo tradicional ahora virtualizado, peor aún porque traslada la responsabilidad de la enseñanza al estudiantado, bajo un esquema autodidacta. Se destaca de esta fase el exceso de lecturas, actividades e incluso evaluaciones que se proponen en el espacio virtual, lo que genera saturación y pérdida de sentido.
- Fase 2: busca balancear la anterior, generando masividad de encuentros sincrónicos que intentan de alguna manera emular la presencialidad. El problema reside en que dichos encuentros replican prácticas tradicionales en las que el docente recupera el protagonismo ocupando casi la totalidad del tiempo en la explicación del saber previamente construido. En este sentido, se cuestiona su relevancia, ya que podría haberse facilitado la misma explicación a través de un video.

La autora afirma que las prácticas de enseñanza que tienen lugar en la virtualidad se dan como espejo de lo que venía siendo la enseñanza presencial prepandémica y sostiene la hipótesis de que la conmoción que produjo el cierre repentino de las instituciones educativas no generó ni tiempo ni espacio para

realizar una revisión genuina de las propuestas pedagógico-didácticas. Esto la lleva a manifestar que las propuestas que se llevan adelante en el transcurso del 2021 *"caminan en el borde de la cornisa"*, y al respecto expresa:

Sucedan en la virtualidad y eso de por sí es un reconocimiento de la potencia del ultramundo pero no parecen capturar las posibilidades de rediseño que ofrecen las alteraciones que irrumpen con la pandemia. Si consideramos los programas, no se observan marcas evidentes en términos de una necesaria priorización curricular; la distinción moderna entre clases teóricas y prácticas se traslada a los entornos virtuales; las dimensiones del aula presencial son reproducidas en los campus y los eventos sincrónicos ratifican la centralidad de la explicación docente. El polo de mayor transformación parece estar dado por todas las formas de colaboración que se expanden entre el estudiantado a partir de la inmersión en las plataformas culturales de tendencia...Con este panorama la vuelta a la presencialidad en la postpandemia corre el riesgo de replicar formas previas. Si bien se vaticina como una posibilidad el desarrollo de una "Universidad híbrida" que habría llegado para quedarse, puede resultar que lo virtual resulte marginal, lo que daría por resultado una "revolución" frustrada. (Maggio, 2021, p. 211)

Para que esto no ocurra es necesario pensar en posibles horizontes futuros, por lo que recuperamos algunos lineamientos propuestos por Maggio (2021) y Lion (2020) en los que las autoras señalan posibles caminos a seguir. Entre ellos:

- Favorecer la colaboración y el trabajo en comunidades de prácticas para promover el diálogo entre pares y el acercamiento entre docentes y especialistas. En acuerdo con las autoras, Bedacarratx (2020) expresa la necesidad de:

Generar espacios colectivos no solo para compartir experiencias, buscar/acordar parámetros donde valorar las propias prácticas y/o hacer catarsis, sino también para procurar comprender la complejidad de los procesos de los que estábamos siendo (y seguimos siendo)

protagonistas; para, desde esa comprensión, re-pensar sobre la naturaleza y los sentidos de nuestro hacer (antes, durante y después de la pandemia). (Bedacarratx, 2020, p. 14)

Lion (2020) plantea que la pandemia *“fortaleció los modos colectivos de construir y compartir recursos y experiencias; creó más movimiento”*, lo que favorece el desarrollo de una inteligencia colectiva, que revaloriza la experiencia personal, en el encuentro con otros. La autora sostiene que estas nuevas formas de trabajar deben ser capitalizadas y potenciadas, para que no caigan en desuso.

- Promover el codiseño y cocreación para abordar la complejidad de transformar las prácticas, ya sea al interior de las instituciones, con los equipos docentes, y de éstos con la diversidad de organizaciones y actores que tenga sentido invitar en relación con los proyectos que se encaren. Se propone también incorporar la mirada de los estudiantes quienes desde su experiencia pueden aportar ideas renovadas. Lion (2020) afirma que el codiseño propicia *un lugar de reconocimiento de la palabra del otro; nos permite el desarrollo común del entendimiento mediante un proceso de indagación compartida y no por la transmisión unidireccional de la palabra del docente*. Puede darse también en articulaciones entre materias, carreras e instituciones, con especialistas de todos los campos y con otras organizaciones de la sociedad, local y global (Maggio, 2021).
- Pensar la práctica de enseñanza como ensamble, es decir, diseñar propuestas de trabajo que tengan lugar al mismo tiempo tanto en el plano físico y virtual, no en el sentido de una mera combinación de componentes presenciales y virtuales, sino que se trata de ir más allá de una lógica binaria, para construir una experiencia unificada.
- Estimular el desarrollo de modelos didácticos alternativos que favorezcan la diversidad de trayectorias cognitivas y con protagonismo

del estudiante; que contemplen la posibilidad de expresar de diferentes formas el conocimiento. Benchimol, Pogré y Poliak (2020) sostienen:

El paso de lo presencial a la enseñanza remota no es una simple migración de la actividad habitual a otra modalidad, sino que implica enfrentarse con problemas pedagógicos nuevos. En este nuevo formato, no se puede enseñar del mismo modo y tampoco se puede enseñar lo mismo. (Bechimol, Pogré y Poliak, 2020, p.392)

Algunas orientaciones para pensar en alternativas vienen de la mano del *minimalismo curricular, la resignificación del tiempo, el emerger de formas de colaboración y creación inauguradas por el estudiantado y la necesidad de cambiar las propuestas de evaluación* (Maggio, 2021).

- Garantizar la presencia del estado y las instituciones en los procesos de transformación genuina de las prácticas de enseñanza, desarrollando políticas que acompañen al docente en el proceso de cambio. La pandemia pone en evidencia que las universidades tienen la capacidad de promover acciones para garantizar la transformación de la enseñanza (facilitando recursos tecnológicos, con asesoramiento pedagógico, mediante la toma de decisiones políticas, etc.). Si bien es cierto que este escenario ha allanado una parte importante del camino, sobre todo en la apertura tanto de los docentes como de los estudiantes, es necesario que las instituciones diseñen estrategias que den continuidad a este proceso.

En síntesis, se puede afirmar que la pandemia ha acelerado un proceso de incorporación de tecnologías en las propuestas educativas en el sistema educativo universitario a partir de la implementación de diferentes estrategias. Sin embargo, es necesario reflexionar sobre la forma en que estos cambios han tenido lugar y proyectar posibles caminos a seguir que contemplen el desarrollo de modelos didácticos alternativos, a partir del trabajo en colaboración entre diferentes actores y acompañado de políticas institucionales que garanticen su desarrollo.

1.2. Formulación del problema de investigación

El proceso seguido para determinar el estado de la cuestión permitió transitar desde el tema de interés a la formulación de un problema de investigación que hace énfasis en el trabajo conjunto, la innovación, las tecnologías educativas y el conocimiento de los docentes sobre tecnologías, y permitirá producir conocimiento nuevo que contribuya a la comprensión de los procesos de innovación que incorporen tecnología en la enseñanza de la física básica en la universidad, cuando tienen lugar en el contexto de un trabajo en colaboración. Es importante resaltar que esto fue previsto con bastante antelación a la pandemia. Las consecuencias que este proceso está derivando refuerzan nuestras preocupaciones e intereses.

El proceso de revisión se realiza durante todo el desarrollo de la investigación. Sin embargo, se presentan aquí las principales conclusiones relacionadas con la investigación en las prácticas de enseñanza en el nivel superior, con énfasis en TIC, en escenarios iberoamericanos, y el contexto actual de pandemia, resultando apremiante considerar a los docentes universitarios como un elemento clave en cualquier proceso de innovación. Por ello, es necesario que la universidad como institución acompañe dichos procesos generando propuestas que contemplen como parte de la innovación la formación continua de dichos docentes. La problemática que se plantea en este trabajo de investigación es la siguiente:

Delimitación del problema

La sociedad del conocimiento reclama profesionales con nuevas capacidades. El sistema universitario debe responder a esta demanda a partir de un nuevo paradigma centrado en el estudiante, la democratización del conocimiento y las nuevas formas de alfabetización. Sin embargo, la enseñanza en el nivel superior se caracteriza por enfoques de enseñanza tradicionales.

El problema que se plantea es:

¿Cómo influye el trabajo colaborativo entre docentes e investigadores en el desarrollo de innovaciones con TIC en clases de Física básica universitaria?

En relación al problema se espera dar respuesta a los siguientes interrogantes:

- 1) *¿De qué manera se desarrolla el trabajo conjunto entre docentes e investigadores para lograr la colaboración?*
- 2) *¿Qué transformaciones se producen en las prácticas de enseñanza universitarias cuando se trabaja de forma colaborativa para enseñar Física incorporando TIC?*
- 3) *¿En qué aspectos del conocimiento del docente, en términos del modelo TPACK, influye el trabajo colaborativo para desarrollar prácticas de enseñanza de Física que incorporan tecnología?*

1.2.1. Objetivos

Se presentan a continuación los objetivos de trabajo, diferenciando entre objetivos generales y objetivos específicos.

Objetivo general:

Estudiar las prácticas de enseñanza de Profesores universitarios de Física cuando se conforman equipos de trabajo colaborativo con investigadores en enseñanza de las ciencias, para integrar las TIC en sus clases.

Objetivos específicos

1. Describir el proceso de trabajo colaborativo entre profesores universitarios e investigadores en enseñanza de las ciencias.

2. Caracterizar las transformaciones producidas en la práctica de enseñanza de profesores de Física universitaria como consecuencia de la colaboración.
3. Analizar, empleando las categorías del modelo TPACK, las transformaciones en los conocimientos de los docentes cuando se lleva a cabo un trabajo colaborativo para desarrollar prácticas de enseñanza que incorporan tecnología.

1.2.2. Algunas anticipaciones de sentido

El trabajo de investigación se sitúa bajo una lógica dialéctica/compleja. En términos de Achilli (2005) se parte de concebir el mundo social como complejo, contradictorio y en permanente movimiento; asumirlo como tal implica adoptar una lógica de investigación que sea coherente con ello, en la que no se disocian cuestiones teóricas, metodológicas y empíricas. La autora sostiene que "la formulación de la problemática y objetivos de la investigación se construyen relacionando dimensiones, niveles o aspectos que se consideren significativos para el avance del conocimiento más que variables o hipótesis a comprobar".

De esta forma, se construyen ciertas anticipaciones de sentido que forman parte de nuestro modo de concebir esta investigación:

- El conocimiento de los docentes sobre la disciplina, en este caso la Física y su participación en la tarea de investigación en el campo, no son suficientes para generar propuestas de enseñanza innovadoras que incorporen tecnología y promuevan aprendizaje significativo de sus estudiantes.
- La mera incorporación de tecnologías en la enseñanza no garantiza transformaciones en los supuestos que sustentan teórica y metodológicamente las propuestas de enseñanza y aprendizaje.
- Las propuestas de enseñanza innovadoras tienen impacto en el sistema educativo cuando son producto de una construcción conjunta entre los

docentes y los investigadores en enseñanza de las ciencias. Las innovaciones se vuelven significativas cuando son resultado del acercamiento de las miradas entre ambos actores.

- El trabajo colaborativo entre docentes e investigadores en enseñanza de las ciencias, propicia espacios para la reflexión sobre las prácticas de enseñanza y permite explicitar los saberes que sustentan las prácticas, a la vez que posibilita la identificación de necesidades, dificultades, obstáculos, como así también potencialidades, con el objetivo de producir mejoras en los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- El trabajo colaborativo entre docentes universitarios e investigadores en enseñanza de las ciencias favorece la construcción de nuevos conocimientos tanto para el investigador, en el campo de la didáctica, como para los docentes y sus prácticas de enseñanza.

Teniendo en cuenta el estado de situación hasta aquí presentado en relación al tema de interés, el problema al que se aboca esta investigación, las preguntas y las anticipaciones de sentido que orientan este trabajo, se procede a continuación a la delimitación de los referentes teóricos que dan sustento al trabajo de tesis.

CAPÍTULO 2:

***El estudio de las prácticas de
enseñanza***

Referentes Teóricos

Resumen del capítulo

En este apartado se describen los referentes teóricos que orientan el trabajo de investigación. Se focaliza en las prácticas de enseñanza y la consideración de diferentes dimensiones para su estudio. Posteriormente se realiza una distinción entre la enseñanza tradicional y se caracterizan posibles lineamientos para pensar en la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en la universidad. Finalmente, se caracteriza el trabajo colaborativo como estrategia para la transformación de las prácticas de enseñanza.

2.1. Investigar la enseñanza

La teoría sobre la enseñanza tiene sus orígenes entre 1628 y 1632, y constituye un antiguo campo de estudios cuyo precursor fue Juan Amos Comenio, un pastor protestante cuya obra más relevante se tituló *Didáctica Magna*. En ella presenta una serie de tratados para la enseñanza de las ciencias, las lenguas, las artes, la piedad y las costumbres, en los que se establecen ciertos métodos de enseñanza que favorecen el surgimiento de la razón y el acceso de todos al conocimiento (Litwin, 1997; Landazabal, Cuervo y Pineda Ballesteros, 2010).

Estos inicios de la didáctica con un enfoque técnico-instrumental perduraron a lo largo de los años. Massa, Foresi y Sanjurjo (2015) expresan que durante mucho tiempo se pensó que el objetivo de la didáctica era solamente ofrecer una serie de repertorios de propuestas metodológicas del cual el docente podía seleccionar la más adecuada para el contenido a enseñar. Esto llevó a cuestionarla como ciencia, dado que su único propósito era "guiar" la práctica.

En lo que al nivel superior respecta, la didáctica siempre ha resultado un campo poco legitimado por la comunidad científica (Litwin, 1997). La autora recupera a Díaz Barriga (1991), y señala:

Suele aparecer vinculado a lo infantil, lo que no significa una expresión teórica sobre el niño, sino por el contrario, una suerte de conocimiento inicial y de poco rigor relacionado con la reconocida tendencia femenina de la profesión de enseñanza. Desde esta perspectiva, sería imposible pensar que en la educación superior se presenten problemas didácticos, porque en este nivel implícitamente sólo podrían existir problemas de índole científica y la didáctica pareciera no ser un saber social y científicamente legitimado. (Díaz Barriga, 1991, p.16)

Sin embargo, Massa, Foresi y Sanjurjo (2015) afirman que en las últimas décadas "se ha ido reconociendo a **la enseñanza como objeto específico de la didáctica** y tanto las investigaciones, las producciones teóricas, como los

esfuerzos para que los resultados tengan impacto en las prácticas, le han posibilitado recuperar su estatus científico” (p.15).

Esto ha permitido emerger una nueva agenda de problemáticas que han venido a enriquecer los temas clásicos. La “*nueva agenda didáctica*” propuesta por Edith Litwin, busca re-significar las teorías de la enseñanza desde una perspectiva que permita superar la mirada técnico-instrumental desde la que se consolidó la didáctica en sus orígenes (Pinto y Sarlé, 2015). La agenda clásica de la didáctica giraba en torno al estudio del contenido y del método, lo que redujo el espacio teórico conceptual de la didáctica a problemas de aplicación de ciertas estrategias. Pinto y Sarlé (2015) afirman que, por el contrario, desde la perspectiva de la nueva agenda, “se trata más bien de re-concebir el espacio del campo y dar lugar a las **preguntas por el sentido y la significación de la enseñanza y sus procesos desde la perspectiva de los sujetos involucrados** (p.13).

Se acuerda con Massa, Foresi y Sanjurjo (2015) que las **prácticas de enseñanza** son producto de un complejo proceso de elaboración de parte de quien las lleva a cabo, quien pone en juego sus conocimientos, sus creencias, valores, al momento de realizar opciones prácticas. Las autoras afirman que las acciones siempre están mediadas por quienes las realizan, de allí la relevancia de realizar procesos de interpretación que permitan entender **el significado que las acciones tienen para el sujeto**.

Litwin (1997) ya señalaba la necesidad de definir un constructo que oriente el estudio de las prácticas de enseñanza. Es así que la autora proponía el concepto de **configuraciones didácticas** para referirse a “la manera particular que despliega el docente para favorecer los procesos de construcción de conocimiento (p.97). La autora sostiene que en el caso particular del nivel universitario, las configuraciones adquieren rasgos particulares de acuerdo al campo disciplinario, adoptando formas identitarias de práctica en relación con la selección y secuenciación de los contenidos, el diseño de actividades, las formas de planear la enseñanza, entre otras. Según Escobar Gutierrez (2017)

se trata de la expresión de las prácticas de enseñanza en las que confluyen no sólo contextos, sino también construcciones personales de los docentes. Massa, Foresi y Sanjurjo (2015) por su parte afirman que "se trata de una construcción elaborada, en la que se puede reconocer el modo en el que el docente entiende su campo disciplinar, el recorte que realiza de contenidos, los supuestos básicos subyacentes a sus prácticas, el estilo de negociación de significados que genera, las relaciones que establece entre teoría y práctica" (p.51).

En la misma línea, Landazabal, Cuervo y Pineda Ballesteros (2010) plantean que:

La configuración didáctica se constituye en una forma de describir la enseñanza comprensiva, de explicar la organización y el desarrollo de los procesos reflexivos y de explicitar la manera como se favorecen los procesos de formación de conocimiento y la relación del oficio con los temas en el campo disciplinario. Los análisis de las configuraciones didácticas están orientados a explicar la manera como los docentes abordan los temas, los presupuestos acerca de cómo aprende el estudiante, los estilos cómo se negocian los significados, la utilización de estrategias metacognitivas y la articulación entre prácticas y teorías. (Landazabal, Cuervo y Pineda Ballesteros, 2010, p. 40)

Los autores sostienen que el objetivo de la didáctica como disciplina es sistematizar estas configuraciones y generar conocimiento a partir de ellas con el objetivo de favorecer el mejoramiento de las prácticas de enseñanza.

Litwin (1997) afirma que el análisis de las prácticas de enseñanza a partir de sus configuraciones permite reconocer la importancia de algunas dimensiones de análisis que favorecen la identificación de ciertas recurrencias en cada campo disciplinar, ya sea relacionadas a prácticas significativas o a dificultades y obstáculos subyacentes a la enseñanza.

Suelen reconocerse diferentes constructos teóricos para la delimitación de estas dimensiones; entre ellos se puede diferenciar entre "enfoques de

enseñanza” y “estilos de enseñanza”.

Pozo y Gómez Crespo (1998) plantean que la enseñanza de las ciencias debe procurar que los estudiantes construyan conocimientos que por sí mismos no podrían hacerlo de manera autónoma en la vida cotidiana. Es decir, el propósito de la educación científica es el de reducir la distancia entre los conocimientos del estudiante y el conocimiento científico. Para ello es necesario tomar ciertas decisiones que permitan alcanzar esta meta. Es en este sentido que los autores afirman que no hay una mejor o peor manera de enseñar ciencias, sino que hay formas más o menos adecuadas de hacerlo de acuerdo a las metas perseguidas. A estas formas las denomina **enfoques de enseñanza**.

Feldman (2010) sostiene que un enfoque de enseñanza no es una manera concreta de enseñar, sino que se trata de una síntesis que caracteriza una tendencia a realizar las cosas de algún modo, que adhiere a cierta forma de pensar en los estudiantes, el profesor, la clase, los propósitos, entre otros aspectos. El autor afirma que los términos “modelos”, “enfoques” y “perspectivas” aluden todos a una forma de definir la tarea del que enseña, los propósitos de enseñar y la naturaleza de la experiencia educativa.

Las dimensiones que se toman para analizar la enseñanza pueden variar de un autor a otro. Pozo y Gómez Crespo (1998) definen cuatro dimensiones relevantes: los supuestos epistemológicos y la concepción del aprendizaje subyacente al enfoque y las metas que este se propone; los criterios de selección y organización de contenidos; las actividades de enseñanza y la evaluación; las dificultades más previsibles que se derivan de este enfoque.

Feldman (2010) por su parte presenta otros rasgos que podrían considerarse a la hora de comprender los enfoques de enseñanza: idea acerca del modo de aprender y, por tanto, enfatiza una forma principal de enseñanza; supuesto en torno al cual se relacionan la enseñanza y el aprendizaje; responsabilidad que tiene que asumir la enseñanza y el que enseña; peso en la planificación o en la interacción

En lo que respecta al nivel superior se encuentra de interés el trabajo de Monetti (2013) en el que en lugar de referir a enfoques de enseñanza la autora utiliza el constructo teórico **estilo de enseñanza de la cátedra universitaria** (EDEC). En su trabajo el *EDEC* es definido como "una construcción que surge como respuesta a la función de enseñar que la universidad asigna a la cátedra; se caracteriza por una composición singular y compleja de relaciones heterogéneas que son denominados rasgos" (p.89). Entre los componentes del estilo la autora señala como relevantes: la modalidad de enseñanza, la formación, los saberes, la relación pedagógica, las formas y formación de lo grupal, la investigación en la enseñanza.

Monroy Hernandez (2013) en su tesis diferencia entre *enfoques de enseñanza* y *concepciones de enseñanza*. Menciona que las concepciones sobre la enseñanza pueden considerarse como las creencias sobre la enseñanza que modelan las acciones del docente, y los enfoques de enseñanza son la forma en la que las creencias se llevan a la práctica. Siguiendo a Trigwell y Prosser (1996) los autores explican que en la línea de las concepciones las categorías pueden variar en relación a donde se pone el foco, si en la enseñanza, que se centra en la materia, o en el docente con el objetivo de transmitir información a los estudiantes, o bien centrándose en el estudiante con el objetivo de cambiar o desarrollar la comprensión que el estudiante tiene del mundo que le rodea; por su parte en los enfoques de enseñanza las categorías de análisis estarían determinadas por las intenciones y estrategias que emplean los profesores.

En síntesis, se puede apreciar que no existe una única dimensión para definir las prácticas de enseñanza ni los rasgos que la caracterizan, sino que depende del tipo de comprensión que el investigador desea lograr.

Tomando en consideración los intereses particulares de este trabajo de tesis, se decide que se llevará a cabo un estudio de las prácticas de enseñanza a partir del estudio de sus configuraciones didácticas, considerando diferentes dimensiones que conjugan tanto elementos de los enfoques como de los estilos de enseñanza, en una propuesta propia. Dichas dimensiones son:

- Concepciones y metas respecto a la enseñanza y el aprendizaje
- Contenidos
- Estrategias utilizadas y actividades
- Formas de interacciones entre los actores
- Recursos
- Formas de evaluación
- Articulación entre teoría y práctica

Se presenta a continuación una caracterización de la enseñanza tradicional tomando en cuenta estas dimensiones, para luego proceder a la delimitación de qué se entiende por innovación.

2.2. La enseñanza tradicional

La enseñanza de las Ciencias Naturales ha estado asentada durante largo tiempo en un modelo que podría definirse como espontáneo o de sentido común basado en ciertos supuestos, a veces explícitos y otras no, por quienes se dedican a esta tarea en las aulas o por quienes tienen la responsabilidad de toma de decisiones en el ámbito educativo (Massa, Foresi y Sanjurjo, 2015). Las autoras recuperan cuatro ideas que consideran centrales y que dan sustento a este modelo:

- Enseñar es una tarea sencilla. Basta con el sentido común y la experiencia.
- Para enseñar es suficiente con tener un adecuado conocimiento de la materia.
- El proceso de enseñanza y aprendizaje se reduce a la transmisión de quienes enseñan y a la recepción de quienes aprenden.

- El fracaso en el aprendizaje de algunos estudiantes se debe a sus propias deficiencias.

Respecto a la enseñanza universitaria, Prieto (2017) afirma que:

Tradicionalmente, los profesores decidían qué información debía transmitirse a sus alumnos y se la transmitían mediante clases expositivas o lecturas. A continuación, los alumnos debían deducir por sí mismos las aplicaciones de esa información previamente transmitida por su profesor aplicándola a problemas que el profesor les proponía. Casi todo el tiempo de clase de teoría se dedicaba a la transmisión de información y el mayor peso en la calificación; en la mayoría de las asignaturas, se basaba en la reproducción y la aplicación a problemas tipo de esa información transmitida en las clases de teoría. (Prieto, 2017, p.28)

Pozo y Puy Pérez Echeverría (2009) afirman que diversas investigaciones dan cuenta de que las formas de enseñanza que predominan en las aulas universitarias aún están guiadas por una práctica basada en la transmisión monológica y unidireccional de saberes disciplinares específicos, en las que los estudiantes copian y repiten conocimientos. Los autores sostienen que esto dista enormemente de las formas que esos mismos estudiantes deberán hacer uso del conocimiento cuando sean profesionales.

Esto concuerda con lo que Silva, Maeyoshimoto, Lacaria e Idoyaga (2018) plantean acerca de que, en los cursos de Ciencias Naturales de los primeros años en la universidad, las clases suelen estructurarse de forma expositiva, con la posterior resolución de ejercicios, siendo dicha instancia muchas veces el único momento de participación del estudiante; en este sentido, dos de los mediadores más importantes entre el estudiante y el conocimiento son el discurso del profesor y la guía de ejercicios cuya resolución es considerada un modelo a alcanzar. Los autores sostienen que "la sobreexplotación de esta práctica tradicional está frecuentemente justificada por cuestiones cronológicas, edilicias y curriculares o por la carga conceptual, la existencia de cursos de

masiva concurrencia o la escasa cantidad de docentes en relación a la población" (p.136).

Se presenta a continuación una caracterización de aquello que se asume por enseñanza tradicional en esta investigación. Esta caracterización derivó de la vinculación entre lo que Pozo y Gómez Crespo (1998) llaman enfoque de enseñanza tradicional, para la enseñanza de las ciencias y lo que Monetti (2016) denomina como estilo de enseñanza por transmisión resistida, en relación a los estilos de enseñanza en la universidad.

La enseñanza tradicional se caracteriza por:

- *Concepciones y metas respecto a la enseñanza y el aprendizaje:* El profesorado de ciencias posee amplios conocimientos disciplinares y poca formación didáctica, que marcan un enfoque dirigido a la transmisión de conocimientos verbales, basado en la lógica de la disciplina como criterio fundamental, y en el cual los estudiantes tienen un rol meramente reproductor. Se considera al profesor como proveedor de conocimientos ya elaborados, listos para el consumo. Los conocimientos que provee son saberes absolutos, productos acabados de la exploración humana sobre la naturaleza. El profesor ejerce el control sobre el aprendizaje del estudiante determinando su aprendizaje paso a paso. El estudiante es un consumidor de conocimientos acabados que se presentan como hechos dados e indiscutibles; debe reproducir de la manera más fiel posible este conocimiento e incorporarlo a su memoria. Desde este enfoque no todos los alumnos están "formateados" para aprender ciencia, y se acepta que no todo el mundo tiene las capacidades necesarias para hacerlo. En este enfoque se asume que el conocimiento científico es compatible con el conocimiento cotidiano, por lo que la mente de los estudiantes está preparada para ser llenada con los saberes conceptuales de la ciencia. El conocimiento científico se asume como el saber más absoluto, verdadero y acabado que la humanidad puede alcanzar. En este sentido, aprender ciencia

implica apropiarse y reproducir lo mejor posible ese conocimiento. La vía más directa para que esto sea posible es mediante la exposición clara y rigurosa, en la cual el estudiante se limita a escuchar, tomar apuntes y pedir repetición de aquello que no se comprende.

- *Contenidos:* Los contenidos son saberes conceptuales, acabados y absolutos, que se presentan como verdad incuestionable. Estos se presentan de manera estática, de modo que las teorías superadas no se enseñan o se presentan como saberes abandonados, innecesarios de aprender. El único criterio para seleccionar y organizar el contenido es la lógica de la disciplina. Los contenidos del currículo se establecen no por el valor formativo para los estudiantes sino por su esencialidad para la ciencia. Los profesores enseñan lo que aprendieron y cómo lo aprendieron.
- *Estrategias utilizadas y actividades:* Las clases son de tipo "magistrales" o conferencias en las que el objetivo es un pasaje lineal de conocimientos por imposición, basadas fundamentalmente en la exposición y complementada con ejercicios o demostraciones orales para que los estudiantes tomen nota. La actividad del docente es explicar la ciencia a sus alumnos, en un formato de monólogo con pocos actos interactivos. La explicación prevalece con pocos elementos dialogales como las preguntas, en cuyas pocas apariciones son preguntas retóricas cuyo propósito es enfatizar en puntos importantes, o interrogatorios en los que se busca que el estudiante dé la respuesta exacta. Suele realizar citas textuales de libros o apuntes, informándole a los estudiantes las páginas o capítulos donde las pueden consultar. Estas citas suelen ser avisadas por el docente con especial atención por lo que se produce una jerarquización en la importancia dada a esos contenidos. Mayormente, las clases están organizadas en clases teóricas y prácticas, en donde en las primeras se transmite la información, y en las segundas se aplica la misma. Las actividades suelen basarse en ejercicios repetitivos en los que el estudiante debe

devolver al profesor de forma precisa el conocimiento que él le proporcionó. Generalmente son "problemas-tipo" en los que se trata de comprobar cuánto dominio tiene el estudiante de técnicas o secuencias de pasos a seguir.

- *Tipos de interacciones entre los actores:* predomina una relación dual docente alumno, en la que el conocimiento es un atributo del docente que lo posee y transmite a los estudiantes. Predomina una comunicación que se conforma como red radial en la que el docente emite un mensaje, el saber disciplinar, y en muy pocos casos recibe de los estudiantes, quienes solamente tienen la posibilidad de comunicarse con él. La comunicación se da en un solo sentido del docente al alumno, lo que produce baja participación del estudiante y cierto grado de insatisfacción: el docente manifiesta que los estudiantes no participan y los estudiantes aluden que por tener que copiar no pueden prestar atención para participar. Suele aparecer en pocas oportunidades un diálogo dúo profesor-estudiante en el que el estudiante interrumpe al profesor para hacer un comentario, pero son menores ya que los estudiantes suelen sentir que sus aportes son desvalorizados en tanto las respuestas son ya preestablecidas. El diálogo suele estar presente en momentos muy puntuales, principalmente en las clases prácticas, por ejemplo para comenzar la clase e invitar a los estudiantes a participar, o al finalizar cuando el docente considera que ya se ha desarrollado completamente el tema, en cuyos casos las respuestas esperadas son abiertas y no necesariamente las que el docente espera.
- *Recursos:* el texto, como realización escrita, es el recurso más importante utilizado en las clases. Estos pueden ser de diversos orígenes como libros, apuntes, producciones de los propios docentes, etc. Pueden acompañarse las exposiciones con soportes de presentación (como diapositivas o filminas) donde se muestra, en el mejor de los casos, una síntesis de los aspectos que el profesor considera más importantes de los textos presentados.

- *Formas de evaluación:* Se trata de una instancia en la que el estudiante debe devolver al profesor el conocimiento que él en su momento les dio, de la forma más precisa y reproductiva posible. Este conocimiento debe parecerse lo más posible a lo que el profesor expuso o a lo que dice el libro de texto. Cuanta más exactitud se logre mejor se califica el aprendizaje. Suelen usarse problemas de tipo repetitivo o "problemas tipo", en el que se pone a prueba el dominio de rutinas o técnicas explicadas previamente. La evaluación es de tipo sumativa, y el objetivo es identificar si el estudiante supera el nivel mínimo exigido.
- *Articulación entre teoría y práctica:* Tradicionalmente, la universidad ha centrado la formación en los contenidos disciplinares, dejando en segundo término las cuestiones más prácticas, experienciales y aplicadas del saber profesional (Finkelstein, 2020). Generalmente las clases están divididas entre clases prácticas y teóricas. Esta perspectiva está presente en la mayor parte de los currículos universitarios que sostienen, en general, una concepción de la articulación aplicacionista, y en donde los espacios dedicados al aprendizaje de las prácticas profesionales se ubican en los tramos finales de la formación, una vez que se han aprendido los campos disciplinares (Lucarelli, 2009).

Hasta aquí, hemos presentado aquello que ha predominado y en muchos casos aún persiste en las prácticas de enseñanza en la universidad. Esto nos orienta a pensar en la **innovación en las prácticas de enseñanza**, partiendo de la hipótesis de que la colaboración entre investigadores en enseñanza de las ciencias y docentes universitarios es un camino con potencialidades para hacerlo.

2.3. ¿De qué hablamos cuando hablamos de *Innovación*?

El término *Innovación* es utilizado frecuentemente en el ámbito educativo. Sin embargo, el significado que a él atañe suele tomar diferentes connotaciones ya

que se trata de un concepto complejo y polisémico, como señala Cañal de León (2002).

Blanco y Messina (2000) plantean que no es pertinente limitarse a una sola definición de *Innovación* sino que se pueden combinar varios criterios para delimitar el campo de la misma. Teniendo esto en cuenta, a continuación, se realiza en primer lugar un análisis sobre las diferentes caracterizaciones que la bibliografía presenta en torno al concepto, para arribar finalmente a la construcción teórica que se adoptará en esta tesis.

Si se considera el origen del vocablo *Innovación* como describe Rivas (2000) se encuentra que proviene del sustantivo latino *Innovatio*. Su raíz es *Novus* que constituye la base del verbo *Novo* (*novare*) cuyo significado equivale al del verbo renovar. Según la Academia, el prefijo *In-* de origen latino equivale a *en*, *adentro*, *al interior*, por lo que le aporta a la base *-nov* un sentido relativo a la introducción de algo nuevo proveniente del exterior a una realidad preexistente o de obtención de algo que no es nuevo pero se constituye como tal en esa realidad.

En lo que respecta al uso del término innovación con un sentido pedagógico Sancho, Hernández, Carbonell, Tort, Sánchez Cortés y Simó (1993) explican que es preciso remontarse a mitad de los años 60, particularmente en EEUU. El concepto cobra relevancia por la proliferación de innovaciones, como respuesta a los problemas sociales que emergen en ese período, particularmente porque se pensaba que los mismos podrían solucionarse a partir de reformas en la escuela. Esta realidad no fue ajena a otros países, pero la relevancia de EEUU reside en que las propuestas que allí surgieron serían luego las que influenciarían fuertemente la dirección de las innovaciones en otros países. Según mencionan los autores la noción de innovación predominante en este período, según un informe de un seminario organizado en 1969 por la OCDE (Oficina para la Cooperación y Desarrollo Europeo), sería entendida como "*La búsqueda de cambios, que de forma consciente y directa tiene como objetivo la mejora del sistema educativo*". Sin embargo, el concepto

de *Innovación Educativa*, ha ido mutando y a lo largo del tiempo ha tomado variedad de significados. Si se revisa la bibliografía son numerosas las definiciones que los autores han dado a lo largo de los años. Se mencionan algunas:

- González y Escudero (1987) la definen como "una serie de mecanismos y procesos que son el reflejo más o menos deliberado y sistemático por medio del cual se intenta introducir y promocionar ciertos cambios en las prácticas educativas vigentes." (p. 17)
- Valenzuela Fuenzalida (1993) lo plantea como "Cambio deliberado y permanente en el tiempo que introduce modificaciones significativas en el sistema de transferencia de conocimientos, actitudes, valores y destrezas, actuando sobre alguno o sobre todos los componentes de la función docente" (p. 41).
- Cañal de León (2002) la entiende como "un conjunto de ideas, procesos y estrategias, más o menos sistematizadas, mediante las cuales se trata de introducir y provocar cambios en las prácticas educativas vigentes" (p. 11)
- Zabalza (2004) plantea que "no es solo hacer cosas distintas sino hacer cosas mejores. Innovar no es estar cambiando constantemente...sino introducir variaciones como resultado de procesos de evaluación y de ajuste de lo que se estaba haciendo" (p.117)
- Salinas (2004) sostiene que se puede considerar "como una forma creativa de selección, organización y utilización de los recursos humanos y materiales... son cambios que producen mejora, cambios que responden a un proceso planeado, deliberativo, sistematizado e intencional, no de simples novedades, de cambios momentáneos" (p.4)
- Lucarelli (2004) lo propone como "cambio, modificación, alteración de una situación dada, con propósito de mejorarla que se articula por oposición o integración a las prácticas vigentes" (p.512)

- Da Cunha y Lucarelli (2006) amplían planteando que "una innovación en el aula supone siempre una ruptura con el estilo didáctico impuesto por la epistemología positivista, aquel que habla de un conocimiento cerrado, acabado, conducente a una "didáctica de la transmisión"... que reduce al estudiante a un sujeto destinado a recepcionar pasivamente cualquier información" (p.2)
- Roig y Lipsman (2015) citando a Edith Litwin mencionan que se trata de "toda planeación y puesta en práctica creada con el objeto de promover el mejoramiento institucional de las prácticas de enseñanza y/o de sus resultados" (p.3).

En las definiciones anteriores se identifica con gran frecuencia el concepto de *cambio* asociado a la noción de innovación. Sin embargo, muchas veces suelen aparecer otros términos utilizados como sinónimos, sobre los que nos interesa problematizar. Entre ellos pueden mencionarse: *modificación, transformación, renovación, reforma, mejora, descubrimiento, invención, creación e incluso tecnología*. Se discuten a continuación cada uno de ellos:

- En relación al concepto de reforma: Sancho et al (1993) señalan que la noción de reforma es un cambio a gran escala cuya incidencia referiría a modificaciones en las metas y el marco global de las actividades de la institución educativa, en la legislación, el vocabulario, los objetivos, pero que no necesariamente generará cambios en la práctica cotidiana. Sin embargo, la innovación, comprendería un nivel más limitado cuyo objetivo sería generar cambios en la práctica concreta. Para Margalef García y Arenas Mardija (2006) la reforma es un cambio propiciado por la Administración Educativa, que afecta a todo el sistema educativo, es decir es un cambio desde arriba hacia abajo, es un cambio político que responde a necesidades sociales e impregnado de ideología.
- En relación al término invención. Blanco y Messina (2000) plantean que la innovación no necesariamente implica hallar o descubrir algo nuevo como sucede en una invención. Una innovación puede generar, que algo

ya existente, sobre un significado cualitativamente diferente y por lo tanto se convierta en "nuevo" para un determinado contexto. Lucarelli (2004) coincide en que es de gran importancia el contexto de origen en el que se define la innovación, e insiste en no asimilarlo a la noción de hallazgo, sino asociarlo a cambio o modificación.

- En relación al término tecnología: Según Lugo y Kelly (2010) la innovación no implica simplemente la incorporación de recursos tecnológicos en las aulas, sino que implica una transformación en diferentes aspectos como las estrategias de enseñanza, las configuraciones institucionales, los roles de profesores y estudiantes, etc. Es decir, puede haber incorporación de tecnologías sin innovación, o innovación sin incorporación de tecnología.
- En relación a los términos cambio y transformación: si bien estos dos conceptos son los más aceptados a la hora de hablar de innovación es preciso hacer una aclaración. Zabalza (2004) explica que cambiar implica hacer algo diferente, por su parte innovar implica que los cambios que se generan tienen el objetivo de provocar mejoras. Blanco y Messina (2000) coinciden en que si bien la innovación implica cambio, no todo cambio es una innovación, ya que la innovación supone un cambio significativo en las estructuras esenciales del proceso educativo.

Hasta aquí se puede apreciar una caracterización de aquello que no sería considerado una innovación. A continuación se presentan aquellas cuestiones comunes en las definiciones que sí aparecen como propias de una innovación educativa. Entre ellas:

- Surge como una **necesidad** o como solución a un problema.
- Adquiere sentido en su **contexto** de desarrollo, por lo que presenta dificultades para la transferencia directa a otro contexto.
- Tiene una **intencionalidad**, es planificada con un fin.

- Es un **proceso** y no un fin en sí misma. Se trata de un medio para generar cambios, en pos de producir mejoras en el sistema educativo.
- Supone transformación cualitativa **significativa**, de las **relaciones** existentes entre los componentes del sistema educativo, no simplemente ajuste del sistema vigente.
- Implica **comunicación** entre el planificador y quienes han de implementar la innovación.
- Debe mantener un **diálogo** continuo entre la **teoría y la práctica**.
- Ha de ser pensada en relación a aspectos **sociales, políticos, ideológicos y culturales**.
- El **docente** es clave en cualquier proceso de innovación.
- El cambio depende de lo que los profesores hacen y dicen.
- Se encuentra que la base de cualquier innovación está dada por un proceso abierto e inconcluso de **reflexión sobre la práctica**.
- Una innovación puede llevar a cuestionar todo un sistema y sus elementos constitutivos, lo que implica la idea de **revisión continua**.
- Toda innovación debe ir acompañada de **asesoramiento, formación y evaluación**.
- La innovación implica una **aceptación y apropiación** por aquellos que han de llevarlo a cabo.
- La innovación implica un **aprendizaje** para quienes participan de ella.
- La innovación implica un **cambio de concepción y de práctica**.
- Las verdaderas innovaciones son **lentas** e implican cambios a largo plazo.

Además de las características antes mencionadas Sancho et al (1993) citando a Fullan y Pomfrett, identifican que una innovación puede tener tres dimensiones relevantes:

- a) La posible utilización de nuevos materiales y tecnologías curriculares.
- b) El posible uso de nuevos enfoques de enseñanza (actividades, estrategias didácticas).
- c) La posible alteración de creencias o de los supuestos pedagógicos que subyacen a las nuevas políticas o programas educativos (p.42-43).

Existen algunos criterios que podrían ser utilizados como guía para el análisis de las innovaciones. Se presenta en el siguiente cuadro un resumen de aportes de diferentes autores:

Criterios de Clasificación de las <i>Innovaciones</i>				
Zabalza	Cañal de León	Valenzuela Fuenzalida	Rivas	Blanco y Messina
Por tipos: según los contenidos a los que afecte la innovación	Conservadora: basada en modelo técnico academicista	Punto de vista etimológico: según el "origen", "causa", o "factor desencadenante de la innovación.	Componentes	Tradicional: se realiza una innovación piloto experimental y se generaliza y aplica en otros contextos.
Por modalidades: según las diversas formas de llevarlas a cabo	Progresista: reflexivo crítico	Punto de vista organizacional: implicará una modificación en el sistema de relaciones, normas y modo de conducta en el seno de la comunidad educativa, así como estrategias de seguimiento y/o evaluación.	Intensidad	Actual: innovaciones específicas y particulares relativas a un contexto, pero no por ello con menor validez teórica.
Por niveles de impacto: según los ámbitos a los que afecta la innovación		Punto de vista del contenido de los cambios.	Cantidad o extensión	
		Punto de vista del proceso de innovación: Modelo de investigación y desarrollo; Modelo de interacción social; Modelo de resolución de problemas	Modo de realización	

Tabla 2. Comparación de criterios de clasificación de las innovaciones. *Elaboración propia*

A partir del análisis del cuadro se puede observar que existen diferentes y variados criterios para caracterizar una innovación, impactando solamente en alguno de los aspectos mencionados o varios de ellos al mismo tiempo, posibilitando a su vez, en este último caso, variadas combinaciones posibles entre los mismos. En relación a la utilización de nuevas tecnologías, Maggio (2015) hace énfasis en la importancia de evaluar si la incorporación de

tecnología que tiene lugar en las aulas universitarias es una “inclusión genuina”, reconociendo el lugar y el sentido de la tecnología en la construcción del conocimiento y reflejándolo en el diseño de las prácticas de enseñanza. Santos, Bouciguez, Miranda, Cenich, Barbieri y Abásolo (2013) afirman que:

El aprendizaje mediado por una aplicación informática y en un ambiente posibilitador de intercambios de ideas promueve el desarrollo de capacidades cognitivas superiores. Al interactuar “con otros o con artefactos culturales” se pone en juego un conjunto de cogniciones distribuidas de los sujetos, los instrumentos y la comunidad de aprendizaje que incentivan las competencias del individuo. (Santos, Bouciguez, Miranda, Cenich, Barbieri y Abásolo, 2013, p.1265)

Es decir, pensar en un proceso de innovación que incorpore TIC implica no sólo la inserción de estas herramientas en el aula sino una reformulación de las formas convencionales en las que se enseña y aprende, y una reflexión sobre el rol del docente, del estudiante y del conocimiento. Es decir, para que tal incorporación sea significativa, es necesario desarrollar un proceso de reflexión profundo, en el que se ponga de manifiesto que incluir las TIC en el aula va más allá de sumar aplicaciones informáticas, sino que también implica pensar en cómo se van construyendo nuevos mecanismos de enseñanza y aprendizaje.

Teniendo en cuenta todo lo antes presentado, se adopta en este trabajo una postura respecto al concepto de innovación que contempla los aspectos más importantes identificados en la bibliografía y a su vez se vincula con el problema de interés de esta investigación: *La innovación educativa es considerada una consecuencia del trabajo en colaboración entre diferentes actores, en el cual las prácticas de enseñanza se transforman porque los sujetos que participan de ella las dotan de nuevos significados, a partir de un proceso reflexivo que tiene lugar en el trabajo con otros.*

2.3.1. Una nueva cultura de aprendizaje en el nivel superior

La llamada "Sociedad del Conocimiento" demanda a las instituciones encargadas de la formación de profesionales, el desarrollo de una nueva cultura de aprendizaje universitario. Los lineamientos vigentes para la educación superior, están basados en un modelo centrado en el aprendizaje y la actividad cognitiva del estudiante. Esta nueva cultura está sustentada en las formas en la que se gestiona actualmente el conocimiento en la actual dinámica social, ya sea en relación a cómo el conocimiento se produce, se difunde e intercambia, o a su estrecho vínculo con los desarrollos tecnológicos (Martín-Barbero, 2001).

Pozo y Puy Pérez Echeverría (2009) proponen algunas dimensiones clave para repensar la enseñanza en el nivel superior, en función de las demandas, entre ellas:

- *De la información al conocimiento:* La informatización del conocimiento ha permitido que la información sea accesible para cualquier persona desde cualquier dispositivo como tablet, teléfonos celulares, computadoras, etc. Por ello, es necesario hacer énfasis ya no en el acceso del estudiante a la información, algo que con el desarrollo de las nuevas tecnologías estaría garantizado, sino en las habilidades o competencias de las que el futuro profesional debe disponer para hacer uso, dialogar e interactuar con él.
- *Gestión de la incertidumbre:* según los autores aprender ya no significaría apropiarse de una verdad absoluta, válida en todo contexto, sino que se trataría de adquirir varios conocimientos y usar el más adecuado, de acuerdo a la situación que se desea abordar. Ya no se trataría de aprender verdades indiscutidas, sino de convivir con diversidad de perspectivas, pluralidad de teorías y múltiples interpretaciones de la información para, a partir de ellas, construir un propio juicio. Según Morin (1999) "conocer y pensar no es llegar a la verdad absoluta, sino que es dialogar con la incertidumbre" (p. 76).

- *Adquirir conocimientos para seguir aprendiendo:* Los ritmos de cambio, tanto en relación a los desarrollos científicos como a los tecnológicos hacen que sea imposible anticipar qué conocimientos serán oportunos para que los estudiantes resuelvan problemas en su propia profesión dentro de algunos años. En este sentido, se debe apuntar a una formación profesional flexible, eficaz y autónoma, dotada de capacidades que le permita al estudiante aprender y actualizarse permanentemente para adaptarse a las demandas de la sociedad. Esto no significa que la enseñanza universitaria debe responder necesariamente a las demandas del mercado, sino de dar respuesta a las reales necesidades profesionales que deberán afrontar los actuales estudiantes.
- *La construcción de modelos:* Existen nuevas formas de entender el conocimiento, desde una mirada epistemológica. Los autores señalan que la función del conocimiento en la nueva cultura de aprendizaje es la de construir modelos o representaciones que permitan resolver problemas. En este sentido, ya no se trata de presentar a los estudiantes ideas acabadas y cerradas sino de diseñar situaciones de enseñanza que favorezcan el desarrollo de estrategias que le permitan tomar decisiones sobre la porción de la realidad que desean estudiar. Se destaca el valor de los objetivos, las metas y los propósitos en relación a los problemas y no a verdades absolutas sobre ellos. Sostienen además que la creciente fragmentación y especialización en los diferentes campos científicos hace imposible el abordaje de todo el cúmulo de saberes que la sociedad ha construido a lo largo de la historia; sumado al creciente ritmo de producción y al mismo tiempo de caducidad. Esto implica necesariamente que los estudiantes deben desarrollar ciertos criterios y habilidades, que les permitan contrastar y justificar sus saberes, concibiéndolos en el marco de un proceso de construcción social.

- *Aprendizaje significativo*: Los autores destacan la necesidad de que los estudiantes puedan transferir los conocimientos adquiridos a situaciones novedosas. Esto no significa eliminar la adquisición de datos e información verbal, sino poner el énfasis, no en la repetición de información, sino en la relación de la misma en una estructura de significado. En este sentido, recuperan la importancia de trabajar en la resolución de problemas (diferenciándolos de los clásicamente denominados ejercicios, aunque sin menospreciar su valor) en los que los estudiantes no tienen caminos definidos para su resolución y deben adoptar un posicionamiento activo en la toma de decisiones para avanzar en la búsqueda de una solución.
- *Aprender a aprender*: Por último y no menos importante, los autores recuperan la necesidad de favorecer procesos de cognición metacognitiva en la cual el estudiante pueda reflexionar sobre lo que aprende y la manera en que lo hace. A su vez, exige al docente correrse de su lugar de control del aprendizaje, para ir garantizando de forma progresiva cierta autonomía en el estudiante. La evaluación cobra un lugar de especial interés en este proceso, ya no desde su lugar de calificadora, y en términos sumativos, sino durante todo el proceso, con el fin de dar a conocer el avance y el progreso del estudiante a cada paso del proceso. Según los autores, *Evaluar para el aprendizaje* permite al estudiante conocer sus logros en relación a los objetivos y a la vez que se le presentan las cuestiones en las que debe seguir trabajando, con pistas que orienten el camino a seguir. De esta forma no se pone el foco sólo en el aprendizaje, sino en que el estudiante pueda seguir aprendiendo.

Las cuestiones aquí descritas en relación al aprendizaje demandan también nuevas formas de pensar la enseñanza. Se presentan a continuación algunas consideraciones al respecto.

2.3.2. Las metodologías activas de enseñanza como facilitadoras de la innovación

La búsqueda de formas alternativas a la enseñanza tradicional ha dado origen al desarrollo de una serie de metodologías que buscan colocar al estudiante y su aprendizaje en un lugar central en el proceso educativo. Muchas de ellas han sido denominadas con el nombre de metodologías alternativas y se sitúan bajo el paradigma constructivista. Entre las más importantes se pueden mencionar: Análisis de casos, Aprendizaje basado en problemas (ABP), Aula Invertida, Aprendizaje basado en equipos, Aprendizaje y Servicio (A+S), juego de roles, debates, entre otras (Labrador y Andreu, 2008; Silva y Maturana, 2017).

Es posible reconocer algunos principios básicos que dan sustento a todas estas metodologías centradas en el alumno y que se reconocen como relevantes para orientar la puesta en marcha de nuevas estrategias. Entre ellos se destacan los siguientes:

- *El constructivismo social como base de la enseñanza:* Se toman como base los aportes de Piaget y Vigotsky, quienes afirman que los estudiantes no sólo construyen conocimiento sino que lo hacen principalmente a través de la interacción social con otros. Se asume que el aprendizaje se da cuando el estudiante reconstruye la información que recibe mediante una representación interna, en tanto proceso individual. Por otro lado, al trabajar con otros, estos procesos se ven a su vez atravesados por negociaciones entre los sujetos (ya sea estudiante-docente o estudiantes entre sí) que dan lugar al llamado aprendizaje social. En este sentido, las actividades que favorecen la negociación de significados entre los diferentes actores cobran gran relevancia en la construcción de conocimientos (Cubero y Rubio, 2005).
- *El aprendizaje del estudiante como eje de la enseñanza:* se busca promover en el estudiante un rol activo en el proceso de aprendizaje volviéndolo protagonista de dicho proceso. Se trata de implicar al

estudiante en algo más que la escucha pasiva, desplazando el énfasis desde la transmisión de la información al desarrollo de habilidades en los estudiantes, la realización de tareas que demandan procesos de pensamiento de diferente grado de complejidad de acuerdo a la taxonomía de Bloom (Navarro, 2011).

- *Las metodologías inductivas como estrategia de enseñanza:* se basan en el análisis de situaciones problemáticas como punto de partida para el aprendizaje. Ante estas situaciones, los alumnos tienen que decidir qué es lo que necesitan aprender o indagar para afrontar el reto y resolver el problema (Prieto, 2017). Según el autor, estas estrategias han mostrado gran eficacia en el desarrollo de competencias transversales para el razonamiento crítico y el aprendizaje autónomo.
- *El aula como escenario de diversidad:* tradicionalmente se ha valorado dentro del aula un único tipo de inteligencia, la capacidad de acumular información; sin embargo es sabido que los estudiantes dentro del aula no son iguales puesto que el conjunto de las capacidades y dificultades de cada uno es un universo en sí mismo (Santiago y Bergmann, 2018). Por esta razón, los alumnos van a acceder, profundizar y comprender el contenido de maneras distintas a partir de actividades diversas.
- *El docente como facilitador del aprendizaje:* no transmite conocimientos acabados, sino que se ocupa de proporcionar los recursos necesarios para que los estudiantes sean quienes los construyan, en base a sus propios ritmos de trabajo. Para ello propone variedad de actividades con diferentes niveles de complejidad, y las supervisa para obtener información sobre los procesos y productos de los estudiantes de forma continua. Se ocupa de promover debates, intercambios y discusiones con y entre los estudiantes. Busca identificar y colaborar con las dificultades de aprendizaje, otorgando al estudiante un protagonismo en el proceso de aprendizaje y fomentando el intercambio con otros para resolver dudas e inquietudes. El propósito es generar consensos como

resultado final, en los cuales todos los estudiantes construyan conocimiento (Prieto, 2017).

- *Las TIC como aliadas para la innovación:* existe una amplia gama de herramientas tecnológicas que pueden ser utilizadas para favorecer los procesos de aprendizaje en el marco de las metodologías activas. Entre ellas, pueden mencionarse las plataformas digitales, los blogs, las bibliotecas virtuales, herramientas de google (procesadores de texto, formularios, presentaciones power point, correo electrónico, drive), buscadores, videojuegos, simuladores computacionales, videos, imágenes, herramientas para la creación de mapas conceptuales, etc. (Silva y Maturana, 2017). Entre sus ventajas se reconoce que posibilitan un mayor incremento de la cantidad y la calidad de las interacciones entre el profesor y los estudiantes y de los estudiantes entre sí; facilitan un mejor feed-back y la participación de aquellos estudiantes más reacios a intervenir en público ante grandes grupos; permiten mayor acceso a los contenidos y a sus distintas representaciones; favorecen el desarrollo de competencias en el uso de las TIC; propician una mejor adaptación a los ritmos, intereses y necesidades de cada estudiante; colaboran con la evaluación continua del estudiantado a partir de diferentes registros; entre otras (Sigalés, 2004).
- *La evaluación como instrumento formativo:* se asume la evaluación como parte del proceso de aprendizaje, de forma continua, y mediante la utilización de variedad de instrumentos. Con ella, se busca reconocer los logros y las dificultades en el aprendizaje de los estudiantes para adaptar la enseñanza de acuerdo a sus necesidades. Se realiza durante todo el proceso y puede ser llevada a cabo por diferentes actores: el docente, el mismo estudiante a partir de la autoevaluación, los compañeros en el contexto de una evaluación por pares, etc. (Prieto, 2017)

Si bien las potencialidades de las metodologías activas están a la vista, se reconocen algunos obstáculos percibidos por el docente en relación a estas metodologías y que deben tenerse en cuenta a la hora de llevar adelante procesos de innovación. Entre ellos, Prieto (2017) menciona:

- El miedo a perder el tiempo, ya que los docentes consideran que aplicar estas metodologías les impide cumplir con la enorme cantidad de contenidos estipulados por la currícula;
- El riesgo de perder el control, ya que al otorgar un rol activo al estudiante se desdibuja la figura del docente;
- La falta de preparación de los estudiantes, ya que asumen que aprender activamente exige que los estudiantes pongan en práctica gran cantidad de competencias diversas, que no han desarrollado.

A estos obstáculos pueden sumarse otros propios de la consideración de la diversidad del aula que, según Anijovich (2014), pueden constituirse como malentendidos o creencias que dificultarían el abandono de prácticas tradicionales de enseñanza. Entre ellos:

- Al trabajar bajo la concepción de heterogeneidad es necesario diseñar actividades específicas para cada estudiante.
- No es posible trabajar contemplando la diversidad cuando se trata de cursos numerosos.
- Si los estudiantes eligen tipos de actividades, recursos y estrategias de acuerdo a sus posibilidades todos aprenderán cosas diferentes y no se cubrirán los contenidos del currículo.
- El rol activo del estudiante en su aprendizaje y en la toma de decisiones lleva a una pérdida de control por parte del docente.
- Cuando los estudiantes tienen opciones terminan eligiendo la más fácil.

- Es necesario agrupar a los estudiantes por nivel, adaptando las actividades según el rendimiento.
- La evaluación no puede responder a estos enfoques, debe seguir manteniendo sus características tradicionales.

Prieto (2017) afirma que es posible transformar estos obstáculos en oportunidades en la medida que se asegure la relación entre objetivos, actividades y evaluación; se elimine la sensación de pérdida de control de la clase y se focalice en la posibilidad de ofrecer una amplia variedad de actividades en las que el docente adopte diferentes roles, otorgando mayor confianza a la capacidad de los estudiantes para aprender por ellos mismos de forma progresiva. Anijovich (2016) también versa sobre la autonomía de los estudiantes y destaca que, para formar aprendices autónomos, es necesario establecer relaciones de confianza, trabajo conjunto y construcción conjunta de conocimientos, tratando de no invisibilizar la participación de ningún estudiante y manteniendo altas expectativas de todos ellos. A su vez, la autora destaca la importancia del docente como creador de un clima de confianza en el que los estudiantes se sientan seguros para experimentar, explorar, asumiendo riesgos y responsabilidades sobre su aprendizaje.

Se considera que lo presentado hasta aquí en relación a la enseñanza y el aprendizaje en el nivel superior, puede enriquecerse si se tienen en cuenta consideraciones específicas en relación al contenido. Por ello, se presentan a continuación algunas cuestiones relativas a la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias que resultan significativas para orientar la planificación de nuevas estrategias de enseñanza.

2.3.3. Algunos aportes de la didáctica de las ciencias

El cuerpo teórico de conocimientos que ha producido la didáctica de las ciencias en los últimos 40 años ha impulsado el desarrollo de ciertos cambios en las formas de concebir la enseñanza y el aprendizaje de conocimientos

científicos (Sanmartí, 2000). Se presentan a continuación algunos aportes que podrían orientar la innovación en el nivel superior.

2.3.3.1 ¿Qué ciencia enseñar?

La puesta en órbita del primer satélite artificial Sputnik, llevada a cabo por la URSS en 1957, generó una crisis en el sistema educativo de estados Unidos y en muchos otros países occidentales que llevó al análisis de las debilidades formativas del modelo de enseñanza de las ciencias naturales tradicional, particularmente de la física, que ya se evidenciaban desde 1950, por la escasa matriculación de estudiantes en carreras científicas al terminar la secundaria (Massa, Foresi y Sanjurjo, 2015). Las autoras afirman que este fue el puntapié que dio inicio a una serie de encuentros entre diferentes actores para revisar y reorientar las prácticas de enseñanza tanto en el nivel secundario como en los primeros años de la universidad.

Aduriz-Bravo (2000) expresa que durante la década de los 50 y los 60 la preocupación se coloca principalmente en las reformas curriculares, para lo cual se llevan adelante una serie de programas que recuperan desarrollos de la psicología del aprendizaje inespecíficas del contenido de la ciencia. El autor sostiene que en este período la didáctica de las ciencias se apoya en el conocimiento producido por disciplinas periféricas y produce una serie de recursos, técnicas y prescripciones de corte metodológico.

Durante la década del 70 surgen una serie de cuestionamientos desde la filosofía y la sociología de la ciencia como: la concepción empírico-inductivista de la metodología científica, la ciencia como verdad absoluta, la visión del científico como sujeto objetivo y poseedor de una metodología infalible y la credibilidad del modelo de aprendizaje por descubrimiento (Massa, Foresi y Sanjurjo, 2015). Sumado a esto, los aportes de la psicología evolutiva de Piaget y otros adeptos a la psicología cognitiva, viraron el foco hacia modelos de enseñanza que atiendan a la manera en la que el estudiante aprende.

En la década de los 80 con las tesis doctorales de Driver y Viennot² se despierta un gran interés por las ideas y conceptos de las que dispone el sujeto que aprende y que ha construido producto de su experiencia, y que en muchos casos no coinciden con las científicas. Es así que surgen gran cantidad de estudios de las llamadas "concepciones alternativas", que perduran los próximos 25 años, y en los que se investiga no sólo sobre estas ideas, sino también sobre el desarrollo de posibles estrategias para operar sobre ellas en la enseñanza de las ciencias.

Entre los años 80 y 85 se lleva a cabo un proceso de integración y reelaboración de tres líneas de investigación: la epistemológica, la psicológica y la pedagógica (Porlán, 1998). La primera de ellas preocupada principalmente por realizar una lectura didáctica de la estructura de los contenidos científicos y de los problemas, obstáculos y perspectivas más relevantes de su evolución histórica, la segunda vinculada a las ideas de los estudiantes y su relación con el aprendizaje y la última más vinculada a las formas de comunicación en el aula. Esto trajo aparejado una redefinición de los objetivos de la enseñanza de las ciencias, en la que toma relevancia la idea de una enseñanza de las ciencias para todos los ciudadanos como medio para democratizar el uso social y político de la ciencia, lo que pone en discusión las siguientes preguntas: ¿Cuál es la finalidad de la educación científica? ¿Qué contenidos enseñar? ¿Cuál es la mejor manera de hacerlo?

Para dar respuesta a estas preguntas, Massa, Foresi y Sanjurjo (2015) sostienen que es posible posicionarse desde dos perspectivas teóricas diferentes: una centrada en el objeto de conocimiento y otra en el sujeto cognoscente. No profundizaremos en este apartado en la segunda perspectiva, dado que se aleja del interés de este desarrollo. En relación a la perspectiva centrada en el objeto de conocimiento, es posible reconocer que atiende principalmente a la construcción cognitiva de la ciencia, es decir, a la forma en

² Vienot, L (1979). Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire.

Driver, R.(1973). The representation of conceptual frameworks in young adolescent science students.

la que el conocimiento científico se ha constituido a lo largo de la historia y la reflexión sobre este proceso. Entre los modelos didácticos adherentes a este enfoque se encuentra el modelo de enseñanza por descubrimiento, el modelo de cambio conceptual o de enseñanza mediante conflicto cognitivo, la enseñanza mediante investigación dirigida, el modelo CTSA (ciencia-tecnología-sociedad-ambiente), i-STEM (Enfoque integrado de Science, Technology, Engineering & Mathematics) y la enseñanza por explicación y contrastación de modelos. Resulta particularmente de interés para este trabajo este último modelo, por lo que se dedicará un apartado especial a continuación. Las razones se exponen en el apartado siguiente.

2.3.3.2. La modelización en la enseñanza de las ciencias

En los últimos años la actividad de modelización acapara un creciente interés en la didáctica de las ciencias, por su importancia tanto en la actividad científica como en la educación en ciencias (Aragón-Núñez, Jiménez-Tenorio, Oliva-Martínez y Aragón Méndez, 2018).

En lo que a la ciencia respecta, Islas (2012) señala que epistemólogos reconocidos como Bunge y Bachelard dan cuenta de la importancia que tienen los modelos para la construcción de conocimientos científicos. Según Justi (2006) la construcción de modelos no representaría una etapa auxiliar en la labor científica, como suele creerse, sino que se trataría de un aspecto fundamental en el proceso de construcción de conocimientos científicos, dado que:

- Se trataría de artefactos que permiten realizar representaciones parciales de un objeto, evento, proceso o idea y son creados por el científico con un objetivo específico. El carácter de representación implica “abstraer a partir de” o “traducir en otra forma” la naturaleza real del sistema o idea. Pueden expresarse en más de una forma: concreto, visual, gestual, matemático, etc. Esos modos, además, pueden complementarse (Arriasecq, 2014).

- Actuarían como mediadores entre la realidad y la teoría, pero no estarían supeditados ni a unos ni a otros, es decir, serían autónomos (Justi, 2006), en el sentido de que implican simplificaciones y aproximaciones que derivan tanto de una como de otra, y a veces incluso con elementos externos como pueden ser las analogías; tienen diversas funciones de acuerdo a los objetivos perseguidos: simplificar entidades complejas para facilitar su tratamiento, ayudar a comunicar ideas, favorecer la visualización de ideas abstractas, fundamentar la elaboración de explicaciones y predicciones sobre la realidad. En ciencias fácticas algunas operaciones tradicionales que intervienen en la construcción de un modelo son: el recorte del sistema, la simplificación del mismo, la identificación de los elementos que lo conforman y el análisis de sus interacciones.
- Serían producidos por un sujeto para representar una parte del mundo, no existen en la naturaleza, la mente humana los construye. En este sentido, un modelo podría representar diferentes sistemas (como el modelo de partícula) y también un mismo sistema pueda representarse haciendo uso de diferentes modelos (como sucede al estudiar la luz), dado que como se trata de representaciones parciales, cada uno podría representar una o más aspectos diferentes de la realidad; esto estaría determinado por el propósito del estudio y las condiciones de su realización (Islas y Pesa, 2004).
- Serían construcciones provisorias, perfectibles y abarcativas, no se trataría de verdades absolutas, sino de construcciones que podrían ser modificadas con el objetivo de explicar más y mejor los fenómenos de la naturaleza; podrían ser reemplazados por nuevos modelos pero esto no implicaría el abandono definitivo del primero (Galagovsky y Adúriz Bravo, 2001). Las modificaciones estarían asociadas a cambios en el conocimiento disponible, ya sea cuando se analiza que ciertas previsiones hechas a partir del modelo son inadecuadas o cuando se dispone de nuevas formas de representación.

- Los modelos científicos son originales, en el sentido de que resultan una novedad, en determinado momento histórico; la modelización consiste en la creación de argumentaciones que subsumen los hechos científicos investigados bajo modelos capaces de explicarlos; la modelización supone el ajuste de modelos ante la aparición de anomalías (Aduriz-Bravo, 2000).
- Los modelos incluyen una amplia variedad de estatus ontológicos: cada representación privada y personal creada por un individuo constituye un modelo mental. Cuando ese modelo es externalizado y compartido se tiene un modelo expresado. Si, a su vez, ese modelo que se ha expresado es compartido por un grupo social se tiene un modelo consensuado. Si el grupo social corresponde a la comunidad científica y el uso de ese modelo aporta al desarrollo del conocimiento científico, se tiene un modelo científico (Arriasecq, 2014).

La importancia de los modelos en la práctica científica sugiere que deberían tener un papel igualmente importante en la educación en ciencias (Gilbert y Justi, 2002).

Pozo y Gomez Crespo (1998) sostienen que al pensar la enseñanza por explicación y contrastación de modelos se busca que el estudiante *reconstruya e integre los valores, métodos y los sistemas conceptuales producidos por la ciencia, con la ayuda pedagógica más adecuada* (p.299). En esta perspectiva el objetivo es que el estudiante conozca diversidad de modelos que le permitan comprender e interpretar la naturaleza y que construya los propios y aprenda a interrogarlos poniendo a prueba su potencial explicativo (Massa, Foresi y Sanjurjo, 2015). Las autoras sostienen que la enseñanza basada en modelos se asienta principalmente en la argumentación, en tanto resulta necesario expresar ideas que den cuenta de las relaciones que se construyen.

Diversas investigaciones (Justi, 2011) han señalado que los estudiantes no modifican su visión sobre los modelos como resultado de una transmisión directa sino que es de relevancia que se implique en actividades de

construcción de modelos, de modelización, donde puedan discutir y criticar sus propios modelos, los ajenos, identificar sus ventajas y desventajas, qué cuestiones representa y cuáles deja afuera, el dominio de acción, etc.

Justi (2006) señala que en una situación de aula normal, la responsabilidad de iniciar el proceso de construcción de modelos recae en el profesor:

Es él quien debe escoger el momento en que se debe introducir tal actividad durante el proceso de enseñanza, es decir, qué modelo deberán elaborar los alumnos y con qué objetivo(s). Es muy importante comunicarles de forma bien clara las definiciones a los alumnos, a fin de evitar que no entiendan algún aspecto de la actividad. Tanto para definir qué deben modelar los alumnos como para establecer una comunicación clara con ellos, es fundamental que el profesor conozca su nivel de conocimientos. Así el profesor podrá: juzgar si los modelos manejados con anterioridad por los alumnos son adecuados como punto de partida para la construcción del modelo actual; prever problemas que puedan tener en la comprensión y puesta en práctica de la actividad; y elaborar preguntas que les ayuden a pensar de forma crítica acerca del modelo. (Justi, 2006, p.179)

La autora sostiene también que el aprendizaje es un proceso gradual y no lineal de modificación de ideas. En ese sentido, afirma que la construcción de modelos constituye los cimientos del mismo.

2.3.3.3. La enseñanza de las ciencias con TIC y los simuladores computacionales

La construcción de conocimiento científico en el ámbito escolar es el resultado de un trabajo compartido entre estudiantes y docentes, y a su vez de un trabajo de internalización y externalización de las acciones que allí tienen lugar. Este proceso es sustentado principalmente por el lenguaje oral y escrito. Cuando un estudiante aprende utilizando tecnologías no sólo construye conocimientos sobre la disciplina, sino que también desarrolla ciertas habilidades cognitivas que sólo pueden darse producto de esa interacción (Santos y Stipcich, 2010);

en este sentido, el empleo de herramientas informáticas "se constituye en un valioso recurso para representar las modelizaciones científicas contribuyendo de manera conceptual a acortar la brecha que separa los modelos científicos de aquellos que construyen los estudiantes" (Domínguez, 2010, p.19). La autora sostiene que la elaboración de propuestas didácticas que integren tecnologías, como applets o simulaciones podría colaborar con el desarrollo de otras formas de representación del conocimiento, a partir del trabajo con modelos simplificados de los sistemas físicos en estudio y la visualización dinámica de los cambios involucrados.

Desde una perspectiva constructivista, se asume que es el estudiante quien construye y reconstruye significados. El docente por su parte, se ocupa de diseñar situaciones que permitan negociar la construcción de los mismos. Es allí que las TIC presentan potencialidades, en pos de favorecer diferentes formas de interacción tanto entre los estudiantes y el docente, como entre los estudiantes entre sí, que colaboren en el proceso de negociación de significados (Domínguez, 2010).

Dentro de la amplia variedad de herramientas informáticas disponibles actualmente, una de ellas cobra gran relevancia para la enseñanza y el aprendizaje de la física: las simulaciones computacionales. Se trata de programas informáticos capaces de reproducir fenómenos sobre la base de modelos científicos (Roa e Islas, 2016). Las autoras mencionan que la mayoría posibilita, en mayor o menor medida, la interacción con el estudiante quién tiene la posibilidad de modificar diferentes parámetros en función del modelo, observar gráficas, obtener resultados numéricos y hacer un análisis a partir de todo ello.

En la enseñanza de la física las simulaciones son utilizadas como herramienta didáctica en distintas instancias: para iniciar un tema, como aplicación en la resolución de problemas o actividades, y antes o después de una experiencia de laboratorio. Esto plantea la necesidad de que el docente que emplea estos recursos conozca el modelo físico que se utiliza, cómo se implementa éste en

el plano matemático y, a la vez, qué estrategias, acciones y consignas diseñar y/o adoptar para implementar la planificación de aula (Arriasecq, 2014).

Entre las ventajas que se pueden señalar (Casellas y Guitart, 2011), están:

- La sencillez de uso: la mayoría de las simulaciones accesibles en la red puede utilizarse ejecutando sus controles de manera intuitiva.
- La velocidad de ejecución: rápidamente pueden visualizarse modelizaciones de fenómenos reales acompañados de gráficos y cálculos entre sus variables.
- La accesibilidad: la disponibilidad en internet, la utilización de un lenguaje libre y la posibilidad de contar con computadoras facilita el acceso, de modo que la mayoría de los alumnos pueden utilizarlas.
- La capacidad gráfica y visual: es posible observar virtualmente fenómenos de gran semejanza con la realidad.
- La visualización de fenómenos y experimentos difíciles de realizar: es posible reproducir de un modo virtual experiencias que por costos elevados, porque involucran procesos muy rápidos o muy lentos, porque implicarían la utilización de materiales peligrosos, no podrían observarse de otro modo.

Una actividad de aprendizaje con entornos de simulaciones tiene como propósito que el estudiante interactúe con el modelo científico del fenómeno a estudiar, lo que pone de relevancia la necesidad de identificar y caracterizar los componentes tecnológicos que favorecen dicha interacción. En este sentido, no es suficiente elegir una simulación porque aborda el contenido a enseñar, sino que deben tenerse en cuenta también los aspectos didácticos y psicológicos que a su utilización subyacen (Bouciguez, 2010). La autora sostiene que "la potencialidad de un entorno simulado reside en la calidad de su interfaz gráfica interactiva" (p.71).

Zangara y Sanz (2012) proponen algunos elementos que permiten analizar la interactividad de un recurso tecnológico; entre ello menciona: permiten seguir

un recorrido idiosincrásico; favorecen formas en la presentación de los contenidos más relacionadas con cada “estilo de aprender” (abordajes más textuales, gráficos, visuales, auditivos, audiovisuales, etc.); permiten encontrar situaciones, respecto de lo que tiene que aprender, más relacionados con su realidad y sus posibilidades de aplicación o transferencia; son herramientas que permiten al usuario encontrar lo que necesita (en términos de contenidos y actividades) según sus propias necesidades; favorecen la recepción de información de retorno (no sólo correctiva sino explicativa) de cada una de las actividades y ejercicios propuestos.

El uso de herramientas interactivas, como los simuladores computacionales amplía la posibilidad del estudiante para tomar decisiones, colocándolo en un rol activo en su proceso de aprendizaje; a la vez, favorece la construcción de conocimiento a partir de actividades de modelización. En este sentido, se reconoce una doble potencialidad, lo cual los vuelve sumamente interesantes para el desarrollo de propuestas didácticas innovadoras.

2.4. La integración del conocimiento disciplinar, pedagógico y tecnológico como elemento clave para favorecer la innovación.

Una nueva cultura de aprendizaje exige también una nueva cultura de enseñanza, como hemos mencionado y descrito anteriormente. Pozo y Puy Pérez Echeverría (2009), afirman que hay un aspecto de gran importancia que podría obstaculizar la mejora de las prácticas de enseñanza que son los *conocimientos de los docentes*. Los autores mencionan que durante mucho tiempo el análisis de la práctica docente estuvo centrada en las conductas del profesorado, desde el paradigma proceso-producto; el cambio al paradigma cognitivo, dio lugar a diferentes estudios sobre el pensamiento del profesor, a partir del supuesto de que las decisiones que toma están sustentadas en diferentes saberes. En este sentido, sostienen que comprender estas ideas, es clave para la mejora de la enseñanza.

Si bien el foco de este trabajo no está puesto particularmente en el estudio de los conocimientos de los docentes universitarios, asumimos que no es posible desconocer su importancia cuando se busca comprender las prácticas de enseñanza en las que se incorporan TIC, en el marco de un trabajo en colaboración. Se presentan a continuación algunos aspectos que se consideran relevantes en relación a las investigaciones en esta línea y que resultan de interés para este trabajo.

2.4.1. Estudios sobre el conocimiento de los docentes

Desde fines de 1970 se vienen llevando a cabo diferentes investigaciones sobre los conocimientos de los docentes (Elías, 2020). La autora sostiene que los aspectos en los que se pone énfasis, los presupuestos de partida, los marcos teóricos y metodológicos presentan diferencias. Esto ha dado lugar a algunos trabajos de revisión bibliográfica con el propósito de sistematizar el cúmulo de información producida. Entre ellos, menciona como relevante el aporte de Carter (1990) quien identifica tres enfoques: estudios del procesamiento de la información, estudios del conocimiento práctico, estudios del conocimiento didáctico del contenido. La autora destaca que si bien algunas líneas de investigación eran incipientes en el momento de su publicación, el tiempo ha confirmado el valor de esta sistematización. Se presenta a continuación un cuadro de elaboración propia que sintetiza los aspectos más importantes:

	Estudios del procesamiento de la información	Estudios del conocimiento práctico	Estudios del conocimiento didáctico del contenido
Inicios	Fines de 1970	Comienzos de 1980	Mediados de 1980
Objeto de estudio	Procesos cognitivos de los profesores Operaciones mentales	Conocimiento práctico personal Teorías implícitas Estudios ecológicos del aula (Relación pensamiento-acción)	Conocimiento didáctico del contenido
Características	-Centrados en el planeamiento y toma de decisiones. -Centrados en la contrastación entre expertos y novatos.	-Centrados en la reflexión sobre la acción -Centrados en la relación entre estructuras de las situaciones de aula y las estructuras de las personas.	Centrados en la relación entre el conocimiento disciplinar y el conocimiento sobre la enseñanza.

Tabla 3. Síntesis de estudios sobre el conocimiento docente. Elaboración propia

Resulta de interés para este trabajo la última línea de investigación orientada a establecer relaciones entre el conocimiento disciplinar y el conocimiento didáctico. Particularmente, se recupera un aporte derivado de esta línea de trabajo y que colabora con el análisis de las prácticas, cuando se incorporan tecnologías en la enseñanza: El modelo TPACK.

2.4.2. El modelo Tpack

Se trata de un modelo que busca identificar aspectos fundamentales del conocimiento que los profesores necesitan para la integración de la tecnología en el aula es el TPACK (Mishra y Koehler, 2006). Los autores afirman que un uso adecuado de la tecnología en la enseñanza requiere del desarrollo de un conocimiento complejo y contextualizado que denominan *Conocimiento tecnológico pedagógico disciplinar* (TPACK acrónimo para Technological pedagogical content knowledge). Los autores recuperan la conceptualización de Shulman sobre conocimiento didáctico del contenido a la que agregan la componente tecnológica.

Este modelo representa la intersección entre tres conocimientos diferentes en relación al docente: el conocimiento disciplinar, el conocimiento pedagógico y el conocimiento tecnológico. Se describe a continuación cada uno de ellos:

A. Conocimiento Disciplinar: El conocimiento disciplinar se refiere al contenido específico de una materia o disciplina. Se compone de modelos, teorías, leyes, principios, conceptos y modos de pensamiento y construcción de conocimientos propios de cada campo.

B. Conocimiento Pedagógico: El conocimiento pedagógico refiere al saber de los procesos, metodologías y prácticas de enseñanza y aprendizaje, así como los propósitos y metas de la enseñanza. Es el conocimiento que le permite al profesor comprender cómo sus alumnos construyen conocimiento, adquieren habilidades y desarrollan hábitos y disposición para el aprendizaje. Incluye también un manejo u organización de la dinámica del aula e implementación de propuestas pedagógicas y la evaluación de las mismas.

C. Conocimiento tecnológico: El conocimiento tecnológico está vinculado a dos aspectos, por un lado, las tecnologías tradicionales y por otro, las tecnologías avanzadas. Dentro de las primeras se pueden identificar libros, pizarrones, tizas, etc. Las segundas, incluyen internet y sus aplicaciones, dispositivos digitales, etc. Este conocimiento incluye las habilidades que le permiten al profesor operar con esas tecnologías, entre otros, de qué manera utilizar herramientas informáticas, gestionar archivos, navegar en internet, utilizar el correo electrónico, etc. Estas habilidades deben estar acompañadas por una importante capacidad adaptativa del profesor, debido a los continuos cambios que caracterizan a las tecnologías.

Los conocimientos antes descritos entran en interacción dando lugar a nuevas formas de conocimiento en su intersección, entre ellos:

Conocimiento pedagógico-disciplinar: Al considerar la dimensión pedagógica y la disciplina en forma conjunta e integrada, se desarrolla un conocimiento particular denominado conocimiento *pedagógico-disciplinar*. Este conocimiento refiere a lo que el profesor pone en juego al enseñar un contenido disciplinar específico, reflexionando acerca de cómo sus alumnos construyen

conocimiento sobre la disciplina, cuáles son sus concepciones alternativas, y cómo se planea la enseñanza (organización, secuenciación y evaluación en base a ello). Esta intersección abarca estrategias de enseñanza que incorporan representaciones conceptuales precisas que tengan en cuenta las dificultades de aprendizaje y promuevan una comprensión de los saberes particulares del campo.



Figura 4. Conocimiento pedagógico disciplinar. Fuente: <http://www.tpack.org>

Conocimiento tecnológico-disciplinar: El conocimiento tecnológico-disciplinar, resulta de la integración de la tecnología con el saber disciplinar, que se influyen mutuamente, limitándose o potenciándose. La tecnología impacta en lo que conocemos y posibilita la representación de conocimientos disciplinares de múltiples maneras.

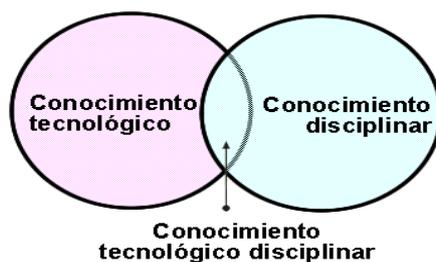


Figura 5. Conocimiento tecnológico disciplinar. Fuente: <http://www.tpack.org>

Conocimiento tecnológico-pedagógico: está vinculado al conocimiento de la tecnología disponible y de su potencial para ser utilizada en contextos de enseñanza y de aprendizaje. Este tipo de conocimiento implica disponer de herramientas y de criterios para elegir las en función de la posibilidad de

adaptación a contextos educativos, así como también contar con las estrategias pedagógicas que permitan aprovechar esas herramientas tecnológicas para favorecer el aprendizaje de contenidos específicos.

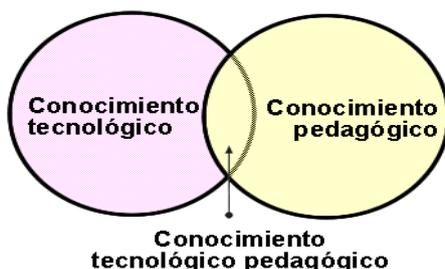


Figura 6. Conocimiento tecnológico pedagógico. Fuente: <http://www.tpack.org>

El aporte más importante de este modelo es la intersección entre los tres tipos de conocimiento, que resulta en el conocimiento *tecnológico pedagógico disciplinar* y representa las complejas relaciones entre ellos.

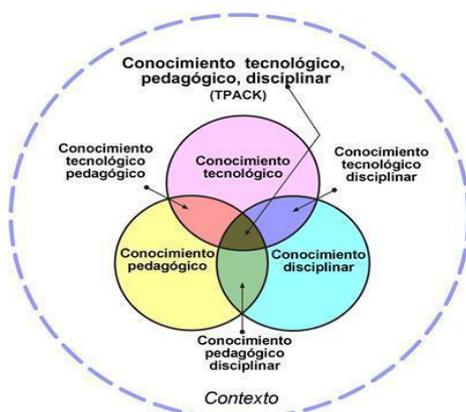


Figura 7. Conocimiento tecnológico, pedagógico disciplinar. interrelacionado. Fuente: <http://www.tpack.org>

Cada uno de estos tipos de conocimientos representan aspectos importantes en sí mismos. Sin embargo, sin una articulación significativa entre ellos, difícilmente puedan darse cambios significativos en los enfoques de enseñanza. Un profesor capaz de elaborar estas relaciones construye un saber complejo, diferente al de un experto disciplinar (un físico), o de un experto en tecnología (un ingeniero en sistemas) o un experto en pedagogía (un licenciado en educación). En este sentido, este marco constituye una lente para analizar

las prácticas de enseñanza cuando se incorporan tecnologías, de modo que colabora en la comprensión de los conocimientos puestos en juego por los docentes a la hora de diseñar, implementar y evaluar propuestas didácticas.

2.5. El trabajo colaborativo como estrategia para la innovación en la universidad

A lo largo de este capítulo se ha presentado un recorrido que permite dar cuenta de la complejidad que tiene pensar la innovación en el nivel universitario: por un lado en relación al concepto de innovación en sí mismo y sus significados; por otro, a las demandas de la sociedad actual respecto de la formación de profesionales para la nueva sociedad del conocimiento, como así también sus implicancias en el rediseño de los enfoques tradicionales de enseñanza; por último, se planteó también la necesidad de contemplar el conocimiento del que el docente dispone como un elemento importante a la hora de innovar en la enseñanza, particularmente cuando se incorporan tecnologías.

Se asume que no es posible pensar que la innovación, con toda la complejidad que dicho proceso implica y tal como lo hemos descrito anteriormente, pueda recaer completamente en el docente universitario pero tampoco puede ser llevada a cabo por alguien externo, de modo que resulte lejana y vacía de sentido para los docentes. Por ello, asumimos que la colaboración es un camino posible y una estrategia para favorecer la innovación, en el sentido asumido en esta tesis como la transformación de las prácticas de enseñanza cuando los sujetos que participan de ella la dotan de nuevos significados, a partir del trabajo con otros.

Montero Mesa (2011) afirma que es necesario generar una nueva cultura profesional docente, basado en lo que llama "Cultura de la colaboración", que consiste en:

Una cultura de colaboración implica unas relaciones de "confianza" entre el profesorado, de apoyo mutuo, auto-revisión y aprendizaje profesional

compartido. Supone la comprensión de la actividad profesional de enseñar como responsabilidad colectiva, colaboración espontánea y participación voluntaria, una visión compartida del centro y la interdependencia y la coordinación como formas de relación asumidas personal y colectivamente. Requiere condiciones organizativas para promover el trabajo conjunto, pero también actitudes de compromiso profesional. (Montero Mesa, 2011, 78)

La autora sostiene que los docentes son sujetos sociales por lo que se debe considerar, en coherencia, una formación que forme parte de un proyecto de trabajo y desarrollo colectivo, no sólo individual (Montero Mesa, 2011).

Las ventajas del trabajo colaborativo han sido ampliamente destacadas por la literatura como estrategia fundamental para la formación docente y la transformación de las prácticas de enseñanza (Calvo 2013 citado en Vaillant 2016). Dumrauf y Cordero (2018) sostienen que:

La práctica de enseñanza debe entenderse como acciones, producciones sociales insertas históricamente, originadas en un proceso de construcción social e individual. Evidenciar su carácter de construcción social implica resaltar su posibilidad de transformación por los sujetos que las realizan, es decir, en este caso, los docentes universitarios (Dumrauf y Cordero, 2018, p. 35).

Se acuerda con Montero Mesa (2011) en que "la colaboración entre profesionales de manera sistemática, en torno a un proyecto, es una oportunidad formativa excelente, de desarrollo profesional y de mejora de la práctica del conjunto de las personas implicadas".

Boavida y Da Ponte (2011) sostienen que existen muchas formas de colaboración y que eso es no sólo natural, sino también legítimo. Los autores afirman que la colaboración es un medio para alcanzar ciertos objetivos, por lo que si los objetivos son diferentes y perseguidos en condiciones muy diversas, exigen formas de colaboración también muy distintas entre sí. Sin embargo, el

hecho de que varias personas trabajen juntas no implica necesariamente que haya un trabajo en colaboración.

Atendiendo a esto último, se presenta a continuación una diferenciación entre dos prácticas que implican el trabajo de varias personas juntas, pero se asumen con características diferentes: la colaboración y la cooperación.

2.5.1. Diferencia entre trabajo colaborativo y cooperativo

La diferenciación entre colaboración y cooperación no es una tarea sencilla, dado que el significado que se le otorga varía de un autor a otro. Por ello, se torna necesario explicitar desde qué lugar nos posicionamos.

Se partirá entonces por diferenciar entre prácticas individuales y colectivas: en el primer caso participa un solo sujeto, mientras que en el segundo participa más de uno. La forma en que dichos sujetos interactúan puede adoptar características muy diversas. Si se analiza el significado etimológico de los conceptos de colaboración y cooperación, se encuentra que ambos términos comparten el prefijo *Co-* que significa acción conjunta. Sin embargo, la primera de ellas se deriva del verbo latino *operare* que significa operar, ejecutar, hacer funcionar de acuerdo a un sistema, mientras que la segunda proviene de *laborare* que significa trabajar, producir, desarrollar actividades con un fin determinado (Borba, y De Loiola Araújo, 2008). Según los autores, en la cooperación los sujetos se ayudan unos a otros ejecutando tareas sin necesidad de negociación conjunta; por el contrario, en la colaboración todos trabajan conjuntamente para alcanzar un objetivo negociado por el grupo. Boavida y Da ponte (2011) sostienen que la realización de un trabajo en conjunto (la co-laboración) requiere mayor dosis de intercambio e interacción entre los sujetos que la simple realización conjunta de diversas operaciones (la co-operación).

Papini (2018) afirma que no existe un modelo único para el origen del trabajo colaborativo:

La demanda puede venir del investigador, de un colectivo de docentes o del encuentro entre investigadores y docentes. En todos los casos se debe dar un proceso de co-situación tanto alrededor del objeto de investigación como para la operacionalización de la misma. (Papini, 2018, p.4)

Algunos estudios señalan que es posible que un trabajo se inicie con características cooperativas y luego de un largo período de trabajo llegue a consolidarse como colaborativo (Borba, y De Loiola Araújo, 2008).

Sin embargo, Grimaldi (2021) afirma que, para que el trabajo colaborativo se constituya como tal, aquello que no puede faltar es "la identificación o la construcción de problemas comunes al grupo de profesionales que se reúne en torno a ellos, para los que no se dispone de respuestas predeterminadas y que pueden ser explorados solo con los aportes de los diversos actores del equipo" (p.413).

2.5.2. Características del trabajo colaborativo

Existen diversos rasgos que la literatura presenta como propios del "Trabajo colaborativo". En algunos casos el foco se pone en las interacciones entre los sujetos, en otros en los objetivos perseguidos, otros focalizan en el tipo de conocimientos que se producen. Tomando los aportes de Maldonado (2007), Borba, y De Loiola Araújo (2008), Boavida y Da Ponte (2011), Bednarz (2015), Papini (2018) se identifican algunos aspectos que se consideran importantes para este trabajo:

- Los docentes no son obligados a participar en el trabajo en colaboración, sino que lo hacen de forma voluntaria y espontánea. La inquietud que motiva el trabajo colaborativo puede provenir del investigador o de los profesores, pero en cualquier caso es necesario un proceso de negociación para construir un objetivo conjunto.
- La formación del grupo de trabajo es heterogénea. Los integrantes presentan diferentes conocimientos y habilidades que aportan de manera diferente a un determinado objetivo, esto promueve un cruce de

miradas a partir de lógicas diferentes.

- La noción de autoridad se diferencia claramente de una interacción jerarquizada, a partir de una corresponsabilidad. No se impone la visión de ningún miembro del grupo, sino que se busca que todos los participantes tengan igual grado de responsabilidad y toma de decisiones.
- Se torna necesario establecer un clima de confianza entre los participantes, con buenas relaciones, de modo que ninguno se sienta juzgado, desvalorizado, o no se sienta lo suficientemente cómodo como para expresarse.
- Es preciso negociar objetivos, modos de trabajo, formas de relación, prioridades e incluso significados de los conceptos fundamentales. Esto permea el proyecto de principio a fin.
- Los miembros del grupo poseen un fin común, es decir, se persigue un objetivo compartido y consensuado por los miembros del equipo; esto no inhabilita que cada integrante tenga además objetivos particulares.
- Son fundamentales los espacios de reflexión, ya sea, para el intercambio de ideas, saberes, opiniones, experiencias, entre otros, en los cuales no se impone un punto de vista, sino que se argumenta y justifica, en busca de consensos.
- La colaboración tiene aparejados momentos de dificultades, tensiones, crisis que son naturales y necesarias para la evolución del trabajo conjunto.
- Se producen conocimientos que son producto del cruce de las miradas de los investigadores y los docentes, en el seno del proceso de co-construcción, entre investigación y práctica.
- Al trabajar en colaboración los individuos alcanzan un conocimiento mayor, que el que podrían construir las partes aisladas.

- Se promueve el desarrollo de destrezas en los miembros del equipo como: pensamiento crítico, solidaridad, respeto, etc.
- Las prácticas colaborativas están atravesadas por cierto grado de imprevisibilidad, esto implica que no es posible planificar de forma anticipada y estructurada un plan de acción de principio a fin, sino que se requiere de cierta flexibilidad coherente con el carácter dinámico y cambiante de las prácticas mismas.
- El trabajo colaborativo no es inmediato, su constitución como tal se da a lo largo de un proceso, que lleva tiempo y está atravesado por diferentes tensiones.

La colaboración ofrece importantes ventajas para la investigación sobre la práctica, por lo que la convierten en un valioso recurso (Boavida y Da ponte, 2011). Entre sus ventajas, se destaca la posibilidad de unir diversas personas que interactúan, dialogan y reflexionan en conjunto, creando sinergias que posibilitan una gran capacidad de reflexión y un aumento de las posibilidades de aprendizaje mutuo.

Sin embargo, hay que destacar que este tipo de trabajos coloca al investigador en una doble exigencia y una doble sensibilidad que hace que su tarea no sea sencilla (Bednarz, 2015). En primer lugar, se plantea una doble pertenencia: por un lado a la comunidad científica de procedencia, su proyecto y objetivos de investigación; por el otro, a las demandas y necesidades propias del colectivo del que forma parte. En segundo lugar necesita recolectar información para la construcción de los datos, a la vez que participa de las prácticas del grupo. Esto implica también construir conocimientos nuevos para contribuir al campo de estudio de forma objetiva, a la vez que interpreta los sentidos de los sujetos desde su propia significación (Papini, 2018).

Este doble rol implica para el investigador una continua tarea de vigilancia que no lo coloque en una postura de experto alejándose de los intereses del grupo, ni tampoco lo comprometa de forma excesiva con el colectivo de trabajo,

perdiendo de vista el objetivo de la investigación.

Se presentan a continuación las decisiones metodológicas.

CAPÍTULO 3:

Decisiones metodológicas

Resumen del capítulo

En este capítulo se presentan las decisiones metodológicas que sustentan este trabajo de tesis. Se sitúa la investigación bajo el paradigma cualitativo y se presenta el enfoque metodológico adoptado, el cual recupera herramientas de la etnografía y de la investigación acción participativa. Se caracteriza el caso de estudio y los registros resultantes del trabajo de campo. Para responder a las preguntas de investigación, a partir de los registros antes mencionados, la construcción de los datos vino orientada a partir de definir a la Actividad como la unidad de análisis. Para ello, se toman elementos de la Teoría de la Actividad, particularmente, el modelo de Engeström, como "lente" para procesar y analizar los mismos, a la luz de los referentes teóricos.

3.1. Fundamentación de las decisiones metodológicas asumidas

El trabajo de investigación que se presenta tiene como propósito aportar conocimiento a los procesos de innovación que incorporen tecnología en la enseñanza de la física básica en la universidad, en el contexto de un trabajo en colaboración.

La aproximación al tema viene dada por el rol de la investigadora como Profesora de física e integrante de un grupo de investigación en el área de *Didáctica de las Ciencias* y en su pertenencia a proyectos de investigación acreditados por la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) cuyo objeto de indagación son las prácticas de enseñanza de docentes de física. En ese sentido viene consolidando su trayectoria como investigadora en espacios donde se discute, planea y rediseña un trabajo colaborativo en el que se desarrollan habilidades grupales e individuales. Desde ese lugar el interés está puesto en los procesos de enseñanza de la física, pues se asume que la investigación y las prácticas pueden encontrarse desde este punto de trabajo colaborativo.

Se parte de asumir que los procesos de innovación en las prácticas de enseñanza tienen lugar como respuesta a una necesidad o como solución a un problema; que adquieren sentido en un contexto, con una intencionalidad y con un fin. También, que el docente es clave en dicho proceso y no pueden darse independientemente de su participación; que es necesario recuperar su mirada y sus significados para desnaturalizarlos y resignificarlos, y que tal reflexión difícilmente pueda llevarla a cabo el docente de forma autónoma si no es acompañado por una mirada externa que lo interpele. Litwin (2008) sostiene que las innovaciones forman parte de las decisiones de los docentes y no se trata de prácticas a las que se convoca a replicar. La autora plantea que "las innovaciones requieren que los docentes reconozcan su valor, que las hayan adoptado porque las reconozcan valiosas, que hayan decidido diseñarlas, implementarlas, monitorear los procesos relacionados con la implementación de la misma" (p.67). A su vez, se considera que tampoco puede el investigador

dar soluciones o conocer a priori los problemas educativos, pero sí posee la capacidad de transformarlos para convertirlos en problemas de investigación. Finalmente, concluimos que todo lo anterior sólo es posible si se trabaja de forma colaborativa, a partir de la integración de ambas miradas, para pensar juntos dichos problemas.

El objetivo de este trabajo es estudiar las prácticas de enseñanza cuando se llevan a cabo procesos de innovación, en el marco de un trabajo en colaboración, entre docentes universitarios e investigadores en enseñanza de las ciencias, con el propósito de comprender las transformaciones que tienen lugar en las prácticas de enseñanza a lo largo de dicho proceso. De acuerdo con Dumrauf y Cordero (2018) las prácticas de enseñanza "son acciones, producciones sociales insertas históricamente, originadas en un proceso de construcción social e individual." Evidenciar su carácter de construcción social implica resaltar su posibilidad de transformación por los sujetos que las realizan; de allí la importancia de trabajar en colaboración con los docentes responsables de dicha enseñanza.

Pinto y Sarlé (2015) afirman que "un contexto de significación que inscribe e interpela la enseñanza desde el imperativo del cambio nos ubica ante la necesidad de interrogar y comprender los modos en los que se transforma, se crea, se innova en clase" (p.17). Las autoras sostienen que la innovación está determinada por las construcciones de sentido que los mismos docentes dan a los procesos de transformación didáctica, al pensar en el mejoramiento de las prácticas.

Según Aiello (2005) "constituir las prácticas de la enseñanza como objeto de estudio, supone asumir una postura que permita lograr una comprensión más completa y profunda de la particular manera en que el docente despliega su propuesta de enseñanza (p.33). Al estudiar las prácticas, son fundamentales las decisiones respecto del tipo de información que se recogerá y los datos que se construirán y analizarán, ya que la forma en que ello se llevará a cabo está condicionada por el tipo de conocimiento que la investigadora espera construir,

por los objetivos y por los referentes teóricos adoptados. Stake (2007) distingue dos posicionamientos en relación a ello: uno que se propone explicar determinado fenómeno, en término de causas y efectos; el otro que busca comprenderlo a partir de las complejas relaciones que lo definen. Adoptar un enfoque comprensivista implica interpretar o dar sentido al fenómeno estudiado en su medio natural, a partir del propio significado que los sujetos le otorgan (Cordero Arroyo, 2004). A las investigaciones que se llevan a cabo desde este posicionamiento se las reconoce como investigaciones cualitativas.

Teniendo en cuenta lo antes expuesto, se puede afirmar que este trabajo de tesis se sitúa bajo el paradigma de investigación cualitativo, dado que lo que se busca es comprender las prácticas de enseñanza, profundizando en los puntos de vista y significados que los docentes les otorgan, explorándolos desde su propia perspectiva, en su ambiente natural y en relación con su contexto. Georg Henrick Von Wright citado en Stake (2007) sostiene "que la comprensión como método característico de las humanidades es una forma de empatía o de recreación en la mente del pensador del clima mental, los pensamientos, los sentimientos y las motivaciones de los objetos de su estudio" (p.43). Se busca construir una interpretación "en el trabajo de campo, haciendo observaciones, emitiendo juicios subjetivos, analizando y resumiendo, a la vez que se dan cuenta de su propia conciencia" (Stake, 2007, p.45). Puede decirse entonces que esta investigación se sitúa bajo la tradición interpretacionista.

En este trabajo las prácticas de enseñanza se asumen como prácticas sociales complejas y que en el intento de ser comprendidas requieren un abordaje multidimensional (Edelstein, 2013). En la investigación se contemplan las diferentes etapas en las que tiene lugar el proceso de enseñanza, tanto la planificación, la implementación, la evaluación, como así también los diferentes aspectos que cada una de ellas involucra como son la delimitación de propósitos, el diseño de las actividades, los elementos que las caracterizan (recursos, roles de los actores, formas de interacción, entre otros), su implementación en las clases, etc.; y, finalmente, pero no menos importante,

las concepciones y conocimientos de los docentes que dan sustento a todo lo antes mencionado.

Achilli (2005), afirma que acceder a un conocimiento de tal complejidad como lo son los fenómenos sociales supone el uso de una lógica en la que los aspectos teóricos y empíricos no sean disociados. Asumiendo que las prácticas de enseñanza son prácticas sociales, se adopta un diseño de investigación flexible, sujeto a permanentes reformulaciones. Esto implica un trabajo que pone en diálogo lo "observable" y lo teórico asumido, a partir de un proceso de construcción y reconstrucción permanente. La información es sometida a un análisis crítico, a contrastaciones, a triangulaciones que van transformando el conocimiento original y dando lugar a nuevas construcciones cada vez más profundas en relación a los aspectos teóricos. Desde el paradigma de la complejidad de Morin (2011), se entiende que asumir un sistema como complejo no está ligado solamente a la cantidad de variables que se necesitan para caracterizarlo, sino a la manera en que ellas se relacionan entre sí de forma no lineal y con múltiples lazos de realimentación. El autor expresa que el paradigma de la simplicidad busca poner orden al universo y reducirlo a leyes que expresan regularidades, ve la multiplicidad pero no como una unidad; en contraposición, el paradigma de la complejidad concibe la realidad como multidimensional, coherente pero no lineal, en la que los objetos no se encuentran aislados, sino interactuando solidariamente. Morín y Delgado (2016) afirman que:

El estado actual de la enseñanza, que separa lo complejo porque no lo reconoce, que fragmenta el mundo para conocerlo y no es capaz de religar lo que ha sido separado, fracciona los problemas, atrofia la comprensión, limita las perspectivas e impide que pueda desplegarse una visión de largo plazo que reúna lo disperso. (Morín y Delgado, 2016, pp.65)

Partiendo del supuesto de que el docente es un elemento central en la enseñanza universitaria; que sus prácticas no pueden ser comprendidas de forma aislada y descontextualizada; que dichas prácticas se encuentran insertas en un contexto histórico y social concreto; que son singulares y

relativas; que son prácticas sociales por lo que en el intento de ser comprendidas, requieren de un abordaje que contemple dicha complejidad; se adoptan estrategias metodológicas que permitan construir una visión holística de las prácticas de enseñanza.

3.1.1. Estrategias metodológicas

En este estudio la investigadora se involucra con dos docentes universitarios, en el espacio de cátedra en el que ellos se desempeñan, con los estudiantes que asisten a sus clases y en los diferentes espacios donde se desarrollan las actividades (físicos y virtuales). Se proyectó inicialmente la utilización de estrategias de la etnografía dado que como sostienen Maturana y Garzón (2015) "los estudios etnográficos contribuyen en gran medida a interpretar y conocer las identidades, costumbres y tradiciones de comunidades humanas, situación en la que se circunscribe la institución educativa como ámbito sociocultural concreto" (p.193).

En función de la flexibilidad del diseño de investigación, el objeto de estudio se fue delimitando a medida que se avanzaba en el trabajo y esto implicó la incorporación de nuevas estrategias. En términos de Achilli (1987) "es necesario tener una teoría que oriente el trabajo de campo y que sea lo suficientemente flexible para ser problematizada a partir de la concreta experiencia de la observación".

A las consideraciones asumidas dentro del enfoque etnográfico se las vinculó con aspectos de la investigación acción participativa. Esa vinculación derivó en la caracterización de los rasgos metodológicos de nuestro proceso de investigación recuperando rasgos propios de cada lógica según los trabajos de Cordero Arroyo (2004) y Roni, Carlino y Rosli (2013):

- Por un lado, se recupera de la investigación etnográfica su interés por describir e interpretar el significado de una situación social con el fin de hacer una abstracción de la realidad y construir proposiciones, teorías o modelos. Por el otro, se complementa con la finalidad de la investigación

acción por favorecer transformaciones además de producción de conocimiento. Es un trabajo que se realiza en espirales de reflexión y acción, estrategia propia de la investigación acción participativa: diagnóstico de un problema que se busca resolver; formulación de estrategias de acción para mejorarlo o resolverlo; puesta en práctica y evaluación de dichas estrategias; la revisión de los resultados y definición de nuevas acciones a seguir.

- La investigadora se interesa por lo que los sujetos hacen, cómo se comportan y cómo interactúan. Se propone descubrir sus creencias, valores, perspectivas, motivaciones y el modo en que todo eso se desarrolla o cambia con el tiempo o de una situación a otra. Trata de hacer esto desde dentro del grupo y desde dentro de las perspectivas de los miembros del grupo. Lo que se busca es, al igual que en la investigación etnográfica, comprender los significados e interpretaciones que los sujetos dan a sus prácticas.
- Se asumen dos tipos de modificaciones en el fenómeno a estudiar a partir de la participación del investigador en el campo: a partir de la reflexión de los sujetos involucrados, como sucede en la investigación etnográfica, y a partir de las intervenciones, tal como sucede en la investigación acción participativa.
- La presencia de la investigadora es prolongada y repetitiva, y debe ser reconocida y tomada como datos para el análisis de la información, tal como sucede en la investigación etnográfica.
- La observación participante es una de las estrategias más utilizada, seguida de la entrevista, como ocurre tanto en la investigación etnográfica como en la investigación acción participativa. La investigadora lleva un diario de campo, estrategia propia de ambas lógicas de investigación, donde registra toda aquella información que considera relevante, a la luz de los referentes teóricos asumidos.

- La interacción de la investigadora con los sujetos no implica que estos últimos se apropien de los esquemas teóricos del investigador para transformar sus acciones.
- En relación con el conocimiento producido, es la investigadora quien hace dialogar los referentes teóricos con la empiria de forma dialéctica, como ocurre en la investigación etnográfica.

Las estrategias metodológicas adoptadas demandan a la investigadora y al equipo de investigación una reflexión permanente sobre su propia labor. Gutierrez (2005) sostiene que investigar las prácticas sociales, en este caso, las prácticas de enseñanza en la universidad, para comprenderlas y explicarlas, supone también (en términos de Bordieu), poner en cuestión al propio investigador y a su práctica de investigación. La autora sostiene que objetivar al sujeto objetivante implica analizar las relaciones que establece el investigador, por un lado con la realidad que analiza y con los agentes cuya práctica investiga; y por el otro, con las prácticas que lo unen y lo enfrentan con otros investigadores y con las instituciones comprometidas en la investigación como práctica.

Es importante reconocer las experiencias y representaciones que todos los actores que formamos parte de este proceso acarreamos como sujetos sociales, académicos, etc. Por esto, es necesario que la investigadora pueda objetivar esa experiencia social, apelando permanentemente a la reflexividad epistémica.

3.1.2. El caso de estudio

Dado que el interés de esta investigación está en comprender en profundidad las prácticas de enseñanza en el nivel universitario cuando se llevan a cabo procesos de innovación, se decide realizar un estudio de caso. Si bien las definiciones pueden variar de un autor a otro, todas coinciden en que este tipo de estudios implica un proceso de indagación que se caracteriza por un examen detallado, comprehensivo, sistemático y en profundidad del objeto de

interés, es nuestro caso, de las prácticas de enseñanza (Rodríguez Gomez, Gil Flores y García Jimenez, 1999).

El estudio realizado puede catalogarse como un estudio instrumental de caso. Según Stake (2007) el caso es considerado como un instrumento para abordar la particularidad y la complejidad de lo singular. No se busca generalizar a partir de las regularidades. El caso se estudia para profundizar en un tema, de tal modo que el caso juega un papel secundario, de apoyo, para llegar a la construcción de conocimiento sobre el objeto de estudio (Jimenez y Comet, 2016). En palabras de Stake (2007) "lo que se busca no es una comprensión enteramente nueva sino más precisa del mismo" (p.40). En esta investigación el caso se considera el instrumento para comprender en profundidad las prácticas de enseñanza de dos docentes universitarios en el contexto en que se producen (Rodríguez Gomez, Gil Flores y García Jimenez, 1999).

Para la selección del caso se tuvieron en cuenta tres criterios:

- 1) El primero de ellos fue la máxima rentabilidad de aquello que se desea estudiar (Stake, 2007). En este sentido, la institución seleccionada para llevar adelante la investigación es la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, ubicada en la Ciudad de Tandil, provincia de Buenos Aires. Siendo que la investigadora forma parte de la casa de estudios, el acceso a las aulas y a los profesores de las cátedras resultó factible.
- 2) En segundo lugar, se focaliza particularmente en el primer año de la universidad. Esta decisión tiene sustento en dos aspectos:
 - Por un lado, se considera que en el primer año suelen generarse las mayores dificultades en relación al aprendizaje, dada la incipiente inserción del estudiante en el nivel. Esto implica mayores demandas a los docentes, quienes deben dar respuesta a diversas necesidades. Por ello, se asume que trabajar con otros, de forma colaborativa, puede resultar alentador para dichos

docentes de primer año ya que podrían contar con diferentes apoyos a la hora de afrontar los desafíos que la inserción del estudiante en el nivel implica.

- Por otra parte, se identifica cierta ventaja en trabajar tempranamente en lo que respecta a la construcción del "oficio de estudiante". Se asume que al trabajarse en los inicios de la carrera con estudiantes mayoritariamente novatos en el nivel, se contaría con una flexibilidad mayor para aceptar nuevas propuestas de enseñanza y de aprendizaje, que si se realizara con estudiantes avanzados, con hábitos y costumbres del sistema universitario ya consolidadas. Se considera que repensar la práctica docente en esta etapa podría ser favorable para luego propagarse en años posteriores.

- 3) En tercer lugar, se consideró relevante que el caso de estudio esté conformado por docentes que manifiesten su interés por incorporar TIC en sus clases, que muestren cierta apertura al intercambio y la reflexión, y que expresen interés en trabajar con otros para transformar sus prácticas. Para ello, se recuperaron las encuestas realizadas en el trabajo exploratorio (García, Stipcich y Domínguez, 2014).

En relación con lo anteriormente descrito, se contactaron dos profesores-investigadores, ambos Doctores en Física sin formación pedagógica formal. Las clases en las que se desempeñan corresponden a la materia Física 1 de la Licenciatura y el Profesorado de Física que se ofrecen en la facultad. La misma se dicta en el primer año de ambas carreras durante el primer cuatrimestre, y se organiza con una distinción entre clases teóricas y clases prácticas, ambas con una misma carga horaria de 2 horas por clase, siendo responsables cada docente sólo de una de ellas. Se realizó un encuentro donde se conversó sobre la posibilidad de llevar adelante un trabajo conjunto y donde se consultó sobre el interés y la disponibilidad para llevarlo a cabo y resultó con la aceptación de ambos docentes para dar inicio al mismo.

3.1.3. Estrategias de recolección de información: los registros

Una vez delimitado el caso de estudio, resultó necesario planificar las estrategias mediante las cuales se llevaría a cabo el proceso de recolección de información que luego daría origen a los datos. Considerando que el objeto de esta investigación son las prácticas de enseñanza de física en la universidad, se parte del supuesto de que la recolección de información debe darse en los ambientes naturales y cotidianos en los que dichas prácticas tienen lugar (Sampieri-Hernandez, Fernandez-Callado y Baptista-Lucio, 2010).

El proceso de recolección de la información se llevó a cabo durante dos años consecutivos, 2015 y 2016, en el primer cuatrimestre de cada año, período en el que se dicta la materia Física 1 de acuerdo al plan de estudio de las carreras de Profesorado y Licenciatura en Física de la UNCPBA.

La naturaleza de los datos está determinada tanto por los registros como por los presupuestos teóricos, filosóficos y metodológicos en los que se basa el proceso de investigación. Se trata de construcciones que realiza el investigador sobre un cierto contenido que representa la realidad externa o interna de los sujetos estudiados, sus interacciones, actividades y los contextos en que tienen lugar (Rodríguez Gómez, Gil Flores y García Jiménez, 1999). Teniendo esto presente, resulta necesario para la investigadora establecer una distinción entre dos momentos diferentes de la recolección de información:

- a) Por un lado, la investigadora participó y recogió información de las clases tanto presenciales como virtuales, en las que trabajaban los docentes de cátedra con los estudiantes cursantes. Los registros de las clases son: en audio para conversaciones en clase (profesor-estudiante); textuales extractados de la plataforma Moodle cuando se trata de producciones estudiantiles e intercambios de profesor-estudiante; textuales en lápiz y papel o impresos cuando se recopilan trabajos prácticos y entregas de informes
- b) Por otra parte, la investigadora mantuvo encuentros con los docentes,

antes y/o después de las clases, en dónde se llevaron a cabo actividades de reflexión, planificación y diseño de diferentes estrategias. Los registros resultantes de estos encuentros fueron en audio, producto de las conversaciones mantenidas entre los docentes y el investigador, y digitales de correos electrónicos y mensajes en redes sociales, de intercambios entre investigadores y docentes antes o después de los encuentros.

La distinción entre estos dos momentos está asociada con el tipo de actividades y actores involucrados en cada una de ellas y pueden ser interpretados a partir de la conceptualización de *Las fases de la enseñanza de Jackson (1991)* (Anijovich y Cappelletti, 2014).

Según el autor, una aproximación a la comprensión del proceso que involucra la práctica de enseñanza puede entenderse a partir de la identificación de 3 momentos: uno previo a la instancia de clase en el aula donde el profesor diseña y planifica el proceso de enseñanza; otro de ejecución que tiene lugar en el aula; y uno posterior, en el que el docente reflexiona sobre los resultados de dicha práctica, lo cual genera nuevas reestructuraciones. Esto se produce de manera espiralada a lo largo del tiempo, permitiendo la identificación de tres fases:

- Fase pre-activa (FPRE)³: se corresponde con la planificación de las clases que el docente llevará a cabo y en la que diseña su propuesta áulica, la delimitación de objetivos de enseñanza y aprendizaje, selección de recursos, diseño de actividades de enseñanza, organización del tiempo, organización de los estudiantes, forma de evaluación, entre otras.
- Fase activa o interactiva (FINT): se produce cuando los docentes llevan adelante sus prácticas de enseñanza en el espacio concreto del aula (ya sea un espacio físico o virtual). Es el momento de concreción de la

³ Las siglas FPPE, FINT Y FPOS se utilizarán en adelante para referir los registros en cada momento.

propuesta áulica, en el que docente y estudiantes se encuentran en interacción.

- Fase pos-activa (FPOS): en la cual los docentes junto con la investigadora evalúan los resultados de la enseñanza, reflexionan sobre la misma, rediseñan sus propuestas y planifican nuevas estrategias a seguir en relación con los resultados obtenidos.

Es posible identificar el primer momento de recolección de información con lo que el autor denomina fase activa o interactiva, y el segundo momento con lo que denomina fases pre-activa y pos-activa. Resulta necesario destacar que esta distinción de fases constituye un modelo del que hace uso la investigadora para representar las decisiones y acciones de los docentes. Se reconoce que en la práctica concreta hay solapamientos entre ellas, donde la reflexión sobre lo acontecido tiene lugar junto con el diseño de la enseñanza, o incluso cuando tienen lugar reestructuraciones *in situ* de las actividades producto de la evaluación inmediata que el docente realiza de su clase en función de cómo se está concretando la propuesta.

Momento de recolección de información	Clases presenciales y virtuales	Encuentros entre la investigadora y los docentes	
Fase según el modelo de Jackson (1991)	Fase activa o interactiva	Fase pre-activa	Fase pos-activa
Registros obtenidos	-En audio: las conversaciones. -En lápiz y papel: producciones de los estudiantes. -En formato digital en la plataforma Moodle: los foros, documentos de word, imágenes, videos.	-En audio: las conversaciones -Digitales: correos electrónicos y mensajes en redes sociales	

Tabla 4. Momentos de recolección, fases asociadas y registros obtenidos

A lo largo de todo el proceso, tanto en los momentos de clases como en los encuentros con los docentes, la investigadora realizó registros escritos a modo de notas de campo, desde su rol como observadora participante. El carácter de participante, asociado a la de observadora supone implicarse en las prácticas de enseñanza de los docentes y compartir las actividades fundamentales que

ellos realizan. Supone aprender los modos de funcionamiento y entender sus comportamientos a partir de acercarse en un sentido más profundo y fundamental a las personas y a los problemas que las preocupan, permitiendo a la investigadora obtener percepciones de la realidad que no podrían lograrse sin implicarse en ella, y una calidad de información difícilmente accesible con otras estrategias (Rodríguez Gómez, Gil Flores y García Jiménez, 1999).

3.2. Las unidades de análisis

Una vez recogida la información, la primera tarea de quien investiga es el tratamiento de los registros para reducirlos, es decir, la simplificación, el resumen y la selección de la información para hacerla abarcable y manejable (Rodríguez Gómez, Gil Flores y García Jiménez, 1999).

Se procedió inicialmente a la lectura y relectura de los registros de cada fase, para identificar una unidad de análisis que resultara relevante y significativa para los propósitos de esta investigación, a la luz de los referentes teóricos asumidos. En ese sentido se plantea un interjuego entre teoría y empiria, una asociación entre ellos, lo que permite ir construyendo categorías analíticas.

Ya se había mencionado, siguiendo el modelo de Jackson (1991) que cada fase tiene asociadas un conjunto de actividades que la caracterizan. Cuando se trabaja de forma colaborativa entre docentes e investigadores se asume que dichas actividades adoptan rasgos particulares propios del trabajo en colaboración. Tanto los docentes como el investigador ocupan roles particulares, utilizan diferentes instrumentos como mediadores, se organizan de acuerdo a determinadas reglas, se orientan en base a determinados objetivos (algunos comunes y otros individuales).

Atendiendo a lo antes expuesto, y en relación con los objetivos de esta investigación, se asume que la Teoría de la actividad (en adelante TA) se presenta como un enfoque metodológico con potencialidades para estudiar las prácticas de enseñanza cuando se trabaja de forma colaborativa, a partir del análisis de sus *Actividades*.

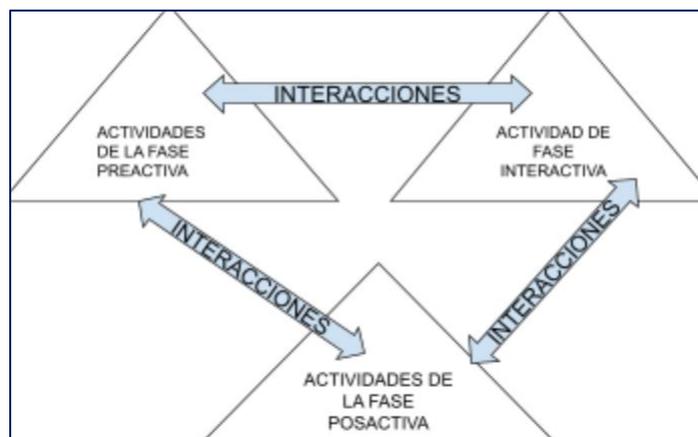


Figura 8. Esquema de interacción entre actividades de cada fase

Se decide entonces segmentar los registros de acuerdo a las actividades de cada fase y analizar las relaciones que entre ellas tienen lugar.

3.2.1. La actividad como unidad de análisis: Fundamentos de la Teoría de la actividad

La TA surge como un enfoque filosófico para analizar distintas formas de la práctica humana en tanto procesos de desarrollo, con niveles interrelacionados tanto individuales como colectivos (Barros, Vélez y Verdejo, 2004). Su objetivo es comprender a los individuos y las entidades culturales de las que forman parte mediante el análisis de sus actividades (Patiño y Martínez-Cantú, 2019). Por lo antes expuesto, se considera oportuna para estudiar las prácticas de los docentes en cada fase del proceso de enseñanza, no desde su individualidad, sino en relación con otros, en este caso los estudiantes y los investigadores.

La TA tiene su origen en la Teoría sociohistórica del aprendizaje, cuyo referente principal es Vigotsky, y fue propuesta por Leontiev y Engeström como producto del desarrollo de un modelo que permitiera realizar el análisis de las actividades de los sujetos y representarlas. Esta teoría ofrece un marco conceptual en el que situar los elementos sociales y tecnológicos de un sistema en una misma unidad de análisis, llamada *Actividad* (Barros et al, 2004). Son numerosos los estudios que demuestran sus potencialidades en el ámbito educativo en general (Barros et al, 2004; Larripa y Euraskin, 2008; Sansot y De

Pascuale, 2006; Larripa y Euraskin, 2010; Miranda, 2010; Mariño y Godoy, 2012; Rodríguez López-Sáez y Amaral 2017; Patiño y Martínez-Cantú, 2019) y en la enseñanza universitaria en particular (Colombo, Bur, Sulle, Curone, Bender y Pabago, 2004; Salas, 2016).

En la TA se asume que la acción humana está mediada por instrumentos y se considera la relación entre sujeto y objeto del conocimiento como mediada por la acción que el primero efectúa sobre el segundo con ayuda de dichos instrumentos socio-culturales (herramientas y signos). El empleo de las herramientas causa transformaciones en los objetos, a partir de una orientación externa. En cambio, los signos producen evoluciones en el individuo que realiza la actividad y se orientan, por tanto, internamente. Se asume que la incorporación de tecnología en las prácticas de enseñanza promueve transformaciones en las acciones de los docentes y en sus actividades, ya sea en el diseño, la concreción o evaluación de las mismas si son acompañados de momentos de reflexión sobre la práctica (en este caso que el docente lleva a cabo junto con la investigadora), y que favorecen las transformaciones internas de los docentes, que son las que dan sustento a sus acciones. Cabe destacar que si bien se acepta la existencia de modificaciones internas estas no son objeto de interés en esta oportunidad.

Para finalizar, la TA permite realizar un análisis integral de la actividad humana, en este caso de la práctica del docente universitario, a partir de su estructura, sus componentes, relaciones y desarrollo; presupone no sólo las acciones de un solo individuo tomado aisladamente, sino también sus acciones en las condiciones de la actividad de otras personas, como son el investigador y los estudiantes (Mariño y Godoy, 2012).

Esta breve síntesis de los aspectos salientes de la TA da cuenta de las razones que nos orientaron a seleccionar a las actividades como unidades de análisis de nuestro estudio.

3.2.2. Segmentación de los registros a partir de las actividades

Una vez delimitada la *Actividad* como unidad de análisis, se colocó en diálogo con el cuerpo de datos producto del trabajo de campo. De acuerdo con Sanchez, García, Rosales, de Sixte y Castellano (2008) no es posible considerar al mismo tiempo toda la información recogida en el campo, salvo que solo se busque una primera impresión de la misma. Los autores señalan que es necesario romper el flujo ininterrumpido de voces y acciones en segmentos que permitan identificar ciertas regularidades con el fin de comenzar el proceso de comprensión de las mismas. Para ello, se establecieron segmentos que permitan ordenar la información, para posteriormente identificar qué es lo que se considerará relevante para la investigación en curso. En la mayoría de los estudios cualitativos se codifican los datos para tener una descripción más completa de estos, se resumen, se elimina la información irrelevante, con el fin de generar un mayor entendimiento del material a analizar (Sampieri et al, 2010).

Así, se trabajó con los registros del campo para segmentar las actividades. Se procedió a la lectura y relectura de los registros con el fin de identificar aspectos comunes y diferencias entre segmentos (Sampieri et al, 2010). Producto de un proceso de triangulación entre las notas de campo, los registros de clase y los registros de los encuentros con los docentes, la investigadora asume que es posible diferenciar las actividades al interior de cada fase de acuerdo a sus funciones. En este sentido, reconstruir los objetivos que se persiguen en cada actividad, a partir del análisis de su función, permitirá segmentar los registros para orientar su análisis. Esta decisión encuentra sustento en los aportes de Leontiev (1978) donde se sostiene que el principal aspecto que caracteriza o distingue una actividad de otra es la diferencia entre sus objetivos. El autor afirma que las actividades, acciones y operaciones que los individuos llevan a cabo tienen origen en sus necesidades, y son ellas las fuerzas internas que los movilizan. Las necesidades suscitan en el sujeto los motivos que lo conducen a realizar la actividad, y para ello puede proponerse una variedad potencialmente amplia de *objetivos*.

La clasificación de actividades que aquí se presenta es producto de un diálogo permanente entre los referentes teóricos y los referentes empíricos, y fueron transformándose a medida que se avanzaba en el análisis de los datos:

Fases de la enseñanza	Funciones generales de cada fase	Clasificación de actividades de acuerdo a sus funciones específicas
FPRE	Planificar dispositivos pedagógicos	Identificación de propósitos y objetivos de enseñanza
		Selección de recursos y justificación
		Diseño de actividades
FINT	Implementar actividades de enseñanza	Exploración de ideas previas, contextualización, planteamiento de problemas, representaciones iniciales.
		Introducción de los nuevos conocimientos y estructuración de los mismos: presentación de nuevos contenidos en relación al objeto de estudio, planteamiento de nuevas formas de resolver problemas o tareas en relación a los nuevos puntos de vista;
		Aplicación de los conocimientos a nuevas situaciones, integración y reestructuración de los conocimientos construidos
FPOS	Evaluar los resultados de la implementación de la propuesta de enseñanza	Valoración de aspectos positivos de la implementación
		Identificación posibles obstáculos
		Reconocimiento de necesidades

Tabla 5. Síntesis de actividades asociadas a cada fase

Una vez establecida la segmentación de las actividades, se adopta el modelo de Engeström para el análisis de las mismas. Esta decisión se sustenta en que el autor expande la representación de Leontiev con el fin de posibilitar el análisis de la actividad desde lo colectivo y de la comunidad, en lugar de

concentrarse en el sujeto o actor individual que opera con instrumentos, añadiendo los elementos del grupo humano, las reglas y la división del trabajo (Mariño y Godoy, 2012). Este aspecto se torna de gran relevancia para analizar las interacciones que tienen lugar en la actividad. Se describen en el apartado siguiente los fundamentos de la propuesta.

3.2.3. El modelo de actividad propuesto por Engeström

Las reformulaciones a la Teoría de la Actividad efectuadas por Engeström han sido adoptadas en diferentes investigaciones educativas, tanto para la comprensión de prácticas de intervención sobre el aprendizaje en el aula como para la construcción del conocimiento y competencia profesional de diferentes actores del sistema educativo como describe en su trabajo Erausquin (2014). La autora afirma que el análisis de sistemas de actividad, cuyos objetos y motivos dan sentido a las acciones de los agentes, ha sido vinculado con el de los modelos mentales de intervención sobre situaciones problema que construyen y modifican dichos agentes en su accionar profesional.

Entendiendo la práctica docente universitaria como una actividad contextualizada social y culturalmente, se asume que es posible analizar las acciones que los docentes llevan a cabo, los objetivos que persiguen y los motivos que los movilizan, de modo que a partir de ello se puedan comprender los conocimientos que dan sustento a sus prácticas.

Larripa y Erausquin (2010) sostienen que los modelos mentales generados por distintos agentes en contextos socioculturales se ven transformados en la medida que se intenta alcanzar un modelo mental compartido en diferentes situaciones, por lo que sufren ciertos cambios. Por ello, cobran vital importancia los procesos reflexivos en escenarios profesionales, si lo que se busca es producir transformaciones. Esto permite suponer que el trabajo colaborativo entre investigadores y docentes universitarios para producir transformaciones en las prácticas docentes, particularmente en sus enfoques de enseñanza, propiciaría cambios en los saberes de dichos docentes.

La relación triádica propuesta por Vigotsky en tanto sujeto, objeto y artefacto mediador, en la que se focaliza por las acciones individuales, es superada por la propuesta de Leontiev y Engestrom donde se pone el énfasis en lo que sucede con el sujeto, pero en este caso, en relación con la comunidad en la que se encuentra inserto, sus reglas y la división del trabajo, poniendo el foco ya no en el sujeto como individuo, sino en las interacciones y conflictos que tienen lugar entre ellos.

Engeström propone un modelo para caracterizar las actividades humanas cuyos componentes permiten realizar un análisis pormenorizado y contextualizado de las acciones del sujeto en la comunidad. Diferentes autores como Sansot y De Pascuale (2006), Miranda (2010), Mariño y Godoy (2012), Salas (2016) y Patiño y Martínez-Cantú (2019), presentan en sus trabajos las potencialidades que ofrece el modelo como estrategia metodológica para el estudio de procesos educativos.

Los componentes del modelo que serán considerados en este trabajo son:

- **Sujeto:** es el individuo o actor involucrado en una actividad, que resulta de interés para el análisis, en este caso el profesor.
- **Objeto u objetivo:** define qué es lo que el sujeto se propone lograr y está vinculado con el resultado perseguido. En este estudio son las razones o los *para qué* de las acciones del docente.
- **Instrumentos:** están dados por todo artefacto que se constituye como mediador en tanto le permite al sujeto lograr sus objetivos. Los instrumentos pueden ser técnicos o psicológicos. En lo técnico se identifican, por ejemplo, los recursos; en lo psicológico las reflexiones que hacen los docentes en las conversaciones con la investigadora.
- **Comunidad:** donde se inserta la actividad y el sujeto. Está dada por el colectivo de individuos y grupos cuya actividad está orientada hacia el objeto compartido, en este caso, la clase de Física 1.

- La **división del trabajo**: aglutina la descripción del conjunto de tareas que se van a llevar a cabo y la organización en **roles** de la comunidad. Además, si para cada rol se realizan tareas diferentes, también se especifica aquí la división del trabajo requerida. Puede tener lugar en la actividad una división horizontal de tareas y/o una división vertical de poder y responsabilidad. En este caso, está vinculado con el lugar que ocupa el docente en las diferentes actividades en el aula, en las tareas que lleva a cabo para planificar sus clases o en sus prácticas de reflexión sobre las mismas para conducirlas en el devenir de las clases.
- Las **normas** o reglas de la comunidad: definen la forma en que trabaja el grupo y cómo se tienen que concretar los acuerdos. Son regulaciones explícitas e implícitas, restricciones, procesos, prácticas culturales, normas, puntos de vista, convenciones. Entre las explícitas, en nuestro caso, están las pautas de trabajo grupal o individual, las formas de evaluación y calificación, la organización de la clase tanto en tiempo como en espacio, etc.
- **El resultado**: es aquello que se espera alcanzar o lograr. Se trata de la concreción del objetivo de la actividad.

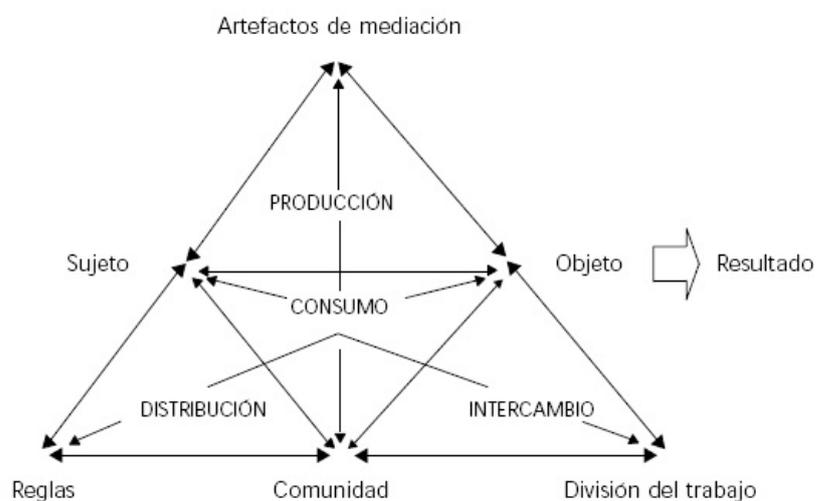


Figura 9: Modelo de actividad propuesto por Engeström adaptado por Patiño y Martínez-Cantú (2019)

Este modelo permite comprender el nivel de lo colectivo como macronivel y no sólo la actividad individual como un micronivel de análisis.

Dado que el interés de este trabajo reside en estudiar las prácticas de enseñanza cuando se llevan a cabo procesos de innovación que incorporan tecnología, no es suficiente analizar los componentes de forma aislada sino que es necesario comprender las relaciones que entre ellos tienen lugar ([figura 9](#)). De esta forma, resulta posible analizar, por ejemplo, cómo se modifican los roles de los profesores y de los estudiantes involucrados en la actividad a partir de la incorporación de un recurso tecnológico, o cómo cambia la forma de evaluación, los objetivos perseguidos, etc.

Para analizar las relaciones entre componentes, el modelo de Engeström contempla la definición de diferentes subtriángulos. El primero de ellos denominado de **producción** (ubicado en la parte superior de la Figura 9) que involucra a un sujeto, el objeto de la actividad, las herramientas que se utilizan y las acciones y operaciones que afectan el resultado. Al sistema de producción se lo considera como el más importante porque en éste el objeto se transforma en el resultado, manifestándose la intención del sistema de actividad. El subtriángulo de **consumo** (inserto en el centro de la Fig. 9) describe cómo el sujeto y la comunidad colaboran para actuar sobre el objeto. El de **intercambio** (colocado en el extremo derecho inferior de la Fig. 9) liga al objeto de la actividad con la comunidad por la división de labores; la comunidad divide las actividades y asigna su realización a los miembros. El subsistema de **distribución** (ubicado en el extremo inferior izquierdo de la Fig. 9) vincula al sujeto con dos componentes contextuales: las reglas que delimitan la actividad dentro del sistema, en términos de necesidades personales y de la comunidad en la que interactúa; se caracteriza por la forma en que se reparten las acciones según las jerarquías de la comunidad.

Engeström retomó las ideas de Leontiev para poner el foco, en el análisis de las relaciones, en las *contradicciones* que se dan en los sistemas de actividad

como fuerza impulsora del cambio y, en consecuencia, del desarrollo (Mariño y Godoy, 2012). Se afirma que el sistema está trabajando constantemente entre contradicciones dentro y entre sus elementos. Estas contradicciones se consideran la fuente del desarrollo y juegan un rol importante en la transformación y producción de innovaciones (Patiño y Martínez-Cantú, 2019). Entre ellas, son de especial interés para este trabajo las contradicciones, en términos de innovación, que tienen lugar cuando un nuevo elemento se introduce en el sistema, generando desequilibrio entre los demás elementos de la actividad, que no pueden responder adecuadamente (Engeström, 2001).

Ahora bien, las contradicciones internas que tienen lugar en el sistema no se constituirían como las únicas responsables de los cambios que en ellas tienen lugar. La TA en su versión actual considera que no es posible analizar la actividad como un sistema aislado de otros sistemas de actividad, sino que es necesario expandir el modelo básico para incluir al menos dos sistemas de actividad en interacción, que permitan comprender la acción de transformación conjunta. En la interacción las influencias externas irrumpen el interior de cada uno. Se generan así perturbaciones e intentos innovadores de cambiar la actividad (Engeström, 2001).

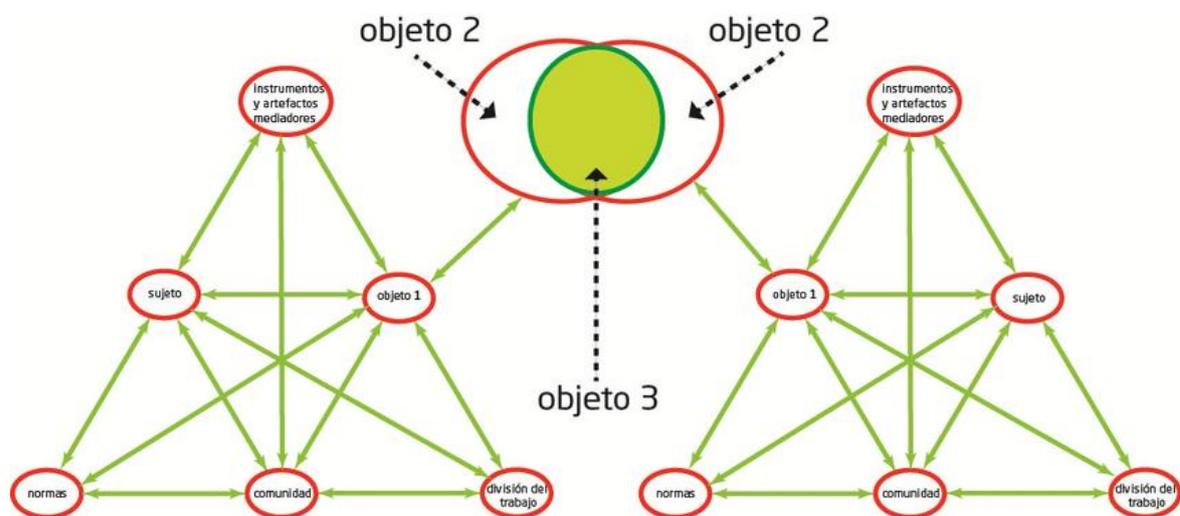


Figura 10: Modelo de sistemas de actividad en interacción recuperado de Larripa y Euraskin (2008)

En síntesis, para comprender las transformaciones que tienen lugar en las prácticas de enseñanza de los docentes universitarios cuando se llevan a cabo procesos de innovación, en el marco de un trabajo colaborativo, se analizan las características de cada uno de los *componentes* que definen las actividades en relación al objeto perseguido: sujeto, instrumentos, comunidad, reglas y división del trabajo. Una vez caracterizados los elementos que conforman la actividad, el foco se pondrá en las *relaciones* que entre ellos tienen lugar a partir del análisis de las relaciones representadas en los triángulos de producción, consumo, distribución e intercambio, como así también las contradicciones que surgen por la incorporación de un nuevo elemento. Finalmente, asumiendo que las transformaciones no se darán solo al interior de cada sistema de actividad, de manera aislada, sino que estarán influenciadas por sus interacciones con actividades cercanas, será necesario analizar las contradicciones entre sistemas de actividad pertenecientes a diferentes fases, ya que estas darán lugar a nuevas necesidades y nuevos objetivos (Figura 11).

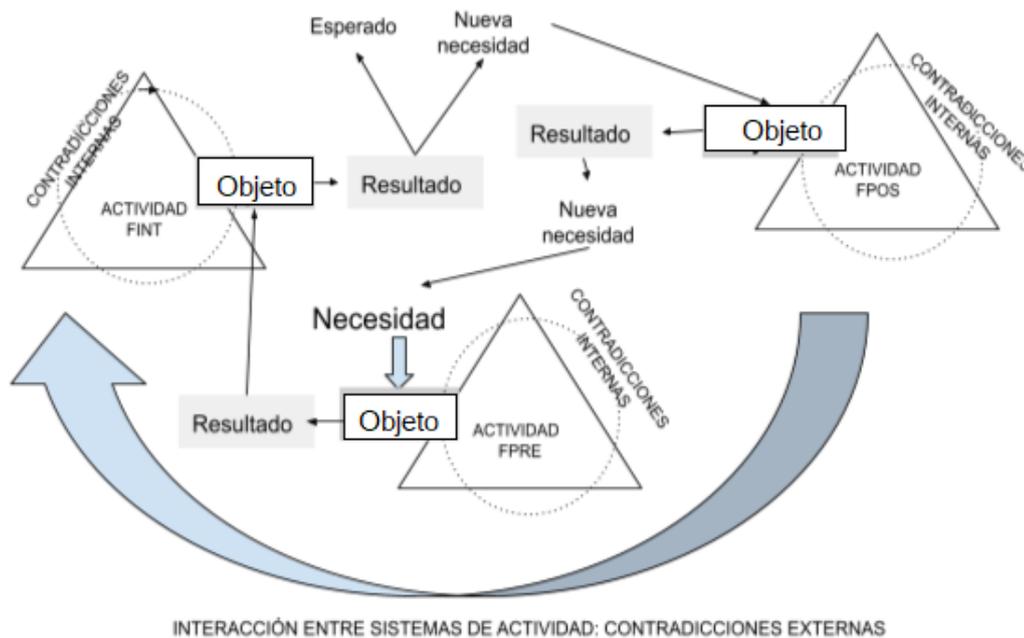


Figura 11. Esquema de la interacción entre sistemas de actividad para el estudio de las prácticas de enseñanza. Elaboración propia

Se describen a continuación los diferentes niveles de análisis adoptados.

3.3. Niveles de análisis a partir de la Teoría de la Actividad

Para estudiar las prácticas de enseñanza de los docentes universitarios cuando se lleva a cabo un trabajo en colaboración, se plantea en esta tesis un estudio, holístico, espiralado y en profundidad, de los sistemas de actividad que contempla no sólo los elementos que los caracterizan, sino también las relaciones entre ellos y las transformaciones que tienen lugar. Por lo antes expuesto y atendiendo a los objetivos de esta investigación, se tomó la decisión de organizar el análisis en tres niveles:

- NIVEL 1. *Caracterización de las prácticas de enseñanza en la fase interactiva (FINT):* se analiza la actividad estudiando la interacción entre docentes y estudiantes en la *FINT*, con el objetivo de analizar la manera en la que el trabajo en colaboración decanta en las prácticas concretas, a la vez que se reconocen los insumos que dan inicio a nuevas actividades en el trabajo en colaboración.
- NIVEL 2. *Descripción de las prácticas de enseñanza en la fase pre-activa (FPRE) y pos-activa (FPOS) en el marco de la colaboración:* se analiza la actividad considerando la interacción entre los docentes y la investigadora, particularmente en la fase *pre* y *pos-activa*, con el objetivo de estudiar el proceso de evolución del trabajo en colaboración.
- NIVEL 3. *Análisis de las actividades para la identificación de evidencias de cambio en el conocimiento docente:* se ponen en diálogo las actividades de las *fases FPRE Y FPOS con la FINT*, para identificar posibles evidencias de cambio en el conocimiento del docente, a la luz del modelo TPACK.

Se sintetizan los niveles en el siguiente cuadro:

NIVEL	Actores involucrados	Fases en la que se focaliza	Etapas en las que se organiza el análisis
1	Docentes y Estudiantes	FINT	1-Análisis de los elementos de la actividad
			2- Análisis de relaciones entre elementos
2	Docentes e Investigadora	FPRE Y FPOS	1- Descripción del proceso colaborativo
			2- Identificación de contradicciones
3	Docente	FPRE, FINT, FPOS	Análisis de las actividades para la identificación de evidencias de cambio en el conocimiento docente.

Tabla 6. Niveles de análisis y actores en los que focaliza en cada uno de ellos

3.3.1. Nivel 1: *Caracterización de las prácticas de enseñanza en la FINT*

Tomando como punto de partida el objetivo de este trabajo de tesis “*Caracterizar las prácticas de enseñanza de Física universitaria en el marco de un proceso de innovación con la incorporación de TIC de la innovación*”, y asumiendo los encuadres teóricos antes expuestos se procedió en primer lugar al análisis de las actividades de la FINT.

Se organizaron los registros de clase en *Sesiones*. Cada sesión queda definida por el año en el que tuvo lugar, el carácter de la clase (ya sea presencial o virtual), y el contenido trabajado durante la misma, como se muestra en la tabla 7.

Sesión	Año	Carácter de la clase	Contenido	Detalles
1	1	Presencial	Cinemática: MRU-Encuentro	Turnos de habla ⁴ :573 Duración: 51:59:00
2	1	Presencial	Cinemática: Movimiento relativo	Turnos de habla: 366 Duración: 00:37:00
3	1	Presencial	Cinemática: MRUV	Turnos de habla: 314 Duración: 00:24:06
4	1	Presencial	Dinámica: Conservación de la Energía mecánica	Turnos de habla: 421 Duración: 00:53:32
5	1	Virtual	Contenidos Sesión 1 a 5	Entrega vía mail Construcción de Mapa conceptual Tiempo de trabajo: Una semana
6	2	Presencial	Cinemática:MRUV	Turnos de habla: 916 Duración: 01:41:42
7	2	Virtual	Cinemática: MRUV	Trabajo en plataforma moodle foro de entrega foro de discusión Tiempo de trabajo: Una semana
8	2	Presencial	Estática	Turnos de habla: 570 Duración: 01:28:00
9	2	Virtual	Estática	Trabajo en plataforma moodle Foro de entrega Foro de discusión Tiempo de trabajo: Una semana
10	2	Presencial	Dinámica: Trabajo y energía	Turnos de habla: 653 Duración: 01:20:32
11	2	Virtual	Dinámica: Trabajo y energía	Trabajo en plataforma moodle Foro de discusión Tiempo de trabajo: dos semanas

⁴ Se refiere a la cantidad de participaciones, teniendo en cuenta tanto las intervenciones de los docentes como de los estudiantes.

12	2	Presencial	Cinemática: Movimiento relativo	Turnos de habla: 524 Duración: 01:18:23
13	2	Virtual	Cinemática: Movimiento relativo	Trabajo en plataforma moodle Foro de entrega Construcción de Mapa conceptual Tiempo de trabajo: Una semana
14	2	Presencial	Sistema de partículas: Cantidad de movimiento-Impulso	Turnos de habla: 709 Duración: 01:07:05
15	2	Presencial	Sistema de partículas: Choques, leyes de conservación	Turnos de habla: 1054 Duración: 01:51:14
16	2	Virtual	Sistema de partículas: Choques	Trabajo en plataforma moodle foro de entrega Tiempo de trabajo: 1 semana
17	2	Presencial	Cuerpo Rígido	Turnos de habla: 625 Duración: 01.38.23
18	2	Presencial	Contenidos Sesión 7 a 18	Exposición de mapas conceptuales Turnos de habla: 240 Duración: 01.37.16

Tabla 7. Organización de las sesiones por año, carácter y contenido.

Se procedió a la transcripción de los audios de las sesiones presenciales. El proceso de transcripción facilita el traspaso del lenguaje oral a texto escrito con el objetivo de realizar un análisis a partir del texto resultante. Según Bassi Follari (2015) lo habitual es que la transcripción sea considerada como una actividad menor respecto de otras ya que suele considerarse ateórica, apolítica y aproblemática. Sin embargo, los textos resultantes de transcribir pueden variar en relación a cómo la práctica de transcripción se lleve a cabo, ya que refieren a sus condiciones de producción. En este sentido, cobran importancia las decisiones concretas que los investigadores toman en relación a esta práctica en el curso de la investigación, ya que éstas estarán condicionadas por posiciones teóricas, e incluso ideológicas de los mismos. Por lo tanto, no se considera la transcripción como una mera operación técnica que refleja la

“realidad”, sino como un proceso interpretativo y constructivo producto de múltiples decisiones.

Teniendo en cuenta lo antes expuesto, se asume que no existe una única forma de transcribir. Existen diversos códigos avanzados que suelen ser utilizados para realizar esta tarea. Sin embargo, suelen dar como resultado transcripciones muy poco amigables, no intuitivas y difíciles de comprender si no se conoce el código en profundidad (Bassi Fiollari, 2015). Por esta razón es necesario que el investigador se permita reflexionar sobre qué resulta conveniente transcribir, y sin duda la respuesta estará sujeta a las necesidades concretas de la investigación. Las técnicas pueden ser revisadas y es posible agregar o quitar símbolos en la medida en que esto resulte significativo para el trabajo. El autor señala que, luego de consultar un gran número de producciones que se han ocupado de esta cuestión, es posible afirmar que no existe un código mejor que otro, ya que sus bondades están sujetas a los propósitos con los que son empleados. En este sentido los códigos son herramientas que pueden tomarse como punto de partida, para ser modificados.

Se tomó como punto de partida la adaptación del código de Gail Jefferson realizada por Bassi Follari (2015) y se consideraron de él los códigos de transcripción que se detallan a continuación:

Código	Significado
=	Interrupciones
:::	Alargamiento de la palabra
(())	Información no verbal, contextual
☺	Habla entre risas
(x)	Duda, Habla incipiente
-	Palabra sin terminar
(INCOMPENSIBLE)	No se comprende lo que dice o quién lo dice
[]	Solapamiento de hablantes
<u>Subrayado</u>	Énfasis en la palabra
◦	Volumen reducido

Tabla 8. Código de transcripción adoptado por la investigadora

A modo de ejemplo se presenta un fragmento de una transcripción en donde se puede observar la aplicación de los mismos:

Estudiante 2: Pero la resultante a nosotros nos daba dos coma sesenta y cuatro, y=
Profesor: =y acá da dos coma sesenta y ocho.
Estudiante 1: Y el tiempo::
Estudiante 4: Y, el tiempo da menor ahí.
Profesor: Se está poniendo muy fino.
Estudiante 3: Treinta y siete nos daba.
Estudiante 2: Treinta y siete con ochenta y siete.
Estudiante 3: Exacto.
Estudiante 4: ¿Por qué tengo treinta y ocho yo?
((Risas))
Estudiante 2 : ☹ ¡Ah!!! ¡Redondeaste! ☹
Estudiante 4: No, porque puse treinta y ocho coma treinta y siete.
Profesor: Habría que ver por donde redondea esto. (x)En algún momento debe redondear de tal forma que acá el decimal nos cambia y qued-. Si pongo, ¿Cuánto era?
Estudiante 2: Ciento treinta y nueve
((Observan el simulador))
Profesor: ¿Y les da dos coma sesenta y cuatro a ustedes la velocidad resultante?
((Estudiantes permanecen en silencio))
Profesor: Se desplaza diez por ciento.
Estudiante 3: Por un lado es un montonazo.
Estudiante 2: °Quince por ciento. ¿Y para adelante? No probamos al final.

Tabla 9. Ejemplo de transcripción, a partir de la utilización de los códigos

Una vez delimitadas las sesiones y realizadas las transcripciones se llevó a cabo una segmentación de las mismas en *Episodios*. Para ello, se definieron una serie de criterios que orientaron dicho proceso. Se describen los mismos a continuación:

- Para la delimitación del **inicio** de cada actividad se construyeron una serie de **indicadores**, producto de la lectura y relectura de los registros que permitieron identificar los momentos de cambio de una actividad a otra. Se analizaron diferentes aspectos, entre ellos: si la actividad era propuesta por el docente o surgía a partir de una inquietud o motivación del estudiante; si el disparador que da origen a la actividad es una pregunta, un ejercicio, una explicación, un ejemplo, etc.; el tipo de artefacto del que se hace uso para presentarla (un simulador, una fotocopia, un video, etc.). A cada indicador se le asignó una letra desde la **A** hasta la **G**, estableciendo así siete posibilidades de inicio:

Código	Indicadores
A	El docente realiza preguntas de forma oral para iniciar el abordaje del tema con la finalidad de hacer explícitos los saberes del estudiante.
B	El docente presenta un ejemplo a los estudiantes para contextualizar el fenómeno a estudiar. A partir de una pregunta o situación problematizadora focaliza en un concepto nuevo.
C	El estudiante propone un ejemplo relacionado con el tema
D	El docente plantea un ejercicio para que los estudiantes resuelvan de forma algebraica
E	El profesor realiza una explicación para presentar un recurso tecnológico(simulación, animación, video) y la tarea a realizar con él.
F	El docente presenta una pregunta o situación problematizadora para poner el foco en conceptos o relaciones que se están abordando.
G	El estudiante recupera un ejercicio de la guía y plantea dudas e inquietudes o realiza preguntas que inician una discusión

A modo de ejemplo:

Código	Indicador de inicio	EJEMPLO
A	El docente realiza una pregunta de forma oral para iniciar el abordaje del tema con la finalidad de hacer explícitos los saberes del estudiante.	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué es el reposo para ustedes? - ¿Qué se acuerdan de la teoría cuando hablan de velocidades relativas? - ¿Qué se acuerdan del centro de masa?

Tabla 10. Ejemplificación del tipo de indicadores utilizados

→ Luego, se analizaron los segmentos resultantes entre indicador e indicador y se **clasificaron según las actividades de enseñanza** que allí se desarrollaban, a partir de la identificación de ciertas regularidades en su finalidad, su forma de trabajo y ciertas características que adopta a lo largo de una clase (Sanchez, García, Rosales, de Sixte y Castellano, 2008). Por ejemplo: la resolución de ejercicios, el análisis de situaciones problemáticas, la discusión en foro, la construcción de mapas conceptuales, entre otras. Esto permitió un primer agrupamiento en *Actividades de iniciación*, *Actividades de introducción de nuevos conocimientos y estructuración de los mismos*, y *Actividades de síntesis*, que resultan de la adaptación de la clasificación propuesta por Sanmartí (2000) y Cañal de León (2000). Dado que al interior de cada grupo las actividades seguían presentando características que las hacían diferentes, se llevó a cabo una subclasificación, resultando ocho

subcategorías que fueron numeradas del I al VIII, como se muestra en la tabla 11:

Fase	Función general	Clasificación de actividades de acuerdo a sus funciones específicas	Subcategorías de actividades	Código
FINT	Implementar actividades de enseñanza	Actividades de iniciación: exploración de ideas previas, contextualización, planteamiento de problemas, representaciones iniciales.	Recuperación de aspectos teóricos y análisis de ejemplos cotidianos para contextualizar el tema	I
		Actividades de introducción y estructuración: presentación de nuevos contenidos, planteamiento de nuevas formas de resolver problemas o tareas en relación a los nuevos puntos de vista; familiarización con los nuevos procedimientos.	Resolución de ejercicios de forma algebraica/gráfica	II
			Experimentación virtual	III
			Visualización y análisis de una animación/video	IV
			Análisis de una situación o pregunta problematizadora desde un enfoque conceptual	V
			Actividad de discusión grupal en foro	VI
		Actividades de síntesis: aplicación de los conocimientos a nuevas situaciones, integración y reestructuración de los conocimientos construidos	Construcción de mapas conceptuales	VII
			Actividad de entrega individual en foro	VIII

Tabla 11. Clasificación de actividades y codificación de subcategorías

De esta forma, cada sesión quedó segmentada en episodios como se muestra en el siguiente ejemplo:

Sesión 12	Episodios				
	1	2	3	4	5
Turnos de habla	1-200	201-273	274-396	404-505	506-524
Indicador de inicio	A	D	B	E	E
Actividad	I	II	V	III	IV

Tabla 12. En el cuadro se recupera la sesión 12 y se presenta, a modo de ejemplo, la delimitación de las sesiones utilizando el indicador de inicio y la clasificación de la actividad

3.3.1.1. Nivel 1, Etapa 1: Construcción de categorías para el análisis de los elementos de la actividad

Una vez delimitados los episodios se procedió al análisis de cada uno de ellos tomando como lente el modelo de Engeström. En este sentido, se procedió a la lectura de los registros para la identificación de los elementos de la actividad en cada episodio: *objeto, sujeto, comunidad, artefacto, división del trabajo y reglas*.

Producto de reiteradas lecturas de los registros, que permitieron la identificación de regularidades, y un trabajo de interpretación a la luz de ciertos constructos teóricos, se adoptaron hasta cuatro valores para diferenciar a los elementos de cada actividad. En la tabla 13 se los presenta de la siguiente manera: la primera columna recupera lo más característico de un enfoque de enseñanza tradicional (valor **1**), la tercera (o cuarta) columna aquello que podría identificarse como innovador (valor **3/4**) y algunos matices entre ambos en la columna central (valor **2**).

Los referentes teóricos adoptados para la construcción de valores en relación a cada elemento se pueden expresar como sigue:

- Objeto: Se distingue entre tres tipos de objeto de enseñanza: *datos, conceptos y modelos*. Para ello, se recupera la distinción entre dato y concepto de Pozo y Gómez Crespo (1998), y la conceptualización de Modelo realizada por Justi (2006).
- Artefacto: Se recuperan los aportes de Zangara y Sanz (2012) respecto al concepto de *interactividad educativa*, analizando el tipo de artefacto del que se hace uso, tradicional o tecnológico, y la relación que el estudiante establece con él.
- División del trabajo: se establece una distinción entre los *roles* adoptados tanto por los estudiantes como por el docente, a la vez que se analiza el tipo de *interacción* que tiene lugar entre ellos. Se toma como referencia el trabajo de De Longhi, Ferreyra, Peme, Bermudez,

Quse, Martínez, Iturralde y Campaner (2012), en el que se describen diferentes secuencias de interacción y se modelizan circuitos de comunicación.

- Reglas: se distinguen dos cuestiones, por un lado aquello vinculado a las formas de evaluación, y por otro a la articulación entre teoría y práctica. Para el primer caso, se recuperan los aportes de Anijovich (2019), en donde se problematiza sobre qué evaluar, cómo y para qué hacerlo. En el segundo, se analiza la articulación entre teoría y práctica tomando elementos del análisis organizacional de la cátedra universitaria de Monetti (2016).

Se presenta a continuación el instrumento construido donde se plasman los valores definidos para cada elemento:

SUJETO					
COMUNIDAD					
OBJETO (OBJ)		1-La actividad tiene por propósito que el estudiante domine ciertos datos. El objetivo es que el estudiante utilice diferentes formas de notación, reproduzca y aplique ecuaciones, y opere con desarrollos algebraicos característicos del tema.	2-El propósito de la actividad es la comprensión de conceptos y la identificación de relaciones entre ellos.	3-El propósito de la actividad es la construcción de modelos, propiciando el trabajo no sólo con conceptos, sino también procedimientos y actitudes propias de la actividad científica.	
ARTEFACTO (ART)		1-Se utilizan artefactos tradicionales como el pizarrón, fotocopias, la carpeta y el libro.	2-Se utilizan artefactos tecnológicos de baja interactividad. Son utilizados como soporte para presentar información, como PowerPoint, drive, videos, foros de entrega, archivos en plataforma.	3-Se utilizan artefactos tecnológicos interactivos que posibilitan el aprendizaje activo: simuladores, cmap tools, foros de discusión.	
	Características de la interacción (INT)	1-Es asimétrica, siendo el docente quien controla el intercambio. El docente da inicio al intercambio con una solicitud (generalmente con una pregunta). El estudiante ofrece una respuesta. Nuevamente el docente recupera la	2-Es asimétrica, siendo el docente quien controla el intercambio. El docente da inicio al intercambio con una pregunta que habilita la participación de todos los estudiantes a partir de la diversidad de opiniones, con el fin de	3- Es simétrica, no es necesariamente establecida por el docente, sino que también sigue el curso de los intereses del estudiantado. Se favorecen los intercambios tanto entre el docente y los	4. Es simétrica. La interacción tiene lugar a través de la devolución. El estudiante realiza la entrega de la actividad, el docente la evalúa y realiza una devolución que

DIVISIÓN DEL TRABAJO		palabra y realiza un cierre (generalmente mediante una explicación)	hacer explícitos sus saberes. El docente reúne las ideas, las reubica y les da su perspectiva.	estudiantes, como entre los estudiantes entre sí. Se busca hacer explícito no sólo los saberes de los estudiantes sino la forma en la que los construyen.	favorece la retroalimentación.
	Rol del docente (RD)	1-Realiza explicaciones y demostraciones. Suele realizar preguntas (retóricas o de respuesta corta) para analizar si los estudiantes comprendieron.	2-Guía el intercambio con preguntas o afirmaciones que habilitan la diversidad de respuestas. Valida y completa las respuestas de los estudiantes, sintetizando los aspectos que él considera más importantes	3-Modera y media los intercambios. Realiza intervenciones que regulan, estimulan y controlan la participación, a partir del planteo de preguntas abiertas, y de situaciones problemáticas. Sus intervenciones apuntan a indagar sobre lo expresado, para que los estudiantes tomen conciencia de sus respuestas.	4. El docente evalúa la producción del estudiante y le realiza una devolución con sugerencias de aspectos a mejorar o a seguir trabajando.
	Rol del estudiante (RE)	1-Asume un rol pasivo de escucha o lectura atenta. Interviene mayormente realizando preguntas sobre sus dudas o respondiendo preguntas del docente de respuesta corta.	2-Participa activamente expresando sus ideas de acuerdo a su experiencia, a su opinión y punto de vista.	3-Participa activamente expresando sus ideas, estableciendo relaciones, elaborando hipótesis, realizando explicaciones, argumentando sus respuestas, y justificando sus decisiones. No sólo expresa sus ideas, sino que vuelve sobre ellas y las va reestructurando.	
REGLAS	Evaluación (EV)	1-Se privilegian las respuestas correctas y la realización de tareas simples. La actividad permite al docente diagnosticar el dominio que tienen algunos estudiantes de ciertos datos y procedimientos algebraicos.	2-Se privilegian las respuestas correctas. La actividad le permite al docente obtener información sobre el dominio que tienen algunos estudiantes de ciertos conceptos y sus relaciones.	3-La actividad se evalúa de forma explícita a todos los estudiantes, y se favorece la retroalimentación. El estudiante recibe una devolución que le brinda información sobre aquellos aspectos en los que debiera seguir trabajando.	
	Distancia entre clase teórica y clase práctica (T-P)	1-La actividad se trabaja sólo en la clase teórica o sólo en la clase práctica, respetando el abordaje tradicional. Participa de ella el docente a cargo.	2-Se trabaja sólo en la clase teórica o sólo en la práctica, pero su abordaje favorece la integración de teoría y práctica. Participa de ella el docente a cargo.	3-La actividad se trabaja vinculando tanto aspectos teóricos como prácticos y ambos profesores participan en su desarrollo.	

Tabla 13. Categorías construidas por la investigadora para analizar los elementos de la actividad

Se presenta a continuación un ejemplo en el que se detalla la forma en que se analiza cada episodio dentro de la sesión 12:

Sesión 12	Episodios				
	1	2	3	4	5
Turnos de habla	1-200	201-273	274-396	404-505	506-524
Indicador	A	D	B	E	E
Actividad	I	II	V	III	IV
Obj	1-2	1	3	3	3
Art	2	1	3	3	3
Int	2	1	3	3	4
RD	2	1	3	3	4
RE	2	1	3	3	3
Ev	2	1	2	2	3
T-P	2	1	2	2	2

Tabla 14. Ejemplo de la asignación de valores a los componentes de la actividad para la sesión 12

Esta tabla resulta de la conjunción de varios análisis. Cada columna representa un episodio, delimitado por los turnos de habla correspondientes, y tiene asociada una actividad; a modo de ejemplo, si se analiza la **sesión 12 episodio 2** (en adelante, **S12E2**) se encontrará que la denominación **D-II** indica que es el docente quien inicia la actividad ([indicador de inicio presentado en página 123](#)) a partir del planteo de un ejercicio (D); se trata de una actividad de introducción de los nuevos conocimientos y estructuración de los mismos, en la que se lleva a cabo una resolución de ejercicios de forma algebraica ([II según tabla 11](#)). Por otra parte, las filas posteriores representan las diferentes categorías de análisis; por ejemplo la fila RE para este episodio da cuenta del rol del estudiante, en este caso, al tratarse de un **RE1** ([según tabla 13](#)), indica que el estudiante asume un rol pasivo de escucha atenta y sus intervenciones están limitadas a consultas sobre sus dudas, o a ofrecer respuestas cortas

cuando el docente lo solicita. La fila **ART** con el valor **1**, indica que el instrumento utilizado es de tipo tradicional como por ejemplo, el pizarrón.

Se presenta a continuación un fragmento de dicho episodio y un ejemplo de análisis:

Fragmento de la clase	Comentarios
<p>230. Profesor: Recuerden siempre la idea pasa por trabajar acomodando bien los <u>subíndices</u>. El subíndice <u>u::no</u> dice la velocidad del móvil respecto del sistema de referencia, <u>u::no</u> respecto del suelo, el suelo respecto del dos. Es decir, si yo (x)considero:::, vamos a suponer que vamos en un auto. El que está afuera del auto ve como es la velocidad del auto respecto del suelo; el que está arriba del auto, ¿que está viendo?, el suelo respecto del auto; ve que el camino va para atrás, to:::do se mueve para atrás. El que está afuera del auto ve que el auto va para adelante, ¿bien?, por e:::sto ese <u>signo menos</u> que aparece. Pero por supuesto hay que <u>invertir</u> los subíndices acá, ¿bien? OBJ1/RD1</p> <p>231. Estudiante 1: Yo cuando era chico preguntaba por qué todo iba para atrás.</p> <p>232. Profesor: Acá tenemos uno sacado de la selva como decíamos hoy (ríe). Bien, esa es la idea principal de hacerse esa pregunta. Es decir lo que estamos haciendo es cambiar nuestro sistema de referencia, nada más que eso. O nos ponemos <u>afue::ra</u> del auto o nos ponemos <u>ade::ntro</u> del auto. Si nos ponemos <u>ade::ntro</u> del auto tenemos que mirar los que se están moviendo respecto de nosotros. Entonces, a partir de acá ya podemos calcular todo. Vamos a suponer que nosotros vamos a ochenta kilómetros por hora y vamos a suponer que nos pasa un auto con una cierta velocidad. ¿Cuánto puede llegar a ser? RD1</p> <p>233. Estudiante 2: (x)Ciento veinte. RE1</p> <p>234. Estudiante 3: Mayor a ochenta tiene que ser. RE1</p> <p>235. Estudiante 4: Ponele la velocidad del auto dos con respecto al piso. RE1</p> <p>236. Profesor: ¿Le ponemos ciento veinte? Del dos respecto del suelo, ciento veinte kilómetros por hora. ¿Cuánto da esta cuenta? RD1</p> <p>237. Estudiante 1: Ochenta menos ciento veinte::: RE1</p> <p>238. Profesor: Ochenta kilómetros por hora. EV1 Vamos a suponer que va todo en la misma dirección, ninguno va transversal, y yo tengo la velocidad del dos respecto del suelo, ¿por lo tanto? RD1/OBJ1</p> <p>239. Estudiante 2: Menos ciento veinte kilómetros por hora.</p> <p>240. Profesor: ¿Cuánto da esto? RD1</p> <p>241. Estudiante: Menos cuarenta. RE1</p> <p>242. Profesor: <u>Menos</u> cuarenta kilómetros por hora. EV1 ¿Tiene sentido? RD1</p> <p>243. Estudiante 3: Si. RE1</p> <p>244. Profesor: Fíjense que es lo que dice acá. La velocidad del <u>u::no</u> respecto del <u>dos</u>. El tipo que pasó, ve al auto uno alejarse hacia atrás. RD1</p> <p>245. Estudiante 2: Exacto.</p> <p>246. Profesor: Con cuarenta kilómetros por hora ¿Está bien? ¿Estamos de acuerdo? ¿Podemos invertir esto? Si invertimos esto lo único que hacemos es cambiar el signo. RD1/OBJ1</p> <p>247. Estudiante: Claro.</p>	<p><i>-El propósito de la actividad es la reproducción de ciertos datos como formas de notación, ecuaciones y desarrollos algebraicos. (OBJ1);</i></p> <p><i>-se utilizan artefactos tradicionales como el pizarrón y la carpeta (ART1);</i></p> <p><i>tiene lugar una interacción de tipo asimétrica (INT1), siendo el docente quien controla el intercambio a partir de explicaciones y demostraciones, o de preguntas (retóricas o de respuesta corta (RD1));</i></p> <p><i>-el estudiante asume un rol pasivo de escucha atenta, interviene mayormente realizando preguntas sobre sus dudas o respondiendo preguntas del docente de respuesta corta (RE1);</i></p> <p><i>-en cuanto a la evaluación se privilegian las respuestas correctas y la realización de tareas simples, permitiendo al docente diagnosticar el dominio que tienen sólo algunos estudiantes de ciertos datos y</i></p>

<p>248. Profesor: Entonces el que va, el que es sobrepasado ve que el otro se está alejando respecto del auto. RD1</p> <p>249. Estudiante 4: El módulo va a ser siempre el mismo, lo que te cambia es la dirección. RE1/OBJ1</p> <p>250. Profesor: El <u>sentido</u>. RD1/EV1</p> <p>251. Estudiante 4: ¿(x)El sentido? RE1</p> <p>252. Profesor: Si, supónete que todo es lineal, todo es movimiento rectilíneo. Si no fuera movimiento rectilíneo estos son vectores. Trabajarían con vectores como ustedes saben. Vamos a suponer que uno va avanzando y un camión cruza en la ruta en una rotonda. Bueno, la velocidad a la que va el camión respecto de, son velocidades, <u>vectores</u>, sumarán como <u>vectores</u>. De hecho hay ejercicios de eso. ¿Preguntas hasta acá? RD1/OBJ1</p>	<p><i>procedimientos algebraicos (EV1);</i></p> <p><i>-respecto a la articulación entre teoría y práctica se destaca que la actividad se trabaja sólo en la clase práctica, respetando el abordaje tradicional y participa de ella sólo el docente a cargo de dicho espacio (T-P1).</i></p>
--	---

Tabla 15. Análisis de un fragmento de clase haciendo uso de las categorías

Una vez analizados los elementos de la actividad se procede a la etapa 2 del primer nivel en busca de relaciones entre los elementos.

3.3.1.2. Nivel 1, Etapa 2: Construcción de categorías para el análisis de relaciones entre elementos

Se procede, en primer lugar, a la búsqueda de relaciones al interior de cada actividad (columna), focalizando principalmente en las relaciones que emergen como relevantes del análisis de los elementos:

Producción (sujeto-artefacto-objeto), siendo el docente el sujeto de interés; y las de *Intercambio* (objeto-comunidad-división del trabajo), donde la comunidad viene dada por la categoría INT y la división del trabajo por las categorías RD y RE. Por ejemplo, al analizar el **S12E2**, puede identificarse que:

Sesión 5	Ejercicios					
	1	2	3	4	5	6
OBJ	1	2	1	2	3	3
ART	1	1	1	1	3	3
INT	2	1	2	2	2	1
RD	2	1	2	2	2	1
RE	2	1	2	2	3	1
EV	2	2	1	2	2	2
T-P	2	2	1	2	2	2

El uso que el docente hace del pizarrón (ART) está asociado con el propósito de la actividad en este caso, la presentación de ciertos datos a los estudiantes (OBJ). En ese sentido, el artefacto le permite plasmar la información de modo que sea accesible para que los estudiantes puedan tomar nota y luego reproducirla. De allí el valor 1 para ART, y 1 para OBJ

A su vez se llevó a cabo una tarea de comparación en la que se analiza un mismo elemento del sistema de actividad, pero a lo largo de diferentes episodios (filas). Por ejemplo, si se analiza la articulación entre clases teóricas y prácticas en las diferentes actividades en la **sesión 12** se podrá evidenciar que:

Sesión 1	Episodio					
	1	2	3	4	5	6
DT	2	2	1	2	1	1
AT	1	1	1	1	2	1
MT	1	2	1	2	2	1
AD	1	2	1	2	1	1
MD	1	2	1	2	2	1
BA	2	2	1	2	2	2
T-P	2	2	1	2	2	2

T-P	2	1	2	2	2
-----	---	---	---	---	---

En ninguna de las actividades se encuentran presentes ambos docentes trabajando de forma articulada los contenidos de la clase teórica y la clase práctica. En el episodio 2 el docente de la clase práctica trabaja de forma tradicional, llevando a cabo una resolución de ejercicios en el que se trabaja en la notación para velocidades relativas y su carácter vectorial a partir del análisis del signo (T-P1). Por su parte, en los restantes episodios si bien el docente trabaja sólo, hay un interés por articular e integrar los contenidos de las clases teóricas y las clases prácticas (T-P2).

Una vez finalizado el proceso de construcción de categorías y que se establecieron las diferentes dimensiones de análisis, se procede al próximo nivel en el que se planificará el análisis del proceso de trabajo en colaboración.

3.3.2. Nivel 2: Descripción de las prácticas de enseñanza en la fase pre-activa y pos-activa, en el marco de la colaboración

En relación con el objetivo “*Describir el proceso de trabajo colaborativo entre profesores universitarios e investigadores en enseñanza de las ciencias*”, se llevó a cabo el análisis del trabajo realizado por la investigadora y los docentes, en las fases pre-activa y pos-activa, para luego ponerlo en diálogo con lo acontecido en la fase interactiva.

Los registros de las fases pre y pos-activa se han organizado en cinco sesiones correspondientes al primer año y otras cinco correspondientes al segundo año

del trabajo de campo. La construcción de cada sesión contempla no sólo los registros en audio de los encuentros, sino también los correos intercambiados, mensajes vía redes sociales y notas del investigador.

3.3.2.1. Nivel 2, Etapa 1. Delimitación de categorías para la descripción del proceso colaborativo

Para el análisis de los registros se definieron diferentes categorías que permitieron describir el trabajo en colaboración en cada encuentro. Entre ellos:

- *Objetivos perseguidos (ObjP)*: este indicador permite dar cuenta de los propósitos que movilizan el encuentro, diferenciando entre lo que se proponen los docentes y aquello que persigue el investigador.
- *Objeto de reflexión (OFpre)*: con este indicador se busca dar cuenta de las necesidades identificadas, posibles obstáculos, la valoración de aspectos positivos y potencialidades de las actividades, entre otros.
- *Estrategias (EFpos)*: con este indicador se pretende caracterizar el elemento de la actividad sobre el cual se proponen cambios, ya sea en los propósitos y objetivos de enseñanza, los recursos a utilizar, las actividades y sus diseños, etc.

Asimismo, para cada indicador se diferencia entre la participación de los docentes y la participación de la investigadora, sus intereses y propuestas, como así también las negociaciones e intercambios entre ellos. Esto permite dar cuenta de cambios en los roles que ocupa cada sujeto, y posibilita un análisis de la evolución del proceso de colaboración. Por ejemplo, para la sesión número 5 del primer año:

	Actividades	Investigadora	Docentes
Objetivo/s (ObjP)		Reflexionar sobre la concepción de evaluación	Mejorar el rendimiento de los estudiantes en la instancia de examen final
	Identificación de obstáculos		Los estudiantes tienen dificultades para hablar, se traban. Los estudiantes se confunden en los

Objeto de reflexión (OFpre)		El peso está puesto en las dificultades del estudiante y no hay reflexión sobre la propia práctica. Plantea los siguientes interrogantes: <i>¿Qué se espera de un estudiante en un final?</i> <i>¿Se evalúa de la misma forma durante la cursada que en el final? ¿Por qué?</i> <i>¿Qué estrategias se llevan a cabo para preparar al estudiante para esta instancia?</i>	desarrollos matemáticos. Los estudiantes no identifican los conceptos más importantes, tienen sus ideas muy desordenadas. Los estudiantes no estudian la teoría hasta el momento del final. Manifiestan que ni en las clases teóricas ni en las prácticas hay instancias en las que los estudiantes hagan exposiciones. En la cursada sólo se evalúa con parcial escrito en la clase práctica y este sólo involucra resolución de ejercicios algebraicos.
	Reconocimiento de necesidades	Ampliar la mirada de los docentes sobre instrumentos y estrategias de evaluación	Generar alguna actividad previa al examen final, en la que los estudiantes tengan que hablar y exponer sus ideas, para mejorar sus habilidades.
	Valoración de aspectos positivos		Mencionan que el final les sirve a los estudiantes para vincular la teoría y la práctica El final tiene como propósito que los estudiantes se expresen oralmente.
Estrategias (EFpos)	Identificación de propósitos	Proponer a los docentes un recurso de evaluación diferente a los utilizados tradicionalmente	Se proponen colaborar con las habilidades de los estudiantes para la instancia de evaluación final.
	Selección de recursos	Proponer que elaboren Mapas conceptuales antes del final, al finalizar la cursada. Describe la herramienta cmap tools.	Los docentes manifiestan que nunca los han utilizado, que no sabrían cómo hacerlos ni enseñar a hacerlos.
	Diseño de las actividades	Se ofrece a elaborar un power point con indicaciones para su uso y compartirles material a los docentes para familiarizarse con el tema. Acepta dar una charla para docentes y estudiantes en la que se presente su uso. Propone a los docentes la posibilidad de que los estudiantes construyan un mapa conceptual y lo utilicen como soporte para el momento del examen final.	Solicitan al investigador que presente su forma de uso a los estudiantes. Aceptan su uso en la cursada como "ordenador" previo al examen, pero no en la instancia de final.

Tabla 16. Ejemplo de análisis haciendo uso de las categorías para el segundo nivel

Las actividades que tienen lugar en las fases pre y pos-activas, en las que se focaliza en los sujetos docentes-investigadora, impactan en las actividades de la fase interactiva favoreciendo el surgimiento de contradicciones entre los elementos de dicha actividad. Se presenta en el apartado siguiente las categorías para su análisis.

3.3.2.2. Nivel 2, Etapa 2. Categorías de análisis para la identificación de contradicciones

La identificación de "contradicciones", entendiendo éstas desde el marco de la TA, permite analizar la forma en que la modificación de un elemento en la fase interactiva genera nuevas necesidades y objetivos a ser trabajados en las fases pre y pos-activa. Cabe destacar que las "contradicciones" están relacionadas con los objetivos particulares que se persiguen, los recursos y las actividades que se llevan a cabo. No se trata de una contradicción en sí misma, sino de una contradicción interpretada a la luz de estas actividades particulares y analizadas a la luz del modelo de Engeström.

Teniendo en cuenta los objetivos de esta investigación, se focaliza en reconocer aquellas contradicciones que son originadas particularmente por *la incorporación de una nueva herramienta tecnológica*:

- *Contradicciones en los roles de los diferentes actores (CR)*: hace referencia a todas aquellas necesidades o problemas que se identifican en relación al lugar que ocupan en la clase tanto los docentes como los estudiantes y su relación con la incorporación de los nuevos recursos tecnológicos.
- *Contradicciones en la evaluación (CE)*: se trata de todas aquellas necesidades u obstáculos que se reconocen en cuanto a los momentos de evaluación, los recursos mediante los cuales se lleva a cabo, el tipo de actividades mediante el cual se realiza, la información que se desea obtener, etc.
- *Contradicciones en el objeto (CO)*: está vinculada con las dificultades que surgen en relación a cómo va cambiando el tipo de contenido, procedimientos y actitudes que se espera que los estudiantes desarrollen, en relación a los nuevos artefactos tecnológicos utilizados.
- *Contradicciones en la tradicional distinción clases teóricas-clases prácticas (CCT-P)*: se trata de identificar todas aquellas cuestiones que

ponen en discusión la distinción entre clases teóricas y clases prácticas, y que conllevan a la necesidad de mayor articulación entre ambos espacios.

A modo de ejemplo se presenta un fragmento de una clase en el que identifican algunas contradicciones, propias del trabajo que el docente se propone realizar a partir del uso de un simulador computacional:

Fragmento de la clase	Comentarios de la investigadora
<p>Profesor: ¿Por qué le está costando más mover a la heladera que a la nena? Si no hay rozamiento ahí.</p> <p>Estudiante 1: Porque la heladera tiene más masa.</p> <p>Profesor: ¿Y eso qué modifica? ¿Con cuáles conceptos de los que estudiamos se relaciona?</p> <p>Estudiante 2: Con la cantidad de movimiento.</p> <p>Profesor: ¿Qué es la cantidad de movimiento?</p> <p>Estudiante: La masa por la velocidad</p> <p>Profesor: ¿Y qué significa eso? Más allá de la ecuación y la cuenta que hacen, ¿qué significa conceptualmente?</p> <p>Estudiante 1: Ehh::: que si la velocidad aumenta tiene que disminuir la masa. Lo mismo que si la masa aumenta tiene que disminuir la velocidad.</p> <p>Profesor: ¿Eso por qué?</p> <p>Estudiante 1: Porque son proporcionales.</p> <p>Estudiante 2: No, (x)porque:::</p> <p>Estudiante 3: Sí, está bien, la velocidad es proporcional a la masa.</p> <p>Estudiante 2: Claro, porque se conserva.</p> <p>Profesor: Antes de hablar de conservación, ¿Qué significado físico tiene el concepto de cantidad de movimiento?</p> <p>Estudiante 1: Es la velocidad que tiene una masa cualquiera. (x)E:::l producto.</p> <p>Estudiante 2: No, pero nos está preguntando más allá de eso el profe, la ecuación no.</p> <p>Estudiante 1: Ehh::: y decilo vos.</p> <p>Estudiante 2: No, no sé, estoy pensando, lo que están todos explicando es la cuenta, pero no nos pregunta eso.</p> <p>Profesor: Pensemos en lo que pasa en el simulador. Vimos que al hombrecito le cuesta mover más la heladera que la nena. ¿Qué nos dice la primera ley de Newton? Si un cuerpo está en reposo o con velocidad constante, tiende a permanecer en ese estado, ¿no? ¿Cómo están la nena y la heladera antes de que ustedes apliquen la fuerza?</p> <p>Estudiante 1: Quietos.</p> <p>Estudiante 2: En reposo. Y cuando aplico la fuerza le cambio la aceleración, está acelerando.</p> <p>Profesor, ¿Le cambiás la aceleración?</p> <p>Estudiante 1: No, le cambiás la velocidad, o sea, le generás una aceleración, por eso se mueve más rápido.</p>	<p>CO: El docente se propone realizar un análisis del significado del concepto "Cantidad de movimiento" y los estudiantes responden con la ecuación.</p> <p>CCT-P: El docente se propone recuperar aspectos conceptuales abordados en la clase teórica y los estudiantes focalizan en la relación matemática, respondiendo a la tradicional demanda de una clase práctica. El docente vuelve a insistir sobre el significado y el estudiante identifica que no está solicitando la ecuación.</p> <p>CR: El estudiante no comprende que debe responder. Su rol habitual en la clase práctica está asociado a la reproducción de ecuaciones.</p>

Tabla 17. Ejemplo de la identificación de las contradicciones

Las contradicciones pueden asumirse como un puente entre lo que sucede en la fase interactiva y aquello propio de las fases pre y pos-activa, dado que se constituyen como un objeto de reflexión, en el marco de la colaboración, que permite la identificación de nuevas necesidades, y promueve también la búsqueda de nuevas estrategias.

3.3.3. Nivel 3: Análisis de las actividades de las tres fases

Luego de concluidas las etapas 1 y 2 en las que se analizan las prácticas de enseñanza tanto en la FINT (Nivel 1, [Tabla 6](#) página 118) como en las FPRE Y FPOS (Nivel 2, Tabla 6, página 118), se lleva a cabo un proceso de interpretación transversal a las tres fases, a la luz del Modelo TPACK. Esta puesta en diálogo entre las actividades de cada fase posibilita la identificación de ciertas evidencias que permiten el análisis del conocimiento docente que sustenta las prácticas de enseñanza y, al compararlo a lo largo del tiempo, permite reconocer posibles cambios (Nivel 3, página 118).

Para ello se construyen una serie de indicadores:

- *La autonomía del docente:* puede evidenciarse en la fase pre-activa, en dónde toma decisiones sobre qué recursos utilizar, cómo los incorporará en las actividades y qué características tendrán la mismas. A su vez, en la fase interactiva, es posible analizar la toma de decisiones ante situaciones no planificadas, o la adopción de nuevas estrategias que dan respuestas a situaciones imprevistas.
- *Las ayudas proporcionadas:* estas evidencias se desprenden principalmente de la fase interactiva, en la que los docentes interactúan con los estudiantes. Allí es posible analizar las características de sus intervenciones, cuando se trabaja con TIC, en pos de favorecer el aprendizaje de los estudiantes.
- *Las reflexiones:* si bien esta evidencia se hace más presente en las fases pre y pos-activa, en donde tienen lugar la mayor parte de las discusiones con la investigadora, también se contemplan aquellas

reflexiones que tienen lugar en la fase interactiva, en donde los docentes comparten con los estudiantes ideas críticas sobre su propia práctica de enseñanza.

Se sintetizan las categorías en la siguiente tabla:

Indicador	Definición
Autonomía(AU)	<i>Independencia del docente en la toma de decisiones para el diseño de una actividad que incorpora tecnología en pos de favorecer el aprendizaje de un contenido específico.</i>
Ayudas(AY)	<i>Intervenciones que el docente realiza en el contexto de clase, haciendo uso de la tecnología, en pos de colaborar con el aprendizaje del estudiante de determinados conceptos, relaciones o modelos.</i>
Reflexiones(RF)	<i>Manifestaciones críticas del docente en las que relaciona el recurso empleado, el contenido disciplinar y aspectos propios de su enseñanza.</i>

Tabla 18. Indicadores para el nivel 3

Se presenta a continuación un fragmento de una clase en el que se analizan, a modo de ejemplo, algunas de las categorías antes presentadas. El diálogo corresponde a la sesión 15, episodio 7 (**S15E7**) en la que el profesor les presenta a los estudiantes un video de la competencia del gran premio de Mónaco, donde se toma un choque desde diferentes cámaras, y propone analizar la relación entre la situación observada y el concepto de cantidad de movimiento:

<i>Fragmento de la clase</i>	<i>Comentarios de la investigadora</i>
<p>805.Profesor: A ver si pueden escuchar el motor del segundo auto, del chocado. ¿Qué le pasa?</p> <p>806.Estudiante 1: Aumenta las revoluciones, ¿no?</p> <p>807.Profesor: Escuchen otra vez. (Vuelve a colocar el video). ¿Qué le pasa al segundo auto?</p> <p>808.Estudiante 2: se siente como si se acelerara en un determinado momento. Cuando lo choca el otro, baja la velocidad porque se lo lleva puesto. Fijate, ponelo de nuevo.</p> <p>809.Profesor: A ver. Vamos de nuevo. Escuchen.</p> <p>810.Estudiante 2: Si, viste, se acelera pero después de frenarse.</p> <p>811.Estudiante 1: es lo que dije yo, aumentan las</p>	<p><i>AU: El video fue seleccionado por el docente. Lo propuso como complemento de una actividad que se realizaría durante la misma clase con un simulador computacional.</i></p> <p><i>AY: El docente utiliza el sonido del video para analizar la desaceleración del sistema y</i></p>

<p>revoluciones.</p> <p>812. Profesor: ¿Y en función de lo que vimos al principio con el simulador? ¿Qué significa ese sonido?</p> <p>813. Estudiante 3: Acá se supone que todos los autos tienen la misma masa, tienen que respetar el reglamento.</p> <p>814. Estudiante 1: Sí, pero puede variar según el piloto.</p> <p>815. Profesor: Supongamos que todos tienen la misma masa. ¿Y entonces?</p> <p>816. Estudiante 2: el de atrás lo toca, porque la rueda se le sale, pero sale uno para cada lado. Es elástico. El de adelante se frena.</p> <p>817. Estudiante 1: no, no se frena se acelera.</p> <p>818. Profesor: ¿Podemos recrear esto con el simulador?</p> <p>819. Estudiante 1: Sí, podemos poner que la velocidad del segundo sea mayor que el otro.</p> <p>820. Estudiante 3: Pero los dos con velocidad, acá ninguno está quieto como antes. Ponele al de adelante 170 y al otro 160.</p> <p>821. Profesor: A ver.</p> <p>822. Estudiante 4: No, no, así no va a andar.</p> <p>823. Estudiante 1: Si, vos ponelo así, haceme caso.</p> <p>824. Profesor: Bueno. (El profesor ejecuta el simulador)</p> <p>825. Estudiante 4: JAJA, viste, es lo que te estaba diciendo, el de atrás, el azul, tiene que ir más rápido, sino no lo va alcanzar nunca. Vos lo que te das cuenta en el video ese es que cuando se lo lleva puesto ahí en la curva, el de adelante estaba frenando, entonces iba más rápido, y cuando lo choca se acelera.</p> <p>826. Estudiante 1: ah!</p> <p>827. Profesor: ¿Qué pasa con el momento?</p> <p>828. Estudiante 4: se intercambian las velocidades.</p> <p>829. Profesor: ¿Físicamente hablando?</p> <p>830. Estudiante 1: y es matemática pura, si los dos tienen la misma masa y el de atrás se frena, la cuenta te tiene que dar igual, o sea que el de adelante se tiene que acelerar.</p> <p>831. Profesor: Bueno, entonces, siempre que tenga un choque elástico, ¿qué va a pasar con el auto chocado? ¿Qué es lo que vemos acá?</p> <p>832. Estudiante 1: Aumenta la velocidad, porque se conserva el momento.</p>	<p><i>colaborar con el análisis de los estudiantes de la situación presentada en términos de las leyes de conservación.</i></p> <p><i>AY: El docente recupera el simulador para modelizar la situación expuesta en el video, a partir del análisis de las variables involucradas.</i></p> <p><i>AY: El docente recupera lo simulado y lo visualizado para construir una conclusión.</i></p>
---	---

Tabla 19. Ejemplo de análisis con los indicadores del nivel 3

El propósito de esta etapa es reconstruir, a partir de las categorías y a la luz del modelo TPACK, los conocimientos en los que los docentes basan sus prácticas de enseñanza e identificar posibles cambios como producto del trabajo en colaboración.

Al analizar la autonomía del docente para la selección de recursos y el diseño de actividades que incorporen TIC, las ayudas en términos de sus intervenciones en las clases en pos de favorecer el aprendizaje de los

estudiantes y finalmente las reflexiones que puede realizar, tanto antes como después de la implementación de las actividades, es posible interpretar dichas acciones para inferir qué conocimientos dan sustento a sus prácticas de enseñanza.

CAPÍTULO 4:

Análisis y discusión de los resultados de la investigación

Resumen del capítulo

En este apartado se presentan los resultados construidos en esta investigación, a la luz de los referentes teóricos asumidos y de las estrategias metodológicas adoptadas, y se colocan en diálogo con otras investigaciones con el objetivo de discutir los conocimientos producidos.

4.1. Las transformaciones producidas en las prácticas de enseñanza y el trabajo en colaboración que las sustentan

Los resultados aquí presentados combinan el análisis del Nivel 1 y del Nivel 2. Se presenta, por un lado, una caracterización de las actividades de la fase interactiva de 5 sesiones del primer año del trabajo de campo y de 13 sesiones del segundo año del trabajo de campo. Dicha caracterización contempla el análisis tanto de los elementos que las definen, de las relaciones entre ellos, como así también su comparación a lo largo de las diferentes sesiones. A su vez, se realiza una descripción de las discusiones que tuvieron lugar en el contexto del trabajo en colaboración en las fases pre y pos-activa, las cuales permiten comprender las decisiones en las que se sustentan los cambios suscitados en las actividades de la fase interactiva.

La elección de estas sesiones para su análisis se corresponde con sus características, ya que se trata de "sesiones tipo" que resultan representativas de ciertas combinaciones de actividades de la clase. Por ejemplo, en la sesión 3 del primer año, sólo se trabajó en actividades de resolución de ejercicios algebraicos o gráficos. Esto también ocurrió en otras sesiones, pero al analizarlas se reconoció que no aportan información nueva, ni tampoco afectan de forma significativa los resultados, por lo que fueron desestimadas. También, se decidió no considerar las sesiones en las que la investigadora participó de forma activa en la clase, dado que no forma parte del interés de este trabajo analizar la dinámica de la actividad en la fase interactiva cuando la investigadora es el sujeto que la llevaba adelante.

Para dar inicio al análisis, se presentan tres tablas. La primera corresponde a las 5 sesiones del primer año antes mencionadas. En las dos siguientes están contenidas las 13 sesiones del segundo año. En cada tabla se sintetizan los valores asignados para cada elemento, en cada una de las actividades de la FINT.

Primer año														
Sesión	1				2				3		4			5
Episodio	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	1	2	3	1
Turnos de habla	8-227	271-343	354-424	425-573	1-97	98-208	268-344	345-366	1-226	227-314	1-25	41-100	110-420	1-47
Indicador	G	F	D	G	D	D	D	C	D	G	G	G	E	E
Actividad	II	V	I	II	II	II	V	V	II	II	II	V	III	VII
Obj	1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	3	3
Art	1	1	1	1	3	3	1	1	3	1	1	1	3	3
Int	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	2	3	4
RD	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	2	3	4
RE	1	1	2	1	1	2	3	1	1	2	1	2	3	3
Ev	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	3
T-P	1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	3

Segundo año																							
Sesión	6					7		8			9		10			11	12					13	
Episodio	1	2	3	4	5	1	2	1	2	3	1	2	1	2	3	1	1	2	3	4	5	1	2
Turnos de habla	18-71	72-395	405-580	581-755	75-916	1S	1S	1-73	74-322	323-520	1s	1s	7-278	279-520	537-649	1S	1-200	201-273	274-396	404-505	506-524	1S	1S
Indicador	G	F	E	F	D	F	F	A	D	E	F	F	E	E	D	F	A	D	B	E	E	F	E
Actividad	V	II-V	III-II	III-II	III	VIII	VI	I	II	IV	VIII	VI	III	III	II	VI	I	II	V	III	IV	VIII	VII
Obj	2	3	3	3	3	1	3	1-2	1	2	3	3	3	3	1	3	1-2	1	2	3	2	3	3
Art	1	1	3	3	3	2	2	1	1	2	3	3	3	3	3	3	1	1	1	3	2	3	3
Int	2	3	3	3	3	4	4	1	1	1	4	2	3	3	1	3	2	1	2	3	1	4	4
RD	2	3	3	3	3	4	4	1	1	1	1	2	3	3	1	3	2	1	2	3	1	4	4
RE	2	3	3	3	3	1	2	1	1	1	3	2	3	3	1	3	2	1	2	3	1	3	3
Ev	2	2	2	2	2	1	3	2	1	2	3	2	3	3	1	3	2	1	2	2	2	3	3
T-P	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	3	3	1	2	2	1	2	2	2	2	2

Segundo año																									
Sesión	14										15								16	17					18
Episodio	1	2	3	4	5	6	7	8	10	1	2	3	4	5	6	7	8	1	1	2	3	4	5		
Turnos de habla	29-154	154-247	248-319	332-363	363-409	410-509	525-559	587-645	657-709	1-85	87-135	137-253	254-421	422-475	481-577	797-944	952-1048	1S	14-70	71-210	211-309	310-501	502-612	1-240	
Indicador	A	E	D	F	A	E	B	F	G	D	F	D	E	G	F	E	G	F	A	G	A	D	E	E	
Actividad	I	III	II	III	I	III-II	IV	V	I	II	V	II	V-III	II-III	VI-III	IV-III	V	VIII	I	III	IV	II	IV-II	VII	
Obj	2	3	1	3	2	3	2	3	1-2	1	1	1	3	3	3	2-3	2	3	1-2	3	2	1	3	3	
Art	1	3	3	3	1	3	2	1	1	1	1	1	3	3	3	2	1	3	1	3	2	1	2	3	
Int	2	3	1	3	1	3	1	2	1	1	2	1	3	3	3	3	1	4	2	3	2	1	3	3	
RD	2	3	1	3	1	3	1	2	1	1	2	1	3	3	3	3	1	4	2	3	2	1	3	4	
RE	2	3	1	3	1	3	1	2	1	1	2	1	3	3	3	3	1	3	2	3	2	1	3	3	
Ev	2	2	1	2	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	2	3	2	2	2	1	3	3	
T-P	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	3	3	

En adelante, se procede al análisis de las tablas, con el objetivo de caracterizar cada actividad y sus cambios, a la luz de los elementos que las definen.

Para facilitar el proceso de lectura se organiza la presentación diferenciando:

- A. Actividades de iniciación: recuperación de aspectos teóricos y análisis de ejemplos cotidianos.
- B. Actividades de estructuración:
 - 1. Actividades de resolución de ejercicios algebraicos.
 - 2. Actividades de experimentación virtual.
 - 3. Actividades de análisis de situaciones o preguntas problemáticas, de forma tradicional y mediante la visualización y análisis de videos y animaciones.
 - 4. Actividades de discusión de foro.
- C. Actividades de cierre: construcción de mapas conceptuales y actividades de entrega de foro.

Esta organización recupera y adapta la clasificación de las actividades propuesta por Sanmartí (2000) y Cañal de León (2000), atendiendo a las características particulares de este trabajo.

4.1. A. Actividades de iniciación: recuperación de aspectos teóricos y análisis de ejemplos cotidianos

Estas actividades tienen lugar, generalmente, al inicio de las clases prácticas para recuperar aspectos ya abordados en el transcurso de las clases teóricas. Ejemplo de ellas se encuentran en **S1E3**⁵, **S8E1**, **S12E1**, **S14E1**, **S17E1**. El foco suele estar puesto en diferentes aspectos: por un lado, en la recuperación de aquellos conceptos que el docente considera centrales para el desarrollo de las actividades posteriores, recuperando el significado de conceptos clave

⁵ En adelante se utilizará la letra "S" para referirse a la Sesión y la letra "E" para dar cuenta del Episodio. A modo de ejemplo, la notación "S8E1" refiere a la sesión 8, y dentro de ella al episodio 1.

como: reposo (T8⁶), cantidad de movimiento, velocidad relativa (T7), centro de masa (**OBJ2**) (Valor 2 para el objeto según Tabla 14). En otros, se hace énfasis en la diferenciación de dos conceptos; por ejemplo: sentido y dirección; sistema de partículas y cuerpo rígido; vector y escalar. Se recuperan también las diferentes ecuaciones, formas de notación (T25) y representación gráfica que involucra el concepto, destacando fundamentalmente su carácter vectorial (**OBJ1**).

Se identifica que los estudiantes, en muy pocas oportunidades, hacen uso de los apuntes de las clases teóricas como material de consulta para responder a las preguntas del docente, sino que responden con sus opiniones y/o saberes cotidianos, o en el mejor de los casos, aunque en menor medida, de lo que recuerdan haber trabajado en la clase teórica (T16).

El docente hace uso del pizarrón (**ART1**) para dejar un registro escrito de aquello que considera más importante, para que los estudiantes puedan copiar: palabras, convenciones de notación, ecuaciones o gráficos. También lo utiliza para realizar representaciones auxiliares a sus explicaciones mediante dibujos, esquemas (T25).

La forma de interacción que prevalece es de tipo asimétrica (**INT1**) ya que se caracteriza por un rol protagónico del docente, quien controla el intercambio. Suele dar inicio a la actividad con preguntas (**RD2**) que solicitan información al estudiante con la finalidad de controlar qué es lo que sabe sobre el tema (**EV2**), por ejemplo: "¿Qué diferencia un vector de un escalar? Ustedes ya lo vieron esto"; "¿Qué se acuerdan de la teoría cuando hablan de velocidades relativas?"; "¿Primero que todo vamos a ver algo que se llama centro de masa. ¿Qué se acuerdan del centro de masa?"; "¿Qué diferencia un cuerpo rígido de un sistema de partículas?". Los estudiantes suelen responder de forma breve, dudosa, ya sea con lo que saben o con lo que logran interpretar (**RE1**). Luego, el docente se ocupa de recuperar estas respuestas, realiza una valoración legitimando si es adecuada (T13), o ignora en algunos casos aquellas

⁶ En adelante se utilizará la "T" para referirse a los Turnos de habla correspondientes a un fragmento de un episodio, que se toma como ejemplificador.

incorrectas, y luego brinda explicaciones (T25) en las que agrega información complementaria o inexistente en las respuestas de los estudiantes, intercaladas con preguntas principalmente retóricas (**RD1**); suele hacer uso de ejemplos para contextualizar el tema, en el que recupera situaciones de la vida cotidiana, por ejemplo: una pulga que camina sobre un gato (T21), que a su vez se encuentra sobre un tren; un paracaidista que se lanza de un avión; dos autos que colisionan; la estructura del boomerang, entre otros. Se presenta a continuación un fragmento del **S8E1**, a modo de ejemplo:

Fragmento de Clase

7-Profesor "B" (en adelante sólo Profesor): ¿Qué se acuerdan de la teoría, cuando hablan de velocidades relativas? Cuando hablan de movimiento relativo en realidad, de desplazamiento relativo. ¿Se acuerdan de algo? ¿Alguna idea? **RD2/OBJ2**

((Los estudiantes no contestan))

8-Profesor: La primera pregunta, ¿Qué es reposo para ustedes?**RD2/OBJ2**

9-Estudiante 3: Qué está estático.**RE1**

10-Profesor: Qué está estático. ¿Todos estamos en reposo?**RD2**

11-Estudiantes: m:::no, no.**RE1**

12-Estudiante 4: Depende del observador.**RE1**

13-Profesor: Eso. Prácticamente no existe el reposo. Todos nos estamos moviendo en un determinado sistema de referencia **OBJ2** que tengamos, seguro. E:::El movimiento pasa a ser algo totalmente relativo, no existe movimiento absoluto. ¿Sí? Entonces, siempre lo::: lo que se hace es::: haber. Todos los ejercicios de Física que ven hasta ahora, prácticamente consideran, eh::: a la Tierra como un sistema de referencia fijo, ¿no? y a partir de ahí es todo el movimiento, salvo que te di:::gan respecto a qué. Entonces, lo primero que hay que ver es ustedes que consideran como sistema de referencia **OBJ2**.

Entonces, cuando dicen velocidad, ¿respecto de qué?, y por eso el movimiento es relativo. Eh::: por otro lado, puede ser que todos los sistemas que consideramos estén en movimiento uniforme, que también pasa a ser un sistema de referencia muy bueno, ¿no?, donde todas las leyes que ven hasta ahora se pueden llegar a cumplir. Eso ya lo dijimos. En un momento hicimos eh::: algún ejemplo de un auto que va doblando y que era lo que sentimos adentro, pero si el auto va derecho con movimiento rectilíneo uniforme es lo mismo que si estuviera parado, ¿no?. Eso es la idea principal de todo. **RD1**

((Estudiantes asienten. Ingresar un estudiante que llega tarde.))

14-Profesor: El segundo tema cuando dice movimiento relativo, es tener en cuenta, eh::: lo primero que se hace para::: para::: que entiendan esto, no se como lo habrán visto en la teoría, la idea principal parte por tirar un ejemplo. ¿No? Entonces decimos eh::: inventen un ejemplo ustedes, a ver. **RD2/T-P2**

15-Estudiante 3: ¿Un avión...(x)respecto de un barco...?**RD1**

16-Estudiante 4: Un avión que llega de un punto::: de un punto A a un punto B, y ahí hay::: (x)una aceleración::: transversal o un viento que lo empuja.**RD1**

17-Profesor: el ejemplo típico ¿no? de esto. Eh::: ¿más básico? Porque estos ejercicios casi siempre tienen]

18-Estudiante 4: [O el del río también.**RD1**

19-Profesor: ¿De cuál?

20-Estudiante 3: (x)no se, del arroyo queriendo cruzar.**RD1**

21-Profesor: Un bote queriendo cruzar un arroyo, tipo el 1 ¿no? Eh::: y la idea para hacer esto un poco pasa con:::, bueno el sistema de referencia **OBJ2**(incompresible), siempre casi todos los libros tienen trenes con esto. No sé porqué se la agarraron con los trenes pero tienen trenes, pero es así. Por ejemplo dicen::: y algunos libros tienen eh::: una pulga que va caminando en::: no se, en la panza de un gato que va dentro de un tren y entonces la pregunta última es::: ,que el tren además se va moviendo por supuesto, sino si está parado para que me sirve el tren, para rellenar. ((risas)). Y de pronto la pregunta es ¿a qué velocidad va la pulga respecto del piso, respecto del suelo?. ¿Puede ser? ¿o no es válido?**RD1**

22-Estudiante: ¡Alta pulga! ((risas))

23-Profesor: Supongan que tenemos una vía, tenemos::: un tren, eh::: el gato que va acá y la pulga que va caminando acá arriba no. ((Escribe en el pizarrón)) Una pulga grande.**RD1/ART1**

24-Estudiante: Tipo garrapata.

25-Profesor: Ecuación de velocidad de la pulga respecto del gato, el gato respecto del tren y el tren respecto del suelo, tierra o suelo como quieran ponerle ustedes **OBJ1**. Bien. ¿Ese ejemplo lo vieron? Entonces la pregunta es ¿cuál es la velocidad? y acá dejo un poco la notación para que ustedes no se equivoquen, y una vez que ustedes aprendan la notación no se equivocan nunca más **OBJ1**. ¿Cuál es la velocidad de la pulga respecto del suelo? Es lo que nos pueden llegar a preguntar. Entonces la idea es, pasa a ser un movimiento relativo a partir de sumar todas las velocidades, pero sumar como vectores ¿no?. Entonces sería la velocidad de la pulga respecto del gato, más la velocidad del gato respecto del tren, más la velocidad del tren respecto del suelo. ¿Estamos? Una vez que ustedes se::: se aprenden esta notación está todo hecho. Fíjense que lo que tienen que tener en cuenta siempre es que e::l subíndice del que termina tiene que ser igual que el que empieza, entonces de alguna forma van cancelando estos. Éste con éste. Éste con éste. Y queda::: la pulga respecto del suelo. Con eso, una vez que ustedes se aprendan este tipo de notación pueden hacer cualquier tipo de ejercicios. La otra notación que se tiene que acordar, que tienen que tener en cuenta es, bueno, si este tren está viajando con una cierta velocidad respecto del suelo, ¿puedo decir que el suelo se está moviendo respecto del tren?**RD1/OBJ1**

26-Estudiante 3: (x)Y si dejas el tren fijo.**RE1**

27-Profesor: Y movés el suelo.

28-Estudiante 3 : Claro.

29-Profesor: Es medio ilógico, pero:::(ríe) ¿puede ser posible o no?**RD2**
((Silencio))

30-Profesor: De vuelta. Vos empujas un tren, empujas un objeto y el objeto te hace una fuerza de reacción, ¿no? eso pasa también. Es decir, a ver. Uno empuja el objeto y el objeto hace una reacción. Acá la idea que pasa con movimiento relativo, que es muy parecida la idea, la idea pasa por decir bueno, yo voy en un auto, el que está afuera de un auto, el que está en el suelo, el que está en una banquina y lo ve pasar, sabe que va en una cierta dirección y sentido. Ahora el que va adentro del auto ¿Cómo ve::: al otro que está afuera, o::: al pasto que está al costado?**RD1**

31-Estudiante 4: Al revés. **RE1**

32-Profesor: ¿Bien? Si el que va:::, supongamos que está mirando uno para::: el norte, y pasa el auto hacia el norte y dice, bueno este auto va para el norte. El que va sentado arriba del auto, si no supiera que el auto se está moviendo, y ahí viene un poco lo que vos decías, piensa "la Tierra se me está moviendo para atrás". Si no supiera significa que va en movimiento rectilíneo uniforme, y las cosas también, y bueno, yo me despierto y veo que el pasto está pasando para atrás. ¿No?**RD1**
((Risas))

33-Profesor: Supongamos que nunca hubiera viajado en auto. Supongamos que sacás a alguien de la selva, que::: que nunca vio un auto, lo sientan arriba de un auto, lo duermen, y cuando se despierta ve que todo se está moviendo para un lado. ¿Puede ser o no puede ser? Medio flashero pero...pasa por lo siguiente, ¿para que lado se mueve el suelo, para el norte o para el sur?**RD1**

34-Estudiantes: Para el sur!**RE1**

35-Profesor: Bien! Esa es otra que tienen que tener en cuenta. Si yo tengo una velocidad del cuerpo A que se mueve respecto de un sistema B, la velocidad de B respecto de A, es negativa((Anota en el pizarrón)). ¿Estamos? Con estas dos cosas tienen que resolver todos los ejercicios que tienen ahí. **RD1/ART1/OBJ1**

36- Estudiante 2: Igual generalmente cuando:::, en este caso la Tierra, e:::h no creo que la velocidad (x)de la Tierra]

37-Estudiante 3: [¿o sí? Ponele que hacemos algú:::n (x)diagrama de velocidades ¿marcamos la velocidad del tren y de la Tierra también?**RE1**

38- Profesor: Se supone que vos tenes un sistema de referencia fijo, puede ser la Tierra, en este caso.

39- Estudiante 2: okey.

40- Profesor: Pero si vos considerás que la Tierra se está moviendo respecto de otro sistema de referencia fuera del planeta, y, tenés que ponerlo también. ¿No? En este caso no. En este caso te pueden preguntar, bueno, e:::h hay algunos ejercicios de esos]

41- Estudiante 2: [Y puede pasar lo mismo ponele respecto de la pulga al gato, que la pulga se mueva para adelante pero crea que el gato se está moviendo para atrás.**RE1**

42- Profesor: Exactamente. Estas velocidades son vectores, puede ser totalmente negativa, es decir, el tren puede ir para allá ((Escribe en el pizarrón)), el gato puede ir para allá, respecto del tren, y la pulga puede ir para adelante, es decir, son todos vectores. ¿Estamos?**RD1/ART1**

43- Estudiante 3: En el caso de que]

44- Profesor: [Perdoná. E:::h, supongamos que nosotros podemos utilizar la Tierra como sistema de referencia, que no se va a cancelar en ningún momento, e:::n un momento, de hecho, a mi me pueden

preguntar algo intermedio, es decir, ¿Cuál es la velocidad del gato respecto del tren, si yo tengo los otros datos? Entonces tengo que entrar a despejar de acá. Son vectores. Cuidados con los vectores. Pasa restando, pero pasa restando como vector. **RD1/OBJ1**

45- Estudiante 3: Y una pregunta ((se levanta y acerca al pizarrón)) vos tenés el vector velocidad pulga y gato. Vos tenes el vector velocidad del gato que va para allá, y la pulga(x) que va para allá, en este caso, e:::h ¿cómo te digo? ¿será mucho mayor la (x)velocidad del gato? **RE1/ART1/OBJ1**

46- Profesor: Puede ser.

47- Estudiante 1: O sea, yo tengo la pulga que va para allá, entonces por este:::, por esta ecuacioncita da que::: está la (x)menos velocidad para este lado **RD1/OBJ1**

48- Estudiante 2: Sino que es de sentido contrario nada más.

49- Profesor: Tal cual! Entonces se mantiene siempre en el mismo lugar. Puede pasar. Tranquilamente. Son vectores que cada uno tiene su signo, tiene su dirección y sentido puede ser que esto sea transversal **OBJ1**. Vamos a suponer que el gato en vez de ir en la misma dirección del tren o en sentido contrario vaya transversal. Entonces en cuyo caso un vector va a ir hacia allá((escribe en el pizarrón)) **ART1**, el tren respecto del suelo, y el otro el gato respecto del tren va a ir así. Y luego, podemos tener sobre ese lomo del gato en esa misma dirección podemos tener la velocidad de la pulga respecto del gato ¿No? **RD1**

50- Estudiante 3: O en este sentido también. Sabes que el lomo tiene un ancho, sabes que la pulga va para allá y demás.

51- Profesor: Tal cual. Son todos vectores.

((Murmuran, incomprensible))

52- Estudiante 1: Y este no es necesariamente este ((Señala en el pizarrón)).

53- Profesor: No! No, siempre tengo que ver cual respecto de cual. Es decir, pasa lo siguiente, o vos tomás de sistema de referencia **OBJ2** el gato o tomás la pulga. Para la pulga como se mueve el gato o el gato para la pulga. **RD1**

54- Estudiante 3: Claro.

55- Profesor: ¿Sí? Bien. Listo

En el desarrollo de la actividad los estudiantes participan respondiendo, cuando se les solicita, de manera muy breve (T9, T12, T15, T16), con respuestas que implican no más de dos o tres palabras, o realizando preguntas (T37; T45) sobre alguna cuestión que no comprenden (**RE1**). Mayormente, no tienen lugar intercambios entre los estudiantes, pero sí se da la expresión de varias opiniones en simultáneo (T10, T11 y T12; T14, T15 y T16) a partir de alguna pregunta del docente (**INT2**).

Esta actividad no presenta un gran potencial para el reconocimiento de las ideas de todos los estudiantes, de sus dificultades o posibles obstáculos de aprendizaje, ya que la participación de los estudiantes es muy desigual, limitada la mayoría de las veces a los mismos dos o tres estudiantes que intervienen con frecuencia, quedando el resto sin participación más que la escucha de lo intercambiado; sin embargo, cabe aclarar que, a partir del diálogo, el docente puede inferir ciertas conceptualizaciones por lo menos de algunos estudiantes, lo que le permite obtener información de tipo parcial (**EV2**).

En relación a la articulación entre las clases teóricas y las clases prácticas, si bien se reconoce un esfuerzo del docente por recuperar lo que se ha trabajado en las clases teóricas anteriores (T7; T14), focalizando en aquello que considera necesario para desarrollar la clase práctica, se identifica escasa apropiación de los estudiantes de los contenidos de dicho espacio, lo que dificulta y demora las demás actividades a realizar, por la necesidad de repetir cuestiones ya abordadas **(T-P2)**.

El análisis de cada uno de los elementos de este tipo de actividad permite a la investigadora conocer las características que la definen, para tomarlos como insumo para los encuentros de discusión en el marco de la colaboración. Durante el primer año, se identificó que las actividades de iniciación no siempre estaban presentes en las clases, dado que en muchos casos el docente solía comenzar la clase tomando un ejercicio de la guía y planteando desde allí los aspectos considerados más relevantes, lo que conducía a que la recuperación de los contenidos abordados en la clase teórica estuviera ligada principalmente al trabajo con modelos matemáticos **(OFpre)**. Esto fue discutido con los docentes y se problematizó sobre la importancia de este tipo de actividades para el proceso de integración que los estudiantes debían llevar a cabo para articular los contenidos trabajados en las clases teóricas y las clases prácticas. La investigadora planteó a los docentes la posibilidad de que presentaran a los estudiantes un mapa conceptual al inicio de la clase práctica **(EFpos)**, que pudiera utilizarse como disparador para recuperar los conceptos y relaciones más importantes de la clase teórica, que serían luego utilizados en la clase práctica **(Objp)**. Esta idea fue desestimada por los docentes, quienes sugirieron que sería mejor que los estudiantes construyeran sus propios mapas **(EFpos)**. Sin embargo, se logró evidenciar la importancia de las actividades de iniciación, lo cual se vio reflejado en las actividades del segundo año. Este último aspecto resulta relevante dado que, como expresa Sanmartí (2000):

Se valora que una de las causas del fracaso escolar está en la dificultad, por parte de algunos estudiantes, de identificar el objeto de la enseñanza que están recibiendo. Diversos estudios muestran que a menudo no hay

coincidencia entre los objetivos propuestos por los enseñantes y los percibidos por los alumnos y que aquellos alumnos que reconocen lo que se les pretende enseñar, y cómo, son los que aprenden de forma más significativa. (Sanmartí, 2000, p. 23)

La comprensión de la dinámica de las prácticas de enseñanza que se desarrollan tradicionalmente, para recuperarlas y proponer a partir de allí alguna modificación, resulta fundamental. Esto da lugar al surgimiento de nuevas estrategias, (por ejemplo, que los estudiantes puedan realizar mapas conceptuales) que son producto de procesos de negociación entre la investigadora y los docentes en el marco del trabajo colaborativo construido.

4.1. B. Actividades de estructuración

B-i) Ejercicios de tipo algebraicos o gráficos

Estas actividades son planteadas a partir de una guía o trabajo práctico que la cátedra ofrece a los estudiantes para cada bloque de contenidos. En estas guías se proponen entre 20 y 25 actividades por bloque de contenido, y son utilizadas tradicionalmente por la cátedra año tras año sosteniendo las mismas actividades tipo, o en su defecto con pequeñas modificaciones. Un aspecto que resulta interesante destacar es que las mismas están organizadas en dos partes: la primera de ellas conformada por actividades denominadas "ejercicios" y la segunda parte, constituida por actividades llamadas "problemas" (alrededor de 5 de los primeros y 20 de los segundos); esta distinción es justificada por los docentes según el grado de complejidad que, según su criterio, la actividad implica. Pozo (1994) expresa que si bien la distinción entre ejercicio y problema no es una tarea simple dado que no se trata de una dicotomía sino de un continuo, los ejercicios implican principalmente tareas reproductivas en las que el alumno ejercita destrezas o técnicas ya aprendidas, y por su parte los problemas implican tareas abiertas en las que el estudiante se encuentra con preguntas o cuestiones para las que no dispone de un medio para alcanzarla o dispone de varias alternativas

posibles que debe explorar. Se presenta un ejemplo de ejercicio (1.1) y uno de problema (2.1), para el bloque "Dinámica de una partícula":

1.1 Una caja se desliza hacia abajo por un plano inclinado. Dibujar un diagrama que muestre las fuerzas que actúan sobre ella. Para cada una de las fuerzas del diagrama indicar la fuerza de reacción.

2.1 Unos mineros están introduciendo equipos en un elevador de carga, que se encuentra en un pique vertical, sin embargo, ante una falla de seguridad lo sobrecargan y el cable desgastado se corta. En el momento del accidente la masa del elevador cargado es de 1600 kg. Al caer, los carriles guías ejercen sobre él una fuerza retardadora de 3700 N. ¿Con qué velocidad chocará el elevador contra el fondo del pique 72 m abajo?

Figura 12. Ejemplos de actividades presentes en las guías propuestas por la cátedra

Se puede apreciar que el primer ejemplo, clasificado por los docentes como ejercicio, representa una actividad de carácter introductoria en la que se espera que el estudiante interprete una situación puntual (en este caso el movimiento de una caja por un plano inclinado) y lo represente gráficamente, en tanto que el segundo de ellos (clasificado según los docentes como problema), corresponde a un ejercicio de resolución algebraica. Este aspecto es relevante para su consideración, dado que da cuenta que los docentes identifican diferentes niveles en la aproximación al conocimiento científico por parte de los estudiantes. Sin embargo, aún hay llamados de atención como los planteados por Becerra Labra, Gras-Martí y Martínez-Torregrosa (2004) sobre los que se debe seguir reflexionando: "¿De verdad estamos enseñando a nuestros alumnos a enfrentarse a problemas? ¿Estamos generando oportunidades adecuadas para que aprendan qué hacer, cómo pensar, ante un problema?" (p.276). Los autores sostienen que si bien las tendencias educativas actuales colocan en un lugar privilegiado enseñar a las personas a resolver problemas, "la enseñanza habitual de la física, queda reducida a la resolución de ejercicios de «lápiz y papel» al final de los temas y en las instancias de evaluación, por lo que cuestionan en qué medida se está utilizando esta actividad característica de las clases de física en un sentido coherente con las aspiraciones de la educación científica actual" (p.276).

Las actividades de resolución de ejercicios pueden encontrarse en las sesiones **S1E1, S1E4, S2E1, S2E2, S3E1, S3E2, S4E1, S8E2, S10E3, S12E2, S14E3, S15E1, S15 E3, S17E4**. Se identifican para ellas diferentes características de acuerdo al momento de la clase y al artefacto utilizado para su ejecución. Resulta de interés en el caso de los ejercicios algebraicos que en el 50% de las oportunidades estos son propuestos por el docente (indicadores D y E) y el otro 50% por los estudiantes (Indicadores G), dado que al intentar resolverlos se encuentran con dudas, les presentan dificultades o desafíos en cuanto a su resolución. Esto se encuentra relevante, dado que si bien la clase se planifica con anticipación, las dificultades de los estudiantes cobran un papel importante en la dinámica cotidiana. Los docentes muestran una actitud abierta para atender las propuestas de los estudiantes en cuanto a obstáculos y desafíos, dedicando el tiempo necesario para su tratamiento.

En la dinámica de trabajo tradicional, la resolución de ejercicios algebraicos tiene por propósito el dominio de las ecuaciones, las diferentes formas de notación y en las unidades de medida (**OBJ1**). En ellas se tratan de recuperar ciertos procedimientos algebraicos vinculados al trabajo con ecuaciones entre los que se destaca diferenciar la variable dependiente de la independiente, reconocer parámetros fijos, establecer signos según el sistema de coordenadas adoptado, reconocer la incógnita, despejar incógnitas de las ecuaciones, resolver sistemas de ecuaciones, simplificar unidades a la vez que se trabaja en la apropiación de las formas de notación características del tema (**OBJ1**). Estas actividades en ocasiones se solapan con actividades de iniciación, dado que el docente recupera aspectos abordados en la teoría, directamente en el marco del ejercicio a resolver.

La actividad se inicia, generalmente, con la lectura del ejercicio de la guía proporcionada por la cátedra, y la posterior identificación de los datos relevantes. Los ejercicios suelen tener características muy similares, dado que el propósito es que los estudiantes ejerciten las técnicas de resolución que el docente les presenta. Silva, Maeyoshimoto, Lacaria e Idoyaga (2018) advierten sobre el rol que ocupan las guías de ejercicios, y mencionan que su resolución

es considerada el modelo de habilidad a alcanzar y que, tanto en el imaginario de los docentes como de los estudiantes, poder resolver los ejercicios allí planteados es el paso necesario para poder aprender la asignatura. A modo de ejemplo, se presentan algunas actividades que se proponen para el tratamiento de movimiento relativo:

Actividades ejemplificadoras

- 1) Un río fluye hacia el este con velocidad de $c=3$ m/s. Un bote se dirige hacia el este (aguas abajo) con velocidad relativa al agua de $v=4$ m/s. Calcular la velocidad del bote respecto de tierra: a) cuando el bote se dirige hacia el este (río abajo) y cuando se dirige hacia el oeste (río arriba). b) Calcular el tiempo que tarda el bote en desplazarse $d=100$ m hasta el punto P y regresar de nuevo al punto de partida O.
- 2) Un río fluye hacia el este con velocidad de $c=3$ m/s. El bote se mueve en agua quieta con una velocidad de $v=4$ m/s. a) ¿Cómo debe ser dirigido el bote para que llegue a un punto P situado en la orilla opuesta enfrente de O? b) Calcular la velocidad V del bote respecto de tierra. c) Calcular el tiempo que tarda el bote en desplazarse $d=100$ m hasta el punto P y regresar de nuevo al punto de partida O.
- 3) Un remero observa en la otra orilla del río, justo frente a su muelle, una torre; cruza el río perpendicularmente a la orilla con una velocidad de 4 km/h y alcanza la otra orilla a 450 m de la torre. Calcular la velocidad de la corriente si el ancho del río es de 180 m.
- 4) En un día de verano en que no hay viento se descarga un chaparrón, de modo tal que las gotas de agua siguen trayectorias verticales. El conductor de un automóvil que marcha a 10 km/h ve que las gotas llegan en dirección perpendicular al parabrisas. Sabiendo que el parabrisas forma un ángulo de 60° con la horizontal, hallar la velocidad con que descienden las gotas de lluvia vistas desde la tierra, y con qué velocidad golpean el parabrisas.

Al analizar el desarrollo de esta actividad en su forma tradicional, se identifica que la interacción es de tipo asimétrica (**INT1**), en la que el profesor adopta un rol central a partir de diferentes intervenciones: la mayor parte del tiempo realiza explicaciones y demostraciones en las que describe los pasos a seguir para la resolución de la actividad (**RD1**), por ejemplo:

“Yo sé que el T es el que está vinculando los dos movimientos. Entre comillas los dos movimientos porque no deja de ser uno sólo, lo estamos

dividiendo nosotros en dos partes, en X y en Y, en un sistema de ejes de coordenadas. Entonces lo que yo digo es, bueno, ese tiempo si yo lo puedo dejar como una función de X, me queda una función de Y en función del X precisamente. Fijense que en la función 1, el tiempo es X sobre 4, si yo lo reemplazo acá, me queda lo que estaba buscando”.

Por otra parte, hace uso de diferentes tipos de preguntas: preguntas retóricas en las que ofrece la respuesta de forma inmediata **(RD1)**, por ejemplo: “¿Qué tienen que calcular ustedes primero? Y, lo que más les importa es ver el desplazamiento del bote respecto a la costa, ver la velocidad, la componente X de esa velocidad”; preguntas de respuesta corta **(RD1)**, para recuperar datos del problema o cuestiones teóricas (a veces hace mención explícita a la clase teórica y otras no), por ejemplo, “Bueno, el 2.2 chicos. ¿Se dan cuenta como lo tienen que hacer chicos? Seguimos un poquito con este tema de colisiones. Pasaba lo siguiente, yo podía tener una colisión completamente elástica; si era así, yo tenía que se conserva la cantidad de movimiento en el sistema y también la energía cinética del sistema, ¿no? ¿Y si era inelástico?”; también suele dar indicaciones o instrucciones sobre maneras de proceder **(RD1)**: dice qué y cómo debe hacerse y reorienta a los estudiantes cuando se pierden sobre qué quieren averiguar, por ejemplo: “¿Cuál es la pregunta? Eso fíjense siempre. ¿A dónde apunta el problema? ¿Qué es lo primero que te está pidiendo?”

El docente suele utilizar el pizarrón para hacer dibujos o esquemas que permitan representar el enunciado del ejercicio, o para plasmar el desarrollo algebraico paso a paso para que los estudiantes puedan copiarlo **(ART1)**. Por su parte, los estudiantes toman nota en su carpeta, copiando de manera textual, a la par que el docente va efectuando la resolución **(ART1/RE1)**.

En relación a la participación del estudiante, su función principal en el intercambio es responder las preguntas del docente, las cuales generalmente implica respuestas cortas **(RE1)**; la mayoría de las veces su participación más activa tiene lugar al inicio del problema en donde debe identificar los datos o

ecuaciones a utilizar y sobre la finalización del mismo donde se le solicitan los resultados numéricos. Aparecen con frecuencia intervenciones en las que los estudiantes piden indicaciones sobre cómo proceder, que averiguar, qué datos utilizar **(RE1)**. Por ejemplo, a lo largo de la resolución de un mismo ejercicio, aparecen intervenciones como las que se presentan a continuación:

“El ejercicio dice obtener la ecuación de la trayectoria. Pero ahí es como que me perdí, no sé qué tengo que hacer. ¿No es lo mismo que la ecuación de movimiento que ya sacamos? ¿No es lo mismo que tenía al principio? No me doy cuenta. O sea, capaz que es algo más que obvio pero no me doy cuenta, tengo problemas de comprensión lectora.”;
“Esperá, estoy pensando. ¿Vos lo que querés que yo haga es una función de una función? ¿Cómo una función compuesta?”; “ ¿Qué hago, reemplazo la T por la X ?”; “Espere, espere. Aclaremos los tantos. Yo digo una Y compuesta de X , ¿Pero qué tengo que hacer? ¿Cómo hago?”
“Digamos. Yo esa T , ¿la reemplazo por cuatro T en la X ?”.

No todos los estudiantes participan del intercambio, por lo que la actividad sólo le permite al docente conocer lo que algunos estudiantes saben, están interpretando o pueden realizar. Permite conocer información parcial fundamentalmente del manejo que tienen los estudiantes de ciertos procedimientos algebraicos, pero no así del significado de los conceptos y sus relaciones **(EV1)**.

Hay dificultades para vincular los contenidos de la clase teórica y la práctica, manifestados muchas veces de forma explícita por los estudiantes y también por el docente en el desarrollo de las clases **(T-P1)**. Esto se manifiesta como una preocupación de los docentes quiénes, comparten su inquietud en un encuentro que tiene lugar en marco del trabajo en colaboración, y es identificado también por la investigadora en su rol de observador participante durante las clases **(OFpre)**.

Es así que los docentes se plantean como propósito generar algún cambio en sus dinámicas de clase tradicionales en pos de favorecer la articulación entre

las clases teóricas y las clases prácticas (**ObjP**). Dado que la investigadora viene trabajando en las potencialidades de los simuladores computacionales en la enseñanza de la Física, les propone a los docentes la incorporación de simuladores computacionales en la resolución de problemas, como estrategia para propiciar el análisis conceptual del fenómeno físico y correr el foco del modelo matemático. Comparte con los docentes enlaces de diferentes sitios de internet que contienen simuladores como PHET⁷ y Educaplus⁸ y proporciona algunos ejemplos de simulaciones con Modellus. Los docentes seleccionan aquellos simuladores que les resultan más apropiados en base a diferentes criterios: la simplicidad de uso, el tiempo que necesitan para explorar su funcionamiento, la correlación con los problemas de la guía, la accesibilidad (si se ejecutan on line o hay que descargarlos) y se da lugar a la incorporación de los mismos en las prácticas de enseñanza (**EFpos**).

Cuando se incorpora inicialmente el simulador computacional (**ART3**), en la resolución de ejercicios, se evidencian pocas alteraciones en la dinámica de la actividad. El docente hace uso del recurso, generalmente, al finalizar la misma para corroborar los resultados obtenidos mediante la resolución en lápiz y papel (T61-S3E1), y chequear que el resultado sea correcto; pregunta a los estudiantes los datos a colocar en la simulación y la ejecuta (T20), para observar el resultado (**RD1**). El simulador se constituye como apoyo en ese momento para desarrollar sus explicaciones (**RD1/ART3**).

Surgen algunas dificultades en relación a incompatibilidades entre los rangos de valores permitidos por el simulador (T38, T31) y los datos de los ejercicios, por lo que en algunos casos se debe recurrir al uso de valores proporcionales escalados (**OBJ1**); también cuestiones vinculadas a las unidades de medida que habilita el simulador (T14) y las propias del ejercicio, por lo que deben realizarse pasajes de unas a otras (**OBJ1**); se analizan también las diferencias entre los resultados de resolución algebraica y aquellos propios del simulador, partir del análisis de redondeos.

⁷ <https://phet.colorado.edu/es/>

⁸ <https://www.educaplus.org/>

Se presenta un fragmento de una clase a modo de ejemplo correspondiente a S3E1:

Simulador: <https://www.educaplus.org/game/cruzar-el-rio> ART3



FRAGMENTO DE LA CLASE

14. **Profesor:** ¿Cómo están los kilómetros? Lamentablemente lo que no podemos cambiar acá son los metros sobre segundos a kilómetros por hora y:::RD1/OBJ1
15. **Estudiante 3:** Bueno pero pasamos a ver ((Realiza el cálculo))
16. **Profesor:** Bueno ((Espera que resuelvan)). Chicos, la idea es, si yo tengo el ángulo
17. **Estudiante 2:** Tenés 2 coma 4:::, ah pero no puedes poner (x)con:::RE1
18. **Profesor:** Lo que calcularon ustedes es la velocidad del bote respecto a la costa. Yo tengo como otro dato la velocidad de]RD1
19. **Estudiante 2:** [La velocidad del bote respecto al agua.RE1
20. **Profesor:** Me tienen que encontrar ahora cual va a ser la velocidad del agua respecto a la costa para poder cargarla acá.RD1/OBJ1
21. **Estudiante 2:** Diez coma cuarenta y dos kilómetros por hora.RE1
22. **Profesor:** Velocidad del agua respecto a la costa entonces, es diez coma cuarenta y dos kilómetros por hora en la dirección Y. ¿Estamos? RD1
23. **Estudiante 2:** Si!RE1
24. **Profesor:** Bien.
25. **Estudiante 1:** ¿Pero eso no es el ángulo de sesenta y pico de grados?RE1
26. **Estudiante 2:** No, no. Lo volví a calcular.
27. **Estudiante 1:** ¡ah! ¡ok!
27. **Profesor:** ¿Bien? Vamos a ver qué pasa. Entonces, yo voy a::: noventa. Esto va a ser entonces]RD1
28. **Estudiantes:** [Diez:::RE1
29. **Profesor:** Diez coma cuarenta y dos. ¿Y esta?RD1
30. **Estudiantes:** Cuatro.RE1
31. **Profesor:** CuatroEV1. Más allá de que yo tengo metros sobre segundos y kilómetros por hora, es la equivalencia.RD1/OBJ1
32. **Estudiante 1:** Es cuatro.RE1
((Interrumpe alguien externo solicitando un material))
33. **Estudiante 2:** Y la resultante::: ¡sí!, da aproximado. Diez coma setenta y siete.RE1
34. **Profesor:** Si, diez coma cuarenta y siete, diez coma cuarenta y dos.RD1/EV1
35. **Estudiante 1:** Si, igual no va a llegar a:::
36. **Profesor:** Si, bueno. Eh::: lo que yo tengo que encontrar ahora es una proporcionalidad, es decir, si acá me llega a cuarenta y cinco, esto tendría que estar en dieciocho. ¿No?RD1/OBJ1
37. **Estudiante 1:** Claro.RE1
38. **Profesor:** ¿Está claro? Encontrar lo más cerca posible. Porque acá no tengo diez coma cinco para cambiar tampoco. ¿Está claro?. ¿Largamos a ver qué pasa?RD1
39. **Estudiante 1:** ¡Ya!
((Silencio, observan el simulador))ART3
40. **Estudiante 3:** ¡Puff! Se re disparó.

41. **Profesor:** ¡Se fue al diablo!
 ((Risas))
 42. **Profesor:** ¡Me perdí! ((Ríe))
 43. **Estudiante 1:** Está bien, si se tiene que ir hasta cuatro cincuenta.
 44. **Estudiante 3:** Dejalo, dejalo.
 45. **Profesor:** Pero no llega. Llega a ciento diez. **RD1**
 46. **Estudiante 4:** ¿Termina ahí la animación? **RE1**
 47. **Estudiante 1:** Ah, claro. Llega hasta ciento diez
 48. **Profesor:** Llega hasta ciento diez. **RD1**
 49. **Estudiante 2:** Pero tiene que ir hasta ciento ochenta en Y.
 50. **Profesor:** ¿Ciento ochenta acá? **RD1**
 51. **Estudiante 3:** (x) Si es proporcional::: **RE1**
 52. **Estudiante 2:** Tendríamos que haber visto cuando llegaba a dieciocho en Y.
 53. **Estudiante 1:** Es proporcional ((se queda pensando)) **OBJ1**
 54. **Estudiante 3:** Va a ser al toque.
 55. **Profesor:** Si, ya sé. A ver ahí::: ((Vuelven a ejecutar)) **RD1/ART1**
 56. **Estudiante 3:** Y:::
 57. **Estudiantes** ((se solapan)): ¡No! ¡No! Un poquito más. Ahí.
 58. **Estudiante 2:** Casi casi, tiqui tiqui.
 59. **Estudiante 3:** ¡Ahí nomás, ahí nomás!
 60. **Estudiante 2:** ¡No! Te pasaste.
 ((Risas))
 61. **Profesor:** ¿Quieren esperar un poquito? ((se ríe y vuelve a ejecutar el simulador **ART3**)) ¿Da o no da? **RD1**
 62. **Estudiante 2:** Bueno pero::: si, da. **RE1**
 63. **Estudiante 3:** Si, si. **RE1**

En el intercambio durante la clase se puede observar que si bien se incorpora un nuevo artefacto, en este caso el simulador (**ART3**), el docente sigue adoptando un rol protagónico, sostiene la formulación de preguntas de respuesta corta o retóricas (**RD1**), asociada mayormente a la solicitud de datos (T27, T36, T38, T 50, T 61). Los estudiantes por su parte se limitan a responder a las solicitudes del docente (T23, T28, T30, T37), realizan preguntas cuando no comprende (T25) (**RE1**). Los objetos de aprendizaje siguen siendo ciertos datos y procedimientos (T14, T31, T36), asociados principalmente al pasaje de unidades, trabajo con equivalencias, entre otros (**OBJ1**). En cuanto a la evaluación, el docente se limita a reafirmar las respuestas correctas que dan sólo algunos estudiantes (T31, T34), pero no realiza preguntas que permitan la expresión de ideas o la explicitación de los procesos de construcción de conocimiento (**EV1**). No se trabaja en la vinculación entre los conceptos trabajados en la teoría, sino que se limita a recuperar cuestiones abordadas en la clase práctica (**T-P1**).

Lo antes descrito permite reconocer que la sola incorporación del recurso tecnológico no implica la transformación de la dinámica habitual de trabajo, sino que éste se incorpora acoplándose a las prácticas de enseñanza tradicionales. Dussel (2010) señala al respecto:

Sin computadoras disponibles, no hay posibilidad de extender usos o prácticas más significativas en relación con el conocimiento o con las reflexiones políticas y éticas que son necesarias en este contexto acelerado de transformaciones. Al mismo tiempo, cabe alertar sobre la reducción de esta transformación a cierto fetichismo tecnológico que cree que la presencia de los aparatos producirá per se otra relación con el conocimiento, y que sobrestima la capacidad de transformación de los aparatos por sobre sus condiciones de recepción, apropiación y modos de uso. (Dussel, 2010, pp. 35).

Esto coincide también con lo expresado por Maggio (2021) en relación al contexto de pandemia, donde llama la atención sobre la incorporación acelerada de cátedras virtuales y encuentros sincrónicos como parte de las prácticas de continuidad pedagógica. La autora hace énfasis en que la mera adopción de dichas estrategias no garantiza la transformación de las prácticas de enseñanza y alerta sobre el peligro del traslado de las prácticas tradicionales a los "nuevos" escenarios mediados por tecnologías.

Visibilizar esta cuestión con los docentes, permite poner en valor las nuevas estrategias adoptadas, en este caso la incorporación de un nuevo recurso tecnológico como lo es el simulador computacional, pero a la vez evidenciar la necesidad de modificar además otros aspectos de la enseñanza, como pueden ser el rol del docente, de los estudiantes, las formas de interacción, etc., para propiciar genuinas modificaciones en las metodologías de enseñanza.

B-ii) Experimentación virtual

Dado que la investigadora identificó que la incorporación de simuladores computacionales, en las actividades tradicionales de resolución de ejercicios, no generó cambios en la dinámica de la actividad (**OFpre**), planteó a los

docentes la posibilidad de explorar otra dinámica de trabajo basada en la experimentación virtual (**EFpos**). El objetivo de la investigadora era que los docentes exploraran una dinámica de actividad alternativa a la que había tenido lugar hasta el momento (**ObjP**). Los docentes manifestaron no disponer de herramientas para llevar adelante tal actividad (**OFpre**) por lo que plantearon a la investigadora la posibilidad de que ella participara de forma activa no sólo en el diseño sino también en la implementación de la misma, a lo que se accedió.

La investigadora propuso una guía de trabajo a modo de ejemplo, la cual fue socializada y discutida en un encuentro con los docentes (**EFpos**), y se realizaron pequeños ajustes como consecuencia de lo intercambiado. Luego, se procedió a la implementación de la misma, con la participación de la investigadora, y finalmente se analizaron las diferencias entre lo acontecido en dicha actividad respecto a otras en las que el simulador se había utilizado sólo para corroborar resultados de ejercicios ya resueltos.

A continuación se presenta el análisis de las sesiones en las que los docentes ponen en práctica los simuladores computacionales en este nuevo formato de experimentación virtual, sin intervención de la investigadora.

La primera actividad implementada completamente por los docentes tuvo lugar en el primer año de trabajo en colaboración, **S4E3**. Luego de ello, se volvieron a poner en práctica recién en el segundo año en las sesiones **S6E5**, **S10E1**, **S10E2**, **S12E4**, **S14E2**, **S14E4**. Se tomará para analizar, a modo de ejemplo el episodio **S4E3**.

El propósito de estas actividades era que el estudiante trabaje en la construcción de modelos físicos, a partir de la construcción de relaciones entre conceptos (**OBJ3**). Se focaliza en la identificación del sistema de estudio, en el reconocimiento de las variables relevantes para su análisis, y la manipulación de las mismas para recrear diferentes escenarios que permitan el estudio de un determinado fenómeno, a la vez que se promueve la elaboración de hipótesis, su puesta a prueba y posterior análisis de resultados (**OBJ3**).

Se utilizan principalmente simuladores computacionales de acceso libre, mayormente de los sitios Phet y ⁹Educaplus (**ART 3**). En virtud de que interesa un mayor involucramiento de los estudiantes, estas simulaciones son, en buena medida, interactivas permitiendo que el estudiante manipule diferentes variables, en un cierto rango de valores, ejecute el simulador y observe los resultados, analice gráficos que se construyen en tiempo real mientras la simulación se ejecuta, entre otros. Esto implica un trabajo previo de los docentes en la selección de las mismas para definir cuáles ofrecer a los alumnos y con qué objetivos. Desde el punto de vista más técnico, estas simulaciones no son de código abierto lo que significa que las variables a modificar son definidas previamente por el programador y el modelo computacional no es accesible para ser modificado por el usuario.

A diferencia de las actividades anteriormente descritas, el docente no resuelve un ejercicio de la guía y luego lo corrobora, sino que el trabajo con la simulación tiene lugar principalmente antes o después de trabajar con el modelo matemático. Generalmente, realiza la presentación del artefacto y su contextualización, por ejemplo: *“Antes de realizar el primero de todos ((se refiere al primer ejercicio)), vamos a usar una simulación muy linda que nos permite analizar dónde estará el centro de masa en un sistema formado por cuatro partículas diferentes”*. El docente generalmente solicita a los estudiantes al inicio de la actividad que vayan registrando a partir de una toma de nota los aspectos más relevantes de lo que se discute.

Los estudiantes adoptan un rol activo tanto en la manipulación del simulador (generalmente por turnos) como en el intercambio que surge de la interacción con el mismo (**RE3**). En un principio comienzan a manipular la simulación de manera desordenada y dan indicaciones al compañero que está ejecutando para que realice varias acciones al mismo tiempo (T323 a T326; T358 a T370). Se muestran curiosos y ansiosos por querer probar todos los botones que habilita el programa.

⁹ <https://www.educaplus.org/>

Luego de permitirles un momento de exploración el docente comienza a guiar la actividad. Realiza preguntas que habilitan la variedad de respuestas, indaga sobre lo que el estudiante expresa con preguntas algunas cortas, otras abiertas, algunas que promueven la elaboración de hipótesis y justificaciones, otras que demandan explicaciones y argumentos (T263, T272, T280, T289, T291, T331) **(RD3)**. El docente promueve el desarrollo de un diálogo donde no se coloca como “poseedor de la información”, sino que procura que el estudiante vaya aproximándose al conocimiento a partir de sucesivos intercambios **(RD3)**; su rol no es el de exponer el tema, sino el de orientar el análisis. Suele utilizar las representaciones visuales del simulador para hacer énfasis en aquellos aspectos que considera relevantes, recuperando los gráficos en tiempo real (T318), mientras la simulación va corriendo. Sus preguntas promueven la experimentación por parte del estudiante (T302) y el posterior análisis de los resultados **(RD3)**.

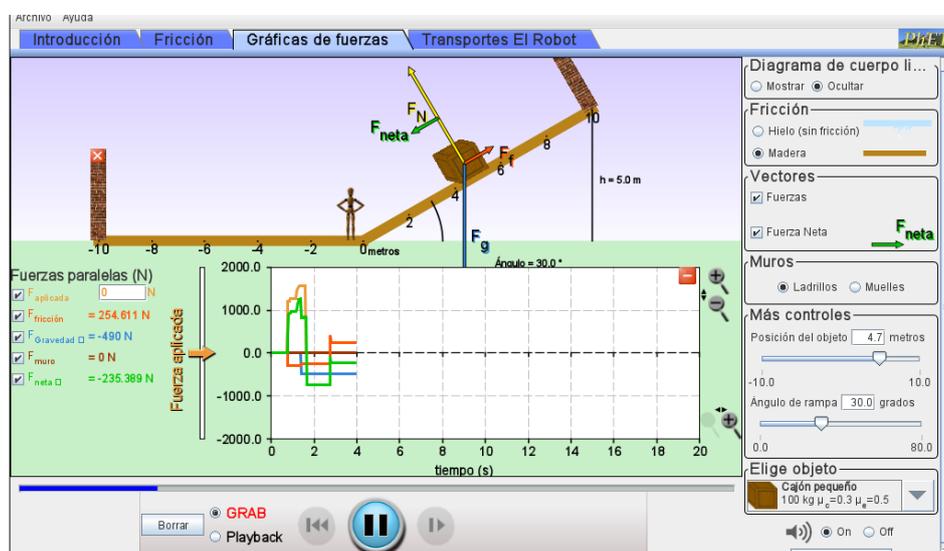
En la primera oportunidad que se trabaja con el simulador sin un ejercicio de la guía, el docente deja inicialmente que los estudiantes exploren la herramienta bajo un dejo de incomodidad, por no contar con datos concretos que colocar. Comienza a realizar preguntas orientando un análisis de los fenómenos de forma conceptual, pero los estudiantes responden principalmente enunciando ecuaciones **(CR)**. Paulatinamente comienza a ganar seguridad en la dinámica de trabajo y a intervenir rápidamente con preguntas que guían y orientan el intercambio, corriendo el foco del modelo matemático y, recuperando relaciones y conceptos trabajados en la teoría y resignificándolos en el modelo presentado en el simulador **(RD3)**. Las preguntas del docente y las respuestas de los estudiantes se van entretejiendo en un diálogo en el que se ponen en discusión los conceptos, sus significados, sus relaciones (T263 a T280) **(OBJ3/INT3)**.

Los estudiantes esbozan hipótesis, las ponen a prueba y plantean posibles explicaciones a lo observado (T359 a 373) **(RE3)**. Este nuevo rol se aproxima al identificado por Pozo y Puy Pérez Echeverría (2009) como necesario para el desarrollo de una nueva cultura de aprendizaje y coincide también el

lugar ocupado por el estudiante cuando se llevan a cabo metodologías activas de enseñanza (Prieto, 2017).

A modo de ejemplo se recupera un fragmento de la sesión **S4E3**:

Simulación: <https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/motion-series/latest/motion-series.html?simulation=ramp-forces-and-motion&locale=es> (ART3)



Fragmento de la clase

263. **Profesor:** ¿Y qué pasaría si no estuviera esa pared? **RD3**
264. **Estudiante 2:** ¿En cuál de los casos? ¿Con fricción o sin fricción?
265. **Profesor:** Sin fricción.
266. **Estudiante 2:** Sin fricción seguiría.
267. **Estudiante 3:** En la misma velocidad que termina en el plano inclinado.
268. **Estudiante 4:** Con velocidad constante.
269. **Estudiante 3:** $V_a(x)$ en realidad si termina ahí baja.
270. **Estudiante 2:** No, o sea, ¿cómo se dice?, si llega al final del plano inclinado, no hay rozamiento y no está la pared sigue a la misma velocidad con la que llegó a ese punto. **RE3/OBJ3**
271. **Estudiante 3:** Si, si.
272. **Profesor:** ¿Cómo se modifican los vectores ahí, cuando modifican el ángulo? **RD3/EV2**
273. **Estudiante 2:** ¿Cómo?
274. **Profesor:** Los vectores. Cuando modifican el ángulo. ¿Qué pasa con los vectores? ¿Con la fuerza? ¿Cuál cambia? **RD3/OBJ3/EV2**
275. **Estudiante 2:** Ah, y::: , bueno(x), la normal siempre va a ser perpendicular al plano.
276. **Estudiante 3:** Claro.
277. **Estudiante 2:** Y la fuerza de fricción paralela.
278. **Estudiante 1:** Y el peso siempre es perpendicular al piso.
279. **Estudiante 2:** Claro.
280. **Profesor:** Bien. ¿Y qué fuerza se modifica entonces con el ángulo? **RD3/EV2**
281. **Estudiante 2:** Em:::, la...normal y la de rozamiento, porque la del peso siempre va a estar, perpendicular. **RD3/OBJ3**
282. **Estudiante 3:** Las de contacto.
283. **Estudiante 2:** Perpendicular al suelo.
284. **Estudiante 4:** Si tomás como cero al suelo. Si tomás como X el plano inclinado lo que va a variar es el peso. **RE3**
285. **Estudiante 2:** O sea, el peso siempre va a ir hacia el centro de la Tierra.

286. **Estudiante 3:** Claro, en realidad (x)es:::, depende de como lo observes.

287. **Estudiante 4:** Esa es la respuesta a todo.
((Risas))

288. **Estudiante 4:** ¿Qué? Es relativo todo.

289. **Profesor:** Bien. Y:::, ¿cómo influye el peso en las otras dos? ¿se modifica? **RD3/OBJ3**

290. **Estudiante 2:** ¿En qué otras?

291. **Profesor:** En las otras dos fuerzas. ¿Influye? **RD3**

292. **Estudiante 2:** Si, si.

293. **Estudiante 1:** En la normal y (x)en:::, en la normal.

294. **Estudiante 2:** Si, pero la normal también influye en la fricción así que se podría decir que (x)indirectamente::: **RE3**

295. **Profesor:** ¿Indirectamente? **RD3**
Estudiante 2: Indirectamente, si. O sea, vos en la ecuación de la fuerza de rozamiento podés encontrar la fuerza peso. **RE3**

296. **Profesor:** Entonces, ¿vos me decís que el cuerpo se empieza a mover si vos modificas la masa? Hace unos minutos estábamos hablando de eso. **RD3/OBJ3**

297. **Estudiante 2:** ¿Que el cuerpo se empieza a mover?

298. **Profesor:** Suponete que vos conseguís una situación donde vos tenés fricción, le modificas el ángulo hasta que el cuerpo se empieza a mover.

299. **Estudiante 2:** Si.

299. **Profesor:** Si vos le cambias la masa. ¿Eso cambia? **RD3/OBJ3**

300. **Estudiante 2:** Y sí.

301. **Estudiante 3:** Probalo.

302. **Profesor:** Probalo, a ver. **RD3**

303. **Estudiante 2:** El ángulo ponele:::, ahí está. **RE3**

304. **Estudiante 3:** No, ese es el que usamos hoy.

305. **Estudiante 1:** Y cambiá la masa rápido. **RE3**

306. **Estudiante 2:** Ahí lo:::, ¿que tengo que dejar que se empiece a mover y después cambiar la masa, a ver que pasaría? **RE3**

307. **Estudiante 4:** No, dejalo con] **RE3**

308. **Estudiante 1:** [Con ese mismo ángulo. **RE3**

309. **Profesor:** Dejale un ángulo chiquito, donde vos decís, bueno a partir de ahora]

310. **Estudiante 1:** [Hacé eso. Cambiá la masa. **RE3**

311. **Estudiante 2:** ¿Ahí? Ahí se está moviendo. Y ahora (x)varió la masa **RE3**

312. **Profesor:** ¿Cambia? **RD3/EV2**

313. **Estudiantes:** No, no.

314. **Estudiante 4:** ¿Qué pasa, se va a prender fuego la masa? ¿se puede si se recalienta? **RE3/OBJ3**

315. **Estudiante 1:** Poné una masa muy chica, poné una masa muy chica. **RE3**

316. **Estudiante 4:** Qué vengan los bomberos.

317. **Estudiante 3:** ¡Ah, no lo ví!

318. **Profesor:** ¿Se dieron cuenta de lo que hizo? ¿Hubo algún cambio? **RD37EV2**

319. **Estudiantes:** No, no.

320. **Estudiante 3:** Pero, dedugido, deducido((ríe)), ya con aquel:::

321. **Profesor:** ¿Con aquel? **RD3**

322. **Estudiante 3:** (x)Claro en ese teníamos masa.

323. **Estudiante 4:** Ponele dos mil Newton. **RE3**

324. **Estudiante 1:** Ponele una masa bien chiquita. Ahí va a caer, pero si le pones una masa:::] **RE3**

325. **Estudiante 4:** [Bajalo rápido. **RE3**

326. **Estudiante 1:** Pero no dejes que esté en movimiento. No dejes que esté en movimiento, inicialo del reposo. **RE3**

327. **Estudiante 3:** Claro, en realidad se está acelerando. **RE3/OBJ3**

328. **Profesor:** ¿Cambia mucho eso? **RD3/EV2**

329. **Estudiante 4:** Ponelo del reposo. **RE3**

330. **Estudiante 1:** No mucho, pero hay un cambio. **RE3**

331. **Profesor:** ¿Un cambio en qué? Fijensé que se podía medir el tiempo. Acá. **RD3**

332. **Estudiante 2:** Si, acá arriba.
((Buscan algo en el simulador))

333. **Estudiante 1:** Vos para subir una masa muy grande por ese plano inclinado necesitas una fuerza mucho más grande que mover ese. **RE3/OBJ3**

334. **Estudiante 2:** Voy a poner un coeficiente de cero diez y tenemos una masa de cien, y a catorce grados. Vemos que pasa acá, en cuanto tiempo lo hace y llega al final. Vamos a poner una masa

de::]RE3

335.Estudiante 4: [En realidad ya lo calcula.

336.Estudiante 2: Dos cincuenta.

337.Estudiante 3: Tienes que sacar la pausa.RE3

338.Estudiante 2: Ah, bien.

339.Estudiante 1: ¡Ponela chiquita! Ahí bajó su velocidad, ahora ponela]RE3

340.Estudiante 2: [Pausa. Tenés treinta segundos.

341.Estudiante 1: Ahora ponela una masa de cien. ¡No! Haceme una que yo quiero che:::RE3
((Risas))

342.Estudiante 1: Juega él nomás.

343.Estudiante 2: Catorce.

344.Estudiante 3: Vos estabas hoy ahí, así que:::(ríe)

345.Estudiante 2: Dos cincuenta, y ¿cuánto el coeficiente? ¿era cero diez?RE3

346.Estudiante 3: Si.

347.Estudiante 2: A ver qué pasa.

348.Estudiante 3: A ver.

349.Estudiante 2: Tardó menos tiempo.RE3

350.Estudiantes: Claro.

351.Estudiante 2: ¿Cuánto varía el ángulo? ¿estaba en treinta no?RE3

352.Estudiante 3: Dejala ahí, no lo cambies.

353.Estudiante 2: Si, si, pero no me acuerdo donde estaba.

354.Estudiante 3: Ahora bajá la masa.RE3

355.Estudiante 4: Claro, ya está, ¿Cuánto tardamos ahora?RE3

356.Estudiante 3: No, lo pausó.

357.Estudiante 2: No, si, uno coma dos tardó.RE3

358.Estudiante 1: ¿No le cambiás la masa a ver qué pasa?RE3

359.Estudiante 3: Cambiale la masa nada más. Nada más que la masa.RE3

360.Estudiante 2: Pero esperá que tengo que llegar de vuelta a la misma posición. ¿Y que le pongo, más o menos masa? RE3

361.Estudiante 1: Cien, cien, cien.RE3

362.Estudiante 4: Más.

363.Estudiante 3: Bueno, no, ponela cien.RE3

364.Estudiante 1: Para ver qué onda.

365.Estudiante 2: Bueno, vamos a hacerle caso sino se va a calentar y no nos va a cebar más mate.
((Risas))

366.Estudiante 2: Llegó en el doble de tiempo.RE3

367.Profesor:¿Subiste la masa?RD3

368.Estudiante 2: Bajé la masa.

369.Estudiante 1: La bajó ciento cincuenta kilogramos, o sea::

370.Estudiante 2: Ciento cincuenta, fue la única variación que hice. O sea, menor masa llegó dos veces más rápido. Llegó en tres punto tres y el anterior había llegado en uno punto cinco.RE3

371.Estudiante 3: No, a mayor masa menor tiempo.RE3/OBJ3

372.Estudiante 2: Claro, con mayor masa menos tiempo.RE3/OBJ3

373.Estudiante 4: O más velocidad básicamente.RE3/OBJ3

Se reconocen mayores posibilidades de interacción fluida entre los estudiantes entre sí, como se evidencia en el intervalo T349 A T366, en las que toman decisiones sobre cómo proceder, qué experimentar y luego, analizan y discuten, entre ellos, los resultados obtenidos (**INT3**). Esta discusión entre los estudiantes, permite un intercambio entre pares que enriquece el proceso de aprendizaje y fomenta también el trabajo en conjunto, donde el aporte de cada actor es importante. El docente interviene menos y más oportunamente; sus

intervenciones tienen otro objetivo que el de preguntar y responder al mismo tiempo, por ejemplo, abre el juego con alguna indicación y pedido, dando lugar a los estudiantes a que busquen alternativas, las prueben, etc. (T302) **(RD3)**.

Durante el segundo año de trabajo, comienzan a tener lugar actividades de tipo combinadas, en las que se abordan al mismo tiempo, por ejemplo, la resolución de ejercicios de tipo algebraicos, a la vez que se experimenta con el simulador, o se trabaja con algún video o animación, y se recrean las situaciones con un simulador. Esto no fue inicialmente planificado, sino que surge en la fase interactiva como una estrategia a la que el docente recurre durante la clase, conforme esta se va desarrollando. Esto se evidencia, por ejemplo, en las sesiones **S6E3, S6E4, S14E6, S15E4, S15E5, S15E6, S15E7, S17E5**.

Esto da cuenta de que con un mismo artefacto, en este caso el simulador **(ART3)**, se puede trabajar con diferentes tipos de actividades, como lo hasta aquí descrito en relación a la corroboración de resultados de ejercicios algebraicos o en la experimentación virtual, siempre abonando desde diferentes representaciones a la construcción más completa de un determinado modelo físico.

A modo de ejemplo, se presenta un fragmento de la sesión **S15E7**:

El profesor les presenta a los estudiantes un video de la competencia del Gran Premio de Mónaco, donde se toma un choque desde diferentes cámaras, y les propone analizar la relación entre la situación observada y el concepto de cantidad de movimiento, luego de haber trabajado con un simulador computacional

Fragmento de la clase

805. Profesor: A ver si pueden escuchar el motor del segundo auto, del chocado. ¿Qué le pasa? **RD3**

806. Estudiante 1: Aumenta las revoluciones, ¿no? **RE3**

807. Profesor: Escuchen otra vez. (Vuelve a colocar el video). ¿Qué le pasa al segundo auto? **RD3**

808. Estudiante 2: se siente como si se acelerara en un determinado momento. Cuando lo choca el otro, baja la velocidad porque se lo lleva puesto. Fijate, ponelo de nuevo. **RE3/OBJ3**

809. Profesor: A ver. Vamos de nuevo. Escuchen. **RD3**

810. Estudiante 2: Si, viste, se acelera pero después de frenarse. **RE3**

811. Estudiante 1: es lo que dije yo, aumentan las revoluciones. **RE3**

812. Profesor: ¿Y en función de lo que vimos al principio con el simulador? ¿Qué significa ese sonido? **RD3/EV2**

813.Estudiante 3: Acá se supone que todos los autos tienen la misma masa, tienen que respetar el reglamento.**RE3**

814.Estudiante 1: Sí, pero puede variar según el piloto.**RE3**

815.Profesor: Supongamos que todos tienen la misma masa. ¿Y entonces?**RD3**

816.Estudiante 2: el de atrás lo toca, porque la rueda se le sale, pero sale uno para cada lado. Es elástico. El de adelante se frena.**RE3**

817.Estudiante 1: no, no se frena se acelera.

818.Profesor: ¿Podemos recrear esto con el simulador?**RD3/EV2**

819.Estudiante 1: Sí, podemos poner que la velocidad del segundo sea mayor que el otro.**RE3**

820.Estudiante 3: Pero los dos con velocidad, acá ninguno está quieto como antes. Ponele al de adelante 170 y al otro 160.**RE3**

821.Profesor: A ver.

822.Estudiante 4: No, no, así no va a andar.**RE3**

823.Estudiante 1: Sí, vos ponelo así, haceme caso.**RE3**

824.Profesor: Bueno. (El profesor ejecuta el simulador)

825.Estudiante 4: JAJA, viste, es lo que te estaba diciendo, el de atrás, el azul, tiene que ir más rápido, sino no lo va alcanzar nunca. Vos lo que te das cuenta en el video ese es que cuando se lo lleva puesto ahí en la curva, el de adelante estaba frenando, entonces iba más rápido, y cuando lo choca se acelera.**RE3/OBJ3**

826.Estudiante 1: ah!

827.Profesor: ¿Qué pasa con el momento?**RD3/OBJ3/EV2**

828.Estudiante 4: se intercambian las velocidades.**RE3**

829.Profesor: ¿Físicamente hablando?**RD3/EV2**

830.Estudiante 1: y es matemática pura, si los dos tienen la misma masa y el de atrás se frena, la cuenta te tiene que dar igual, o sea que el de adelante se tiene que acelerar.**RE3/OBJ3**

831.Profesor: Bueno, entonces, siempre que tenga un choque elástico, ¿qué va a pasar con el auto chocado? ¿Qué es lo que vemos acá?**RD3/OBJ3/EV2**

832.Estudiante 1: Aumenta la velocidad, porque se conserva el momento.**RE3/OBJ3**

En este caso, se combinan dos artefactos tecnológicos uno de baja interactividad (ART2), el video, y particularmente su audio (T805), y otro de alta interactividad, el simulador (T818) (ART3). Se puede reconocer como el docente vincula ambos recursos, en primer lugar analizando la situación del video (T805 y T807), luego busca que los estudiantes recreen la situación en el simulador (818). Esto permite que los estudiantes identifiquen las variables relevantes para la representación de lo ocurrido (T819 y T820), ejecuten la simulación, para analizar la relación entre las variables (T825), y extraigan conclusiones (T832), colaborando así de una forma más completa a la construcción del modelo (**RE3/OBJ3**).

Esto coincide con lo expresado por Sanmartí (2000) quién sostiene que "es conveniente partir de situaciones concretas, para ir analizándolas por partes

utilizando progresivamente lenguajes más abstractos” (p.23). La autora plantea que primero “se manipulan los objetos experimentando con ellos para luego pasar a representar las acciones y las ideas con distintos lenguajes y a formalizarlas” (p.24).

La actividad de modelización acapara particularmente un creciente interés en los últimos años particularmente en el campo de la didáctica de las ciencias, empezando a considerarse como una competencia emergente de la educación científica, o al menos como una dimensión de la competencia científica (Aragón-Núñez, Jiménez-Tenorio, Oliva-Martínez y Aragón-Méndez, 2018) . En este sentido, se considera que las actividades de experimentación virtual presentan potencialidades para el desarrollo de dicha competencia, posibilitadas por la incorporación de la herramienta tecnológica, en este caso por el simulador, pero propiciadas fundamentalmente por el nuevo rol asumido por el docente y en consecuencia, por el lugar dado al el estudiante y la nueva forma de interacción generada.

B-iii) Resolución de preguntas o situaciones problemáticas

El inicio de este tipo de actividades puede estar dado tanto por el docente, como en algunos casos, por inquietudes de los estudiantes. En algunos casos son planteadas por el docente como una cuestión a discutir (Indicadores F), y en otros casos surge de inquietudes o curiosidades de los estudiantes (Indicadores C). Esto resulta de relevancia, por un lado porque pone de manifiesto que si bien el docente planifica y diseña su clase en base a ciertas actividades, la puesta en práctica de la misma se presenta como flexible y se ve moldeada por las demandas del estudiantado. En estas actividades no fue posible identificar características regulares que las definan de forma única. El objeto es principalmente focalizar en algún concepto y su significado (**OBJ2**), pero en ocasiones también se recuperan ciertos datos o se discuten modelos (**OBJ3**). Por ejemplo, en las actividades analizadas surgen discusiones sobre el concepto de tiempo en relación a si puede o no ser negativo; sobre el concepto de encuentro, donde se analiza si la idea de encuentro implica que se

encuentran en el mismo lugar o en el mismo momento; en relación al concepto de trabajo donde se problematiza si depende o no del tiempo; se compara el modelo planetario y el modelo atómico, a partir del análisis de sus características, etc. Se presentan a continuación algunos ejemplos que representan el tipo de preguntas o situaciones trabajadas en las clases:

Ejemplo 1: Algunos libros se levantan hasta la parte superior de un librero, empleando para ello un tiempo t . ¿Depende el trabajo realizado de: (a) la masa de los libros, (b) el peso de los libros, (c) la altura del lugar donde se los coloca, (d) del tiempo t , (e) de si los libros se elevan lateralmente o se llevan en forma directa hacia arriba?

Ejemplo 2: Un estudiante de Física quiere averiguar el tiempo de caída de una moneda que tiene sujeta con sus dedos a una altura y_0 del piso de un ascensor, cuando el mismo está en reposo. Repite la experiencia cuando el ascensor sube con velocidad constante de 3 m/s, y nuevamente la realiza cuando desciende a 3 m/s, siempre desde la misma altura y_0 . ¿En cuál de las experiencias registró un intervalo de tiempo mayor?

Ejemplo 3: El átomo, ¿es un cuerpo rígido o un sistema de partículas?

Ejemplo 4: ¿Por qué la pelota de tenis es peluda?

Ejemplo 5: ¿Por qué los barcos flotan?

Ejemplo 6: ¿Por qué es peligroso que los niños menores de edad viajen adelante en brazos de un adulto?

Ejemplo 7: Si un paracaídas tiene que hacer un aterrizaje de precisión, es decir, aterrizar en un punto. Un paracaidista, ¿Conviene abrir el paracaídas temprano o tarde?

La mayor parte de la actividad tiene lugar mediante el diálogo como se puede evidenciar en la transcripción de la clase en la que se discute el *Ejemplo 2*, entre los turnos T268 a T279. El docente hace poco uso del pizarrón, sólo como soporte para hacer dibujos, esquemas o dejar expresadas ideas importantes, y los estudiantes toman nota en sus carpetas de lo allí plasmado (**ART1**). En algunos casos las situaciones se encuentran planteadas en la guía de actividades, y en otros el docente suele presentar la cuestión de manera oral.

La forma de interacción va adquiriendo rasgos diferentes según el actor que inicia el intercambio y el recurso utilizado. Si la situación es planteada por el estudiante, el docente va guiando el intercambio a partir de preguntas de respuesta corta y la dinámica se vuelve similar a la de las actividades de recuperación de aspectos teóricos. Si el planteo lo realiza el docente, generalmente da lugar a la expresión de ideas por parte de los estudiantes, donde cada uno expresa su parecer y se esbozan hipótesis (T267). En algunos

casos suelen darse intercambios entre los estudiantes en los que cada uno intenta convencer al otro de que su propuesta es la correcta, se plantean justificaciones o argumentos, que generalmente suelen ir acompañados de ejemplos (T303). El docente en muy pocos casos solicita argumentos a los estudiantes **(CR)**, sino que simplemente da lugar a la expresión de las ideas de cada uno (T302) y luego, recupera aquellas respuestas correctas para finalmente concluir el intercambio dando un cierre a la cuestión con una explicación. Es él quien resuelve el "enigma" o el problema (T315) **(CR)**. A modo de ejemplo, se presenta un fragmento de la sesión **S2E3**:

Ejemplo 2: *Un estudiante de Física quiere averiguar el tiempo de caída de una moneda que tiene sujeta con sus dedos a una altura y_0 del piso de un ascensor, cuando el mismo está en reposo. Repite la experiencia cuando el ascensor sube con velocidad constante de 3 m/s, y nuevamente la realiza cuando desciende a 3 m/s, siempre desde la misma altura y_0 . ¿En cuál de las experiencias registró un intervalo de tiempo mayor?*

268. Profesor: El ejercicio siete. ¿Qué les parece que pasa ahí?

269. Estudiante 3: Yo diría que]

270. Estudiante 2: [Y, a la velocidad con la que cae se le resta la velocidad con la que sube. O sea, la velocidad de la moneda con respecto al sistema de referencia más grande va a ser, em:::

271. Estudiante 1: No te está dando la velocidad, te está dando el tiempo.

272. Estudiante 2: Bueno, pero una vez que sabes eso, vos sabes que la velocidad es la variación de espacio.

273. Estudiante 1: Habría que intentarlo, ¿pero vos decís que tarda menos?

274. Estudiante 4: Pero depende, porque si vos estás adentro del ascensor y tirás la moneda pero el ascensor va para abajo, también tenés que sacar ese delta.

275. Estudiante 2: Bueno pero si sabes:::

276. Estudiante 1: ¡Na::!! Tarda lo mismo.

277. Estudiante 4: No debería tardar lo mismo.

278. Estudiante 1: Tarda lo mismo, ¡sí!

279. Estudiante 4: Para mí no.

280. Profesor: Dos a uno, ¿Quién da más?((Ríe))

281. Estudiante 2: Y, va a tener una cierta inercia, la moneda.

282. Estudiante 4: Mirá, yo lo pienso de forma bruta]

283. Estudiante 3: [Es lo mismo si yo voy subiendo y hago esto.

284. Profesor: Dos a dos entonces.

285. Estudiante 1: Pero es como que cuando vas en el colectivo yendo a 60 km/h y vos tirás algo para adelante.

286. Estudiante 2: No, no, pero mirá esto. Yo voy subiendo por el ascensor y freno]

287. Profesor: [dos a dos, y siguen peleando.

(Incomprensible, 15)

288. Estudiante 1: No es lo mismo si lleva una aceleración. Es distinto cuando tiene aceleración. Acá no dice que frena de repente o que algo.

289. Estudiante 2: No, no, pero o sea, vos en un momento le estás acompañando y de repente la soltaste.

290. Estudiante 3: Para mí es igual.

291. Estudiante 1: O sea, va subiendo y que pasa si yo dejo de aplicarle esa fuerza que era a velocidad constante.

292. Estudiante 2: Continúa un instante hasta que::: ¿Hay alguna simulación para probarlo?

((Risas))

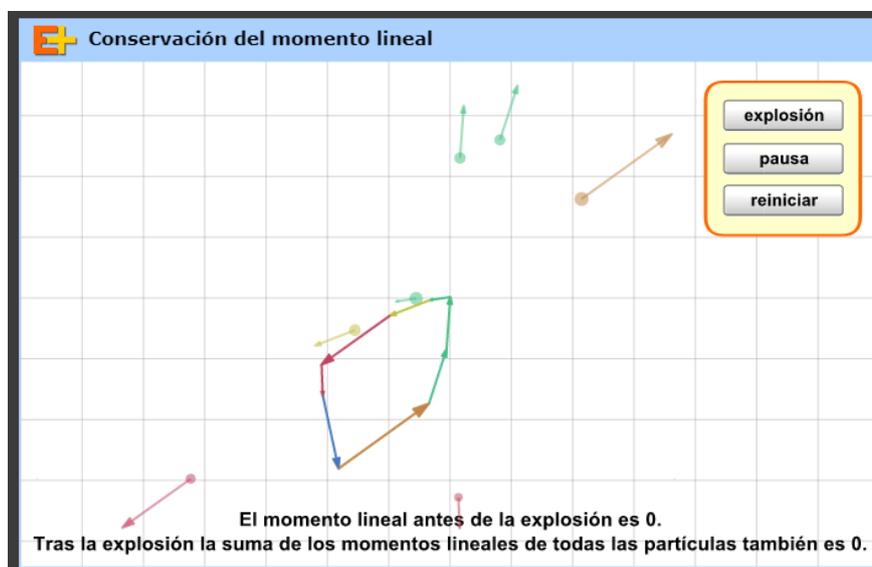
293.**Profesor:** No, tenemos que conseguir algo de esto.
 294.**Estudiante 1:** Se especula y listo muchachos.
 295.**Profesor:** ¿Se especula? ¿Están seguros de lo que están diciendo?
 296.**Estudiante 2:** Yo creo que va a subir un poco más y después va a bajar.
 297.**Estudiante 3:** Yo creo que es relativo.
 ((Risas))
 298.**Profesor:** ¿Cómo que va a subir un poco más y después va a bajar?
 299.**Estudiante 2:** (x)Claro, o sea]
 300.**Estudiante 3:** [vos la estás dejando caer ¿no?, no la estás tirando.
 301.**Estudiante 1:** Claro. Pero qué es lo que pasa, la moneda está subiendo con vos en el ascensor.
 302.**Profesor:** Dale, vos podés.
 303.**Estudiante 1:** Sube con vos con una velocidad constante. Cuando le dejás de aplicar esa fuerza va a tener una inercia que va a subir un poco más y después va a empezar a caer. Entonces esa diferencia de tiempo, que es un poquito más, será un poquito más de tiempo que se le suma a la caída.
 304.**Estudiante 4:** Igual ¿podemos considerar que a partir de que se suelta no sube y solo baja?
 305.**Profesor:** ¿Qué pasa si baja con velocidad constante entonces?
 306.**Estudiante 1:** ¿Si baja? Y, va a tardar menos tiempo.
 307.**Estudiante 4:** No, ¿Por qué? si la aceleración es la misma.
 308.**Profesor:** El piso también va bajando.
 309.**Estudiante 1:** Ah, pero ¿era con respecto al piso del ascensor o por afuera del ascensor?
 310.**Estudiante 3:** Adentro del ascensor.
 311.**Estudiante 2:** ¡Ah::!! Pero es lo mismo que te decía del colectivo. Yo pensé que la estaba tirando afuera del ascensor. Entonces sí.
 312.**Profesor:** Quedaste solo me parece.
 ((Risas))
 313.**Profesor:** Chicos, ¿Qué dijimos los primeros cinco minutos de la clase?
 314.**Estudiante 1:** Que la aceleración era lo que generaba un cambio. Ahí sí. Si frena de repente si va a cambiar.
 315.**Profesor:** Cualquier sistema de referencia que se encuentra con velocidad constante dijimos podemos considerar que estamos en reposo también.
 316.**Estudiante 2:** Claro, como la Tierra sería, por ejemplo que se está moviendo.
 317.**Estudiante 1:** Claro yo pensé que la estaba tirando para afuera del ascensor.
 318.**Estudiante 3:** O sea, que el que tuvo razón fui yo, es relativo.

La investigadora identifica las potencialidades de estas actividades y las socializa con los docentes. Ellos manifiestan no haber sido conscientes del impacto de estas actividades en el aprendizaje de los estudiantes, sino que su abordaje en las clases está asociado a la presentación de *curiosidades de la vida cotidiana*, con un carácter más motivacional, por lo que en muchos casos ni siquiera aparecen en la guía de trabajo (**OFpre**).

La investigadora propone a los docentes la incorporación de algún recurso tecnológico como soporte para diversificar las formas de representación asociadas a las situaciones problemáticas y favorecer también más presencia de este tipo de actividades (**ObjP**). Sugiere algunas animaciones y los docentes por su parte socializan algunos videos (**EFpos**).

Al incorporar otros recursos como videos o animaciones para plantear situaciones problemáticas, el profesor puede utilizar otras formas de representación para profundizar en el análisis del fenómeno de estudio. El profesor va ofreciendo indicaciones sobre qué mirar, va brindando explicaciones en las que recupera aspectos teóricos (T551) y los vincula con la representación gráfica (T555), realiza preguntas de respuestas cortas (T565) para chequear que los estudiantes van siguiendo el análisis que se propone realizar, y finalmente concluye con un cierre (T565) **(RD1)**. Los estudiantes adoptan por momentos un rol de espectadores y si bien participan del intercambio, el rol central lo ocupa el docente **(RE1)**. A modo de ejemplo se presenta la sesión **S14E7**:

Animación: https://www.educaplus.org/momentolineal/conservacion_momento_lineal.html



Fragmento de la clase

525.Profesor: ¿Qué es una explosión?

526.Estudiante 2: Energía interna.

227.Estudiante 4: Energía interna que sale, con muchas fuerzas internas.

228.Profesor: En la definición de conservación de la cantidad de movimiento de un sistema de partículas esas fuerzas internas no tienen nada que ver. No tienen nada que hacer.

529.Estudiante 4: Claro ahí su cantidad de movimiento es cero.

530.Estudiante 2: Pero como las fuerzas internas se anulan entre sí el centro de masa queda siempre en el mismo lugar.

531.Profesor: Bien, ¿qué tenemos acá? ¿lo vemos? ((Presenta la animación))

532.Estudiante 5: Hay distintos vectores]

533.Profesor: [Cada uno tiene su vector de cantidad de movimiento.

544.Estudiante 6: Pero::: ¿y ese vectorcito?

545.**Profesor:** Bien. Vamos de vuelta. ¡Explosión!
 546.**Estudiante 4:** ¡Está buenísimo!
 547.**Profesor:** La detenemos un cachito ahí. Fijense que cada una:: ahí puede tener distinta masa o distintas velocidades. Por eso tienen distinta cantidad de movimiento.
 548.**Estudiante 4:** Distintas velocidades.
 549.**Profesor:** Las dos cosas tienen que ver, ¿no?
 550.**Estudiante 2:** Cuanto menor masa va a tener que tener más velocidad para salir más rápido.
 551.**Profesor:** Y todo depende eso. Puede ser que tenga masa chica con velocidad chica también. Y por eso tiene una cantidad de movimiento baja. Además de la dirección y el sentido, claro.
 552.**Estudiante 6:** Hubo una que se te escapó de la pantalla.
 553.**Profesor:** Ya, ya se fue. Ya está allá.
 554.**Estudiante 4:** ¡Wow! No lo había visto.
 555.**Profesor:** Fijense como seguimos con esto. Lo que hace acá esta animación es sumar todas las cantidades de movimiento de cada una de las partículas.
 556.**Estudiante 4:** ¡Ah! está muy buena.
 557.**Estudiante 5:** ¡La rompe!
 558.**Estudiante 2:** Y la otra está por abajo. Vuelve.
 559.**Estudiante 6:** Vuelve.
 560.**Estudiante 4:** Se hace cero.
 561.**Profesor:** Lo que estoy haciendo es sumatoria de vectores acá. Sumatoria de cantidad de movimiento. ¿Bien?
 562.**Estudiante 4:** Y no le da ahí (risas) había hecho toda la simulación y no le da.
 563.**Profesor:** Bien. Entonces lo que significa es que la cantidad de movimiento siempre se conserva.
 564.**Estudiante 2:** Está re buena esta simulación.
 565.**Profesor:** ¿Se entendió entonces? Si hay una explosión, una masa que yo tengo está integrada por distintas masas que entran a cada una tener su cantidad de movimiento.
 566.**Estudiantes:** Si, si, si.

Las animaciones trabajadas se recuperan principalmente de los sitios Educaplus y del curso de Física básica de la UPM¹⁰. En relación a los videos utilizados, la mayoría son tomados de YouTube.

Si bien estas actividades permiten al docente obtener información sobre el dominio que tienen algunos estudiantes sobre ciertos conceptos y sus relaciones, al igual que sucede en las actividades de resolución de problemas, esta información queda supeditada a unos pocos estudiantes, generalmente los más activos, quienes muestran mayor participación **(EV2)**.

Este tipo de actividades son desarrolladas en las clases prácticas y es mayormente el docente quien realiza la vinculación de la situación con los modelos teóricos **(ART2)**, ya sea mediante explicaciones, o guiando el diálogo con preguntas, ya que los estudiantes no siempre recuperan nociones abordadas en las clases teóricas para fundamentar sus ideas, sino que recurren también a respuestas de sentido común.

¹⁰ <https://www2.montes.upm.es/dptos/digfa/cfisica/animaciones.html>

La identificación de las características y las potencialidades de estas actividades por parte de la investigadora, y la socialización de esta inquietud con los docentes, permitió reconocer el lugar por ellos asignado en sus prácticas para resignificarlo. Esto pone de manifiesto la importancia de la colaboración, no sólo para incorporar nuevas actividades, sino también para resignificar aquellas tradicionales que resultan prometedoras, pero no son reconocidas por los docentes como tales.

4.1. B.1. La incorporación de actividades en un espacio de cátedra virtual

La incorporación de un espacio de cátedra virtual fue propuesto por la investigadora durante el segundo año de trabajo (**EFpos**), como respuesta a una necesidad identificada por los docentes de disponer de un espacio donde los estudiantes dispusieran de los prácticos de forma ordenada, tuvieran acceso a libros digitalizados, se pudieran socializar videos o enlaces a sitios web y pudieran realizar consultas (**OFpre**).

Dado que la investigadora venía desempeñándose como docente de un trayecto formativo de carácter virtual en la facultad, pudo acompañar a los docentes en las gestiones con el área de TIC de la facultad para la creación del aula, la generación de usuarios, matriculación de los estudiantes, carga de materiales y la planificación de actividades.

Antes de dar inicio al cuatrimestre los docentes y la investigadora llevaron a cabo un trabajo de planificación de manera conjunta, donde se esbozaron posibles actividades a realizar en dicho espacio durante la cursada (**EFpos**). Las actividades se diseñaron para dar respuesta principalmente a dos dificultades identificadas por los docentes (**OFpre**):

- Obstáculos para vincular lo trabajado en la clase teórica con la clase práctica: Los estudiantes concurren a las clases prácticas sin haber revisado la teoría por lo que cada vez que se inicia un práctico el docente debe realizar un repaso de los conceptos más importantes. A su vez, cuando se propone el uso de simulador para la experimentación virtual, los estudiantes no logran realizar un análisis conceptual del

mismo, sino que se limitan a responder a las preguntas del docente con ecuaciones.

- Escaso intercambio oral en las comunicaciones de la clase: El docente no puede obtener información o evidencias del aprendizaje de algunos estudiantes hasta el momento de parcial o de final dada su escasa participación y muchas veces, cuando tienen dificultades, terminan abandonando antes de dichas instancias.

Es así, que el propósito de las actividades fue favorecer la participación de todo el estudiantado y que a la vez que se propicia la articulación entre lo trabajado en las clases teóricas y prácticas (**ObjP**). Se planifica entonces la incorporación de tres nuevas actividades: foros de discusión, elaboración y entrega de mapas conceptuales, y elaboración y entrega de producciones individuales.

Durante el proceso de planificación de las actividades surge la preocupación de los docentes sobre la forma de evaluación/acreditación de estas actividades (**OFpre**), dado que temen que los estudiantes no participen si no son pautadas como obligatorias. Los docentes y la investigadora elaboran de manera conjunta una propuesta de evaluación (**EFpos**) que contempla un cierto porcentaje de participación en cada una de las actividades para acceder a la acreditación de la materia.

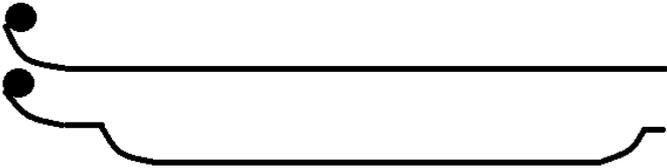
Se describen a continuación cada una de estas actividades.

B-iv) *Actividades en Foros de discusión*

Las actividades de foro se implementaron en la plataforma Moodle (**ART3**). Estas actividades tienen por propósito que el estudiante aplique los diferentes modelos trabajados a lo largo de las clases en una situación que le resulte nueva, y en la que pueda hacer uso no sólo de datos y conceptos aprendidos, sino también de las relaciones entre ellos (**OBJ3**). Se busca principalmente que el estudiante pueda dar cuenta de sus razonamientos mediante la palabra escrita, y haciendo uso de la argumentación (**RE3**).

Los foros son habilitados al inicio del tema, y tienen una duración de una semana. El estudiante puede realizar la actividad en cualquier momento del día y cualquiera de los días dentro de ese período de tiempo. Esta flexibilidad colabora con el proceso de cognición que el estudiante debe llevar a cabo, ya que le permite que pueda resolver la actividad con sucesivas aproximaciones, conforme vaya avanzando su comprensión del tema en las diferentes clases.

Dentro de las actividades de estructuración se trabaja en foros de discusión (**S7E2; S9E2; S11E1**). Se trata de foros en los que se publica una cuestión (ejercicio, pregunta o problema) para ser analizada de manera conjunta. Las actividades allí presentadas adoptan diferentes características conforme se avanza en la discusión de estrategias en el contexto del trabajo en colaboración entre los docentes y la investigadora, adoptando desde formatos más próximos a un ejercicio típico de libro, hacia actividades con características más diversas. A modo de ejemplo:

Sesión	<i>Enunciados de las actividades de foro de discusión</i>
S7E2	<p>Dos esferas se sueltan al mismo tiempo, desde el reposo, en el extremo izquierdo de las pistas A y B, de igual longitud, que se ven abajo. ¿Cuál de ellas llega primero al final de su pista? Justifica tu respuesta utilizando los conceptos de cinemática abordados en clase.</p> 
S9E2	<p>¿Por qué es más fácil sostener verticalmente en equilibrio un escobillón con la punta de un dedo que hacer lo mismo con un lápiz? Expliquen utilizando los conceptos trabajados en clase.</p>
S11E1	<p>Son famosas en el mundo del arte las ilusiones ópticas del pintor holandés M. C. Escher. En la imagen vemos un grabado donde se muestra el agua cayendo y subiendo ininterrumpidamente por un</p>

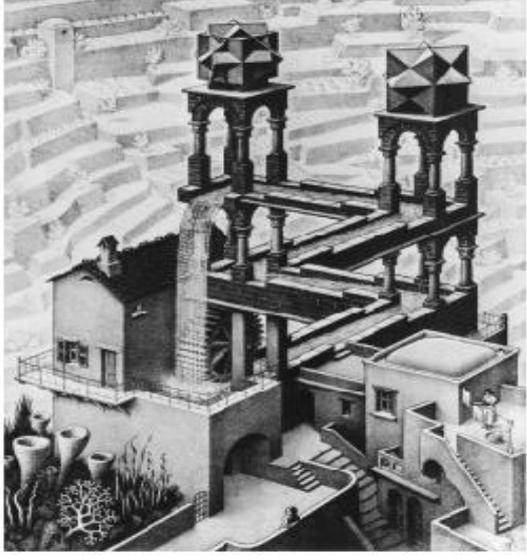
	<p>recorrido sin necesidad de máquina de bombeo ni aporte alguno de energía. ¿Es posible esta situación desde el punto de vista de la física? Justifica tu respuesta.</p> 
--	--

Tabla 20. Enunciados de algunas actividades del foro de discusión

En un primer momento la actividad se llevó a cabo mediante tres etapas: el docente planteaba la actividad en el foro y habilitaba el intercambio; luego los estudiantes participaban del mismo; finalmente, el docente realizaba un cierre que consistía en un breve comentario en la clase presencial (**INT2**). Se identificó en esta dinámica de trabajo que los estudiantes no analizan las respuestas de sus compañeros (**CO-CR**), sino que cada uno presentaba su análisis personal, pero sin ponerlo en diálogo con las intervenciones de sus pares como se muestra en el episodio 2 de la sesión 7 (**E2S7**). Allí puede verse que cada estudiante da una respuesta a la situación planteada esbozando justificaciones para su respuesta, pero no recupera el análisis del resto de sus compañeros, ni toma postura al respecto (**CR**) (**INT2**).

Esta dinámica no deja conforme a uno de los docentes, quien manifiesta cierta insatisfacción con el trabajo en foro, por la mera acumulación de respuestas inconexas y la falta de discusiones genuinas (**OFpre**). La investigadora plantea

que al igual que en la clase, la participación y guía del docente es esencial (aunque se trate de un espacio virtual) y que también es necesario intervenir para promover otro tipo de intercambios analogando a lo sucedido con la actividad de experimentación virtual **(CR)**. Se plantea como un nuevo objetivo promover la participación activa de los estudiantes en un intercambio que favorezca el diálogo entre pares **(ObjP)**, para lo cual se le propone a los docentes la adopción de un rol activo en estas actividades **(EFpos)**, lo cual fue aceptado. Se discuten algunas estrategias para promover la participación de los estudiantes y luego se procede a la implementación de una nueva actividad.

El docente comenzó a participar del espacio de discusión, mientras este se iba llevando a cabo, realizando intervenciones para orientar el intercambio, motivar nuevos puntos de vista, poner en cuestionamiento posibles ideas erróneas, etc. **(RD3)**. En la sesión 9 episodio 2, se identifica cómo el docente alienta a manifestar acuerdo o desacuerdo con la respuesta del compañero: “*¿Alguien coincide con E1? ¿Se le ocurre algo diferente?*”; esta intervención que podría interpretarse como menor, invita a los demás estudiantes a revisar la respuesta del compañero para buscar semejanzas y posibles diferencias con el análisis propio.

En la sesión **S11E1**, se puede reconocer que los estudiantes ya adoptan esta dinámica expresando acuerdo o desacuerdo con los compañeros, agregando a su vez nuevas ideas o puntos de vista: “*Concuerdo con E1 además, en el hipotético caso de que el agua se moviese por la estructura sin la interacción de una fuerza externa, sería una máquina de movimiento perpetuo, las cuales se consideran imposibles*”. La intervención del docente en este caso, apunta a vincular las respuestas de los estudiantes con los contenidos trabajados en clase: “*¿Con qué concepto/s de los trabajados en clase se relaciona? Ustedes hablan de fuerza, de distancia, ¿A qué les suena esto?*”. Se presenta a continuación una tabla donde se recuperan ejemplos de intercambios correspondientes a las sesiones 7, 9 y 11:

	Ejemplo
Sesión 7 Episodio 2	<p>E1: Lo más probable es que primero llegue el objeto "B", ya que adquiere mayor velocidad debido a la doble bajada con que se encuentra al principio y la velocidad que pierde debido a la subida con que se encuentra cerca del final debería ser la misma que gana en la segunda bajada, ya que ambas son idénticas. Por tanto, debería realizar parte del trayecto con la misma velocidad que el "A" y parte con mayor velocidad. Esto sería suponiendo condiciones ideales sin rozamiento, fricción y asumiendo que los objetos no se separan en ningún momento de su recorrido (es decir, no "saltan", por así decirlo).</p> <p>E2: Ambos objetos llegarán a mismas velocidades, pero "B" llegará antes ya que recorre un tramo a más velocidad que "A" dada por la aceleración causada por la segunda bajada. (La velocidad extra "desaparece" con la desaceleración causada por la subida del final)</p> <p>E3: Creo que ambas llegan al mismo tiempo ya que B gana más velocidad en la segunda bajada pero la pierde cuando vuelve a subir</p> <p>E4: Desde mi punto de vista el objeto A llegara primero, ya que el B debe recorrer más distancia, y si bien éste gana más aceleración que el A debido a que tiene una "bajada" más luego la pierde cuando debe subir, y a su vez necesita de más tiempo para recorrer la distancia extra. Mientras que el objeto A gana aceleración en la bajada, tiene menos distancia para recorrer y gran parte del trayecto es lineal.</p>
Sesión 9 Episodio 2	<p>E1: Porque el escobillón es más masivo y más largo (lo que hace que su centro de masa esté más alejado del eje de rotación) que un lápiz, esto hace que el valor de su momento de inercia sea mayor. Despejando la aceleración angular de la ecuación: Torque igual Momento de inercia multiplicado aceleración angular. Esta es menor a la que tendría si su masa y longitud fuesen menores. Esta menor aceleración es, a mi parecer, lo que nos da más tiempo para reaccionar y mover el dedo para que el centro de masa se posicione sobre el eje de rotación y así mantener el escobillón en equilibrio.</p> <p>D1: ¿Alguien coincide con E1? ¿Se le ocurre algo diferente?</p> <p>E2: Estoy de acuerdo con lo que dijo E1. Además de que su tamaño afecta la distancia que hay desde el C_m y el eje del cual está apoyado (está más alejado), al usar una masa considerablemente diferente a lo que se refiere un lápiz se ve afectada la aceleración del cuerpo, al resolverlo con la ecuación de Torque (torque igual a momento de inercia más aceleración angular) da como resultado una aceleración menor cuando se usa una escoba y una aceleración mayor cuando se usa un lápiz, lo que hace que tengamos más tiempo para reaccionar y poder controlar la escoba.</p>
Sesión 11 Episodio 1	<p>E1: Es imposible desde el punto de vista físico porque no hay ninguna fuerza que esté llevando el agua hacia un punto más alto para que después vuelva a caer; es decir, debería haber alguna fuerza que contrarreste la fuerza de gravedad para que el agua efectivamente suba, pero no la hay (más allá de que es arte y se pretende una ilusión óptica).</p>

	<p>E2: Conuerdo con E1 además, en el hipotético caso de que el agua se moviese por la estructura sin la interacción de una fuerza externa, sería una máquina de movimiento perpetuo, las cuales se consideran imposibles.</p> <p>D: Gracias chicos por iniciar el debate. ¿Qué opina el resto? ¿Con qué concepto/s de los trabajados en clase se relaciona? Ustedes hablan de fuerza, de distancia, ¿A qué les suena esto?</p> <p>E1: Coincido con mis compañeros. Para que la masa del agua logre llegar nuevamente arriba, se necesitaría una fuerza que provoque una variación de energía, como cuando se realiza un trabajo.</p> <p>E2: Con la conservación de la energía mecánica y el trabajo como dice E1.</p>
--	---

Tabla 21. Ejemplos de intercambios de actividades del foro de discusión

Un aspecto interesante de los foros de discusión es que el docente puede ir evaluando las participaciones de los estudiantes, identificando posibles obstáculos, ideas erróneas, o incompletas e intervenir para problematizarlas y ponerlas a discusión **(RD3/EV3)**.

4.2.1.1. C. Actividades de cierre

c-i) Construcción de Mapas conceptuales

La incorporación de actividades vinculadas a la construcción y socialización de mapas conceptuales **(EFpos)** fue propuesta por la investigadora como estrategia para dar respuesta a algunas dificultades identificadas por los docentes. Entre ellas, los obstáculos de los estudiantes para recuperar los contenidos trabajados en la clase teórica y aplicarlos en la clase práctica, los inconvenientes para explicar conceptualmente los fenómenos sin utilizar necesariamente desarrollos matemáticos pero, principalmente dificultades asociadas a la evaluación en la instancia de acreditación final, ya que los docentes identifican que en esas instancias los estudiantes presentan dificultades para expresarse de forma oral, se traban, presentan inconvenientes en la continuidad de las explicaciones que implican desarrollos matemáticos, no identifican los conceptos más importantes, tienen sus ideas muy desordenadas, no estudian la teoría hasta el momento del final **(OFpre)**. La

investigadora plantea espacios de intercambio para colocar el foco de las dificultades identificadas no en una cuestión de actitud de los estudiantes sino en las prácticas de enseñanza y en la incorporación de nuevas estrategias **(EFpos)**. Para ello, plantea a los docentes diferentes preguntas, entre ellas: *¿Qué se espera de un estudiante en un examen final? ¿Se evalúa de la misma forma durante la cursada que en esa instancia final? ¿Por qué? ¿Qué estrategias se llevan a cabo para preparar al estudiante para esta instancia?*

Surge del intercambio que en la cursada sólo se evalúa con parcial escrito en la clase práctica y este sólo involucra resolución de ejercicios algebraicos. Ni en las clases teóricas ni en las prácticas hay instancias en las que los estudiantes hagan exposiciones orales de producciones o elaboraciones personales **(OFpre)**.

Es así que se acuerda incorporar actividades en las que los estudiantes construyan y socialicen mapas conceptuales, con el objetivo de colaborar en el desarrollo de habilidades en el estudiante y favorecer la incorporación de nuevas estrategias de evaluación en las prácticas de enseñanza **(Objp)**.

El objetivo de este tipo de actividad fue promover la reflexión de los estudiantes sobre sus propios aprendizajes. Se focalizó en la selección de los conceptos y sus relaciones, en la forma de organización de los mismos en el mapa, atendiendo a la organización jerárquica, en la distinción con formas, colores y tamaños de los conceptos y las figuras que los contienen **(OBJ3)**. Se hizo énfasis en que el mapa representara tanto lo abordado en las clases prácticas como las teóricas, integrando lo trabajado en ambos espacios **(T-P3)**, pero prescindiendo del uso de fórmulas o ecuaciones.

Para la presentación de la actividad, tanto en el primero como en el segundo año de trabajo, la investigadora planificó e implementó una clase especial para los estudiantes **(EFpos)** (recuperando los aportes de Moreira, 2012) donde se abordó de manera detallada cómo llevar a cabo la construcción de mapas conceptuales, se propusieron ejemplos y se presentó la herramienta Cmap

tools¹¹ (**ART3**). Este rol activo de la investigadora resultó de la solicitud de los docentes, dado que manifestaban no sentirse seguros para hacerlo (**OFpre**). Las siguientes imágenes ejemplifican algunas de las diapositivas utilizadas en la clase y ofrecidas a los estudiantes como material de consulta:

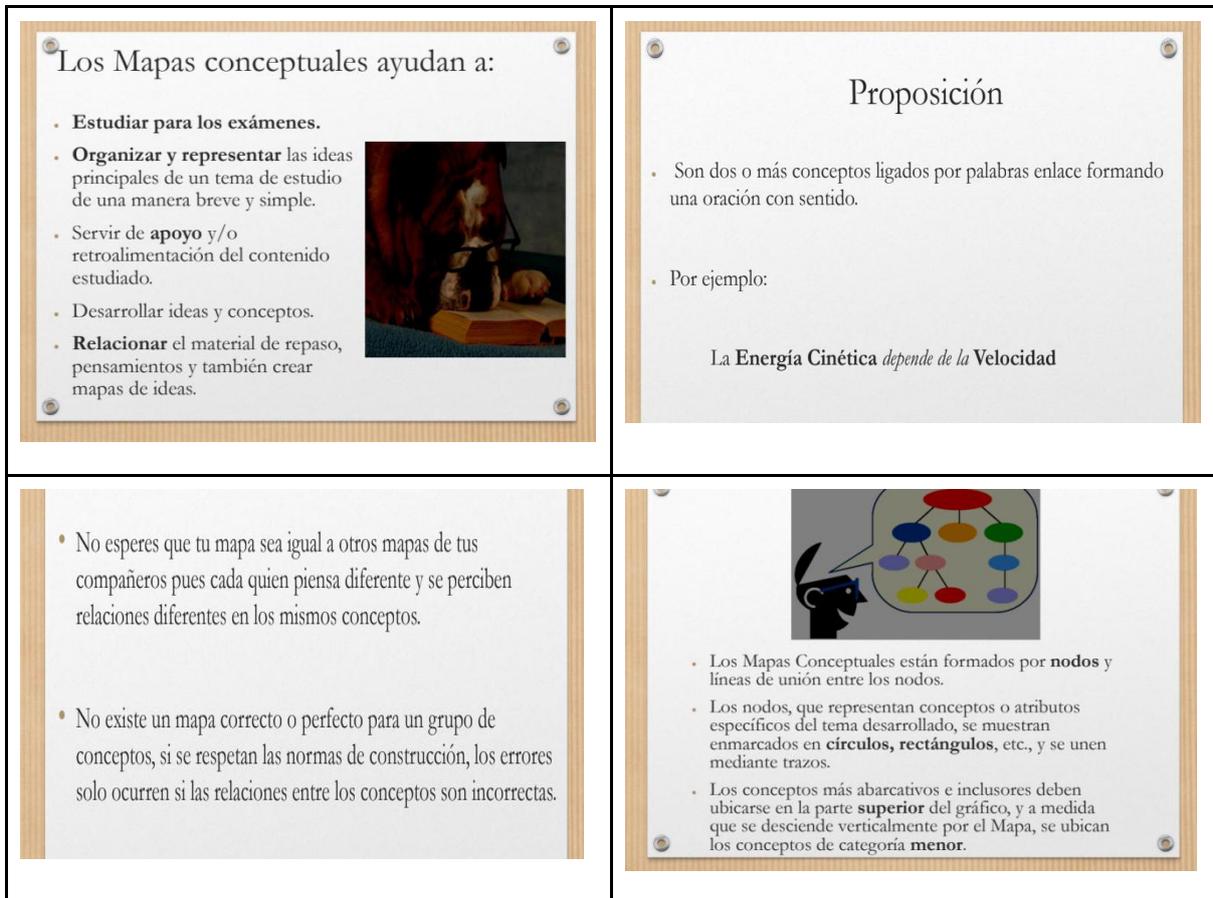


Figura 13. Extractos de la presentación utilizada en clase para trabajar con los estudiantes la construcción de mapas conceptuales

Durante el primer año la construcción y presentación oral de mapas conceptuales fue trabajada sólo en una oportunidad como cierre de la cursada (**S5E1**). Se les solicitó a los estudiantes su construcción dando la opción de realizarlo en lápiz y papel o de utilizar la herramienta cmap tools. Esta actividad no fue obligatoria, sino que fue propuesta como una instancia opcional para

¹¹ <https://cmap.ihmc.us/cmaptools/>

aquellos que quisieran prepararse para la defensa del examen final de la materia **(CE)**. En este caso participó sólo el docente de la clase teórica **(T-P2)**.

Durante el segundo año, la elaboración del mapa se trabajó en dos instancias **(S13E1; S18E1)**:

- En el transcurso de la cursada, donde se les solicitó a los estudiantes que vincularan tres bloques de contenido (cinemática, estática y dinámica de la partícula). En esta oportunidad presentaron el mapa en un espacio de foro pero no se requirió su defensa oral.
- Al finalizar la cursada, donde no sólo se realizó la construcción del mapa sino también su defensa oral. Participaron de ella ambos docentes **(T-P3)** y todos los estudiantes.

La participación de los estudiantes en ambas actividades fue establecida como condición para aprobar la cursada, lo cual fue comunicado a los estudiantes al inicio del año cuando se presentó la dinámica de trabajo en la asignatura. Esto resultó una diferencia importante en relación al primer año en el cual la actividad era de carácter optativo. Cabe destacar, que la aprobación o no de la actividad, estuvo vinculada sólo a la participación en la misma y no a su contenido **(CE)**; es decir, si bien los estudiantes recibieron una devolución del docente y sugerencias de aspectos a mejorar **(EV3)**, esto no implicó una calificación, sino que se diseñó como una actividad de retroalimentación.

La dinámica de trabajo durante el primer año se basó en la exposición del estudiante y la posterior devolución del docente **(INT4)**. En el segundo año la primera presentación tuvo lugar en el espacio de foro, donde cada estudiante entregó el mapa, el docente lo revisó y le hizo una devolución **(CR-CE) (INT4)**. La segunda, fue similar a la del primer año, en donde cada estudiante realizó su presentación de forma oral, dando a conocer los conceptos seleccionados y las relaciones que había pensado, a lo que se sumó también la participación de los demás estudiantes dándoles lugar a realizar aportes en la producción del compañero o plantear dudas o inquietudes que le pudieran ir surgiendo **(RE3)**;

en este caso participaron ambos docentes (**T-P3**) y cada uno realizó un aporte diferente en su devolución (**RD4**) al finalizar la exposición de cada estudiante (**INT3**).

Se presenta a continuación un ejemplo de mapa conceptual elaborado por un estudiante, en el segundo año.

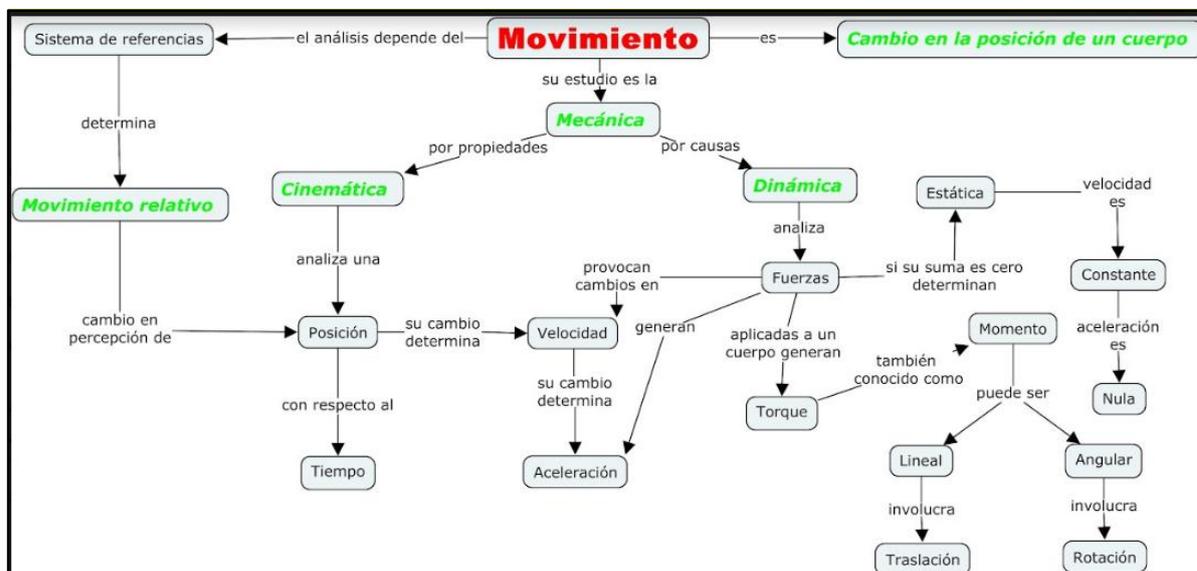


Figura 14. Ejemplo de mapa conceptual construido por un estudiante

En relación al grupo de estudiantes, resulta importante destacar que en el primer año cuando la actividad fue de tipo opcional, sólo el 20% participó de la misma, coincidiendo con los estudiantes más comprometidos y con participación más activa en el desarrollo de la cursada (**CR**). En el segundo año, cuando la actividad fue condición de aprobación, la totalidad de los estudiantes participó de la misma.

En la realización de la tarea se pueden reconocer en los estudiantes diferentes dificultades (**EV3**). Algunos mostraron inconvenientes para la selección de los conceptos colocando párrafos enteros dentro de un sólo cuadrante; otros para la conexión de los conceptos mediante relaciones significativas, en algunos casos ni siquiera colocando una palabra de enlace; en otros, los conceptos se presentaron desordenados sin ninguna lógica de organización o estructura jerárquica; en ocasiones algunos estudiantes presentaban dificultades para la

construcción del mapa pero realizaban presentaciones orales claras y completas, y por el contrario estudiantes cuyos mapas eran ordenados y completos realizaban presentaciones orales escuetas y confusas (**CR**). De la misma manera, en algunas oportunidades las conceptualizaciones erróneas surgían en el mapa escrito y en otras en la presentación oral; incluso, en algunos casos relaciones que aparecían confusas en la presentación escrita eran expresadas correctamente en la presentación oral.

En relación a los docentes, sus intervenciones apuntaron tanto a destacar cuestiones a mejorar en las relaciones, la forma de organización, errores de tipo conceptual, como así también a valorar aspectos que consideraban relevantes en las construcciones personales (**RD4**). Otra cuestión relevante fue la manifestación de forma explícita de los docentes (en algunos casos a los estudiantes y en otros con la investigadora) de reflexiones sobre la distancia entre la forma en que pensaron y diseñaron la enseñanza y las diferentes apropiaciones y construcciones que lograron los estudiantes en relación a ello. Se considera de gran importancia que el docente pueda compartir esto con los estudiantes, a la vez que rediseña sus prácticas en relación a las dificultades identificadas.

Por último, la participación y el aporte tanto del docente de la clase teórica como el de la clase práctica en la instancia de presentación oral y devolución (**T-P3**), permitió vislumbrar una nueva forma de articulación entre las clases teóricas y prácticas. Se desarrollaron clases especiales, en relación a la dinámica tradicional, dado que si bien los docentes coordinan y planifican el espacio de cátedra de manera conjunta, no suelen participar ambos en la misma clase; esto favoreció la evaluación del estudiante, dado que la devolución (**EV3**) se ve enriquecida con el aporte de ambas miradas.

cii) *Foros de entrega*

Estas actividades se llevan a cabo en la misma plataforma que los foros de discusión (**ART3**). El propósito en este caso no es la discusión entre pares

como se producía en la otra dinámica de foro, sino la presentación de una producción individual de cada estudiante. Si bien todos los estudiantes tienen acceso a la actividad de sus compañeros, el objetivo no es el intercambio de ideas sino el trabajo autónomo del estudiante en una actividad de elaboración personal.

Las actividades son presentadas por el docente en el espacio de foro mediante un archivo adjunto o el enlace a un documento de drive, los estudiantes lo resuelven en el transcurso de la semana y luego realizan la entrega en el foro, cuando la actividad está finalizada.

La primera actividad de entrega que se trabajó fue de tipo múltiple choice (**S7E1**), en la que se le propone al estudiante una situación a analizar con un gráfico auxiliar, con varias opciones de respuesta de similares características. El docente recupera estos ejercicios de libros de Física de uso tradicional de los autores Alonso Finn, Tipler, Resnick y los presenta al estudiante, quien sólo debe responder con la opción que considera correcta seleccionando entre posibles opciones de respuesta:

El movimiento de un objeto está representado por el siguiente gráfico. ¿Cuál de las siguientes es la afirmación correcta?

- a) El objeto se mueve por una superficie plana, luego baja una colina y finalmente se para.
- b) El objeto no se mueve al principio, luego desciende una colina y se detiene.
- c) El objeto se mueve a velocidad constante, luego se frena y finalmente se detiene.
- d) El objeto primero no se mueve, luego retrocede y se detiene.
- e) El objeto se mueve sobre una superficie plana, luego retrocede bajando de una colina y sigue luego moviéndose.

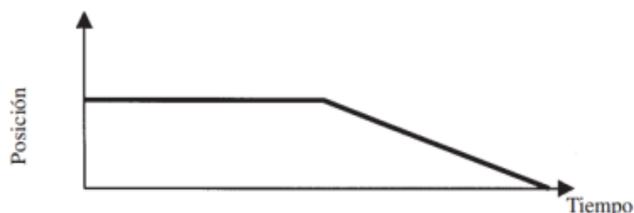


Figura 15. Ejemplo de actividad de entrega en foro

Este tipo de actividad, resulta familiar al estudiante puesto que presenta características similares a ejercicios de la guía de la clase práctica e incluso puede encontrar la respuesta en libros, páginas web específicas y en apuntes de cursadas de años anteriores (**CO**). Por otra parte, al no solicitar justificación, no es posible conocer los razonamientos mediante los cuales el estudiante

llegó a la respuesta final, por lo que el docente sólo puede valorar las respuestas adecuadas de aquellas que no lo son, pero no realizar devoluciones que favorezcan una retroalimentación **(CE) (EV1)**.

La investigadora plantea la imposibilidad de obtener información sobre lo que el estudiante pensó, en este formato de elección múltiple, y pone a discusión con los docentes la relevancia de este tipo de actividad, tanto para el estudiante como para el mismo docente **(OFpre)**. Del intercambio surgen dos cuestiones a considerar: por un lado que la actividad de entrega resulte una situación novedosa, con características diferentes a las que habitualmente realiza el docente en las clases; y por el otro, que habilite la posibilidad de conocer en mayor profundidad los razonamientos y procesos mediante los cuales el estudiante da respuesta a las situaciones planteadas **(Objp)**.

Es así que se diseñan de manera conjunta propuestas diferentes al formato de elección múltiple **(S9E1; S13E1; S16E1)** en las que el estudiante debe realizar una producción idiosincrática que refleje de forma escrita los razonamientos realizados **(EFpos)**. Esto conlleva a la resignificación del rol del estudiante, a partir de la explicitación de sus ideas **(RE3)** y permite al docente obtener ciertas representaciones sobre los procesos de construcción de conocimiento **(RD3)**. En primer lugar, el objetivo es recuperar situaciones cotidianas a partir de videos de YouTube, imágenes de la web o fotografías, y noticias de internet **(ART3)**. En algunos casos fue el docente quien le proporcionó al estudiante los recursos a analizar y en otros la búsqueda estuvo a cargo del estudiante de acuerdo a sus intereses.

Una vez seleccionado el recurso a utilizar, las consignas propuestas contemplan diferentes solicitudes: se le demandan descripciones del fenómeno a estudiar de modo que el estudiante pueda expresar características, propiedades, cualidades que colaboren con su análisis desde el modelo estudiado haciendo uso de la palabra escrita **(OBJ3)**; por ejemplo: *"Describir el fenómeno haciendo uso de los siguientes términos: movimiento relativo, sistema de referencia..."; "Describe la situación en términos de conservación de*

la energía y de la cantidad de movimiento". Se requieren también representaciones gráficas, con el objetivo de que el estudiante pueda modelizar la situación en estudio a partir de otras formas de lenguajes **(OBJ3)**; por ejemplo: *"Representa las fuerzas que identificas dibujando los vectores sobre la imagen"*. En algunos casos se les solicitan explicaciones en relación al fenómeno en estudio, por ejemplo: *"Explica por qué se trata de un caso de equilibrio estático"*, *"Explica si el choque es elástico o inelástico"*. En otros, se les pide justificaciones para conocer los procesos de construcción de conocimiento en los que basan sus respuestas y hacer explícitos los razonamientos y las relaciones que establece **(EV3)**; por ejemplo: *¿el sistema puede ser considerado una partícula puntual o es necesario considerarlo como un cuerpo rígido? ¿Por qué?* Todas estas demandas colaboran con el desarrollo de diferentes habilidades que vinculan la cognición y el lenguaje, consideradas fundamentales tanto para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, como para la ciencia misma.

Se presentan a continuación dos actividades ejemplificadoras que fueron trabajadas con los estudiantes en diferentes momentos de la cursada:

Fuerzas en la vida cotidiana

El objetivo de esta semana será aplicar los conceptos abordados en clase a una situación concreta.

Para ello te proponemos que tomes una fotografía con tu cámara o celular de alguna situación cotidiana en la que aparezca un sistema afectado por diferentes fuerzas que se encuentre en equilibrio estático.

Luego te solicitamos:

- a) Explicar por qué elegiste dicha situación, en términos de equilibrio estático.
- b) Representar todas las fuerzas que pudiste identificar agregando vectores sobre la imagen (Para ello puedes utilizar cualquier editor de imagen como paint o photoshop)
- c) Decidir si el sistema que seleccionaste puede ser considerado una partícula puntual o es necesario analizarlo como un cuerpo rígido. Justificar tu elección.
- d) Clasificar el sistema de fuerzas que aparecen, de acuerdo a los diferentes tipos de sistemas abordados en clase. Argumentar tu elección.

Choques en la vida cotidiana

El objetivo de esta semana será aplicar los conceptos abordados en clase a una situación concreta.

Para ello te proponemos que selecciones algún video de internet que involucre un choque entre dos sistemas.

Luego te solicitamos:

- a) Justifica por qué elegiste dicha situación, en términos del concepto físico de choque.
- b) Determinar si el fenómeno puede ser abordado como un estudio de sistema de partículas o no, y por qué.
- c) Explica si el choque que tiene lugar es elástico o inelástico, justificando tu respuesta.
- d) Describe la situación presentada en términos de conservación de la energía y de la cantidad de movimiento.

Figura 16. Ejemplo de actividad de entrega en foro

Los estudiantes trabajan en el hogar, a su propio ritmo, analizando situaciones cotidianas, estableciendo relaciones con el modelo físico estudiado, a la vez que explicitan sus procesos de construcción de conocimiento, mediante la justificación, o argumentación de sus respuestas **(RE3)**. Por ejemplo:

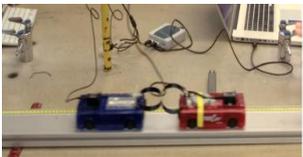
Estudiante	Situación seleccionada por el estudiante	Clasificación del choque	Análisis de la situación según las leyes de conservación
1	 <p>En el video se muestra el choque del vehículo rojo con uno que se encontraba más adelante en el mismo carril; se puede ver un choque inelástico entre estos dos vehículos</p>	<p>El choque es inelástico debido a que hay una pérdida de la energía cinética, que se tenía antes del choque, que pasa a energía calórica, deformación de los cuerpos y sonido.</p>	<p>Los dos autos vienen con sus propias energías cinéticas (tienen distinta masa y velocidad) después del choque hay una conservación del momento lineal, por lo que los cuerpos mantienen una cierta trayectoria. La energía después del choque sufre pérdidas debido a la deformación de los vehículos, el sonido causado por el choque, el calor causado por el choque, y el trabajo causado por la fuerza de rozamiento de la carretera.</p>
2	 <p>Elegí el video porque me pareció un experimento muy cercano a las condiciones ideales, en el cual la energía cinética del sistema se conserva.</p>	<p>El choque es elástico porque se cumple la conservación del momento y la conservación de la energía cinética (en este caso la energía cinética en el choque se conserva en el movimiento de los dos cuerpos) pero se encuentran aún en el sistema de partículas.</p>	<p>La energía energía del sistemas es $E_k = E_k'$. Ya que solo se conserva la energía cinética del cuerpo uno y el cuerpo dos está quieto. Por otro lado, el momento ($P = mv$) del sistema antes del choque es igual al momento del sistema después del choque.</p>
3	 <p>Elegí este video porque es un buen ejemplo aislado donde es fácil entender todo lo que está pasando de forma clara.</p>	<p>Estos choques son, en su mayoría, inelásticos. Esto es más notorio en aquellos donde interactúan objetos de masas distinguiblemente distintas, donde la energía cinética total del sistema claramente no se mantuvo constante.</p>	<p>Ejemplo 2: Tenis-1; Bolos-2: Este también es un choque inelástico pero donde la energía cinética total del sistema es mayor que la inicial, ya que la energía cinética que obtiene la pelota de tenis supera por mucho la que la de bolos pierde.</p>

Tabla 22. Respuestas de algunos estudiantes, recuperadas del foro de entrega

Por ejemplo, el primer estudiante logra seleccionar un ejemplo cotidiano, como es un choque entre automóviles, pero los estudiantes 2 y 3 recurren a experimentos en los que se muestran choques ideales de laboratorios que se aproximan mejor a los modelizados durante las clases **(CO)**. Se identifica que en los tres casos los estudiantes clasifican el choque considerando la conservación o no de la energía cinética, y sólo uno de ellos analiza la conservación del momento **(OBJ3)**.

El docente, por su parte, recibe las producciones y las evalúa. En la primera actividad realizó una devolución de las actividades colocando sólo ponderaciones B (Bien), M (Mal) y R (Regular) y las comunicó a los estudiantes mediante una planilla de drive que se actualizaba semana a semana **(RD1)**. Luego, dado que los estudiantes reclamaban más detalles de forma personal **(CE)**, el docente optó por realizar una devolución individual oral a cada estudiante en donde le presentaba un detalle de aspectos que debieran mejorarse **(RD4)**.

Mediante esta actividad el docente puede evaluar el grado de apropiación de los contenidos de cada estudiante como así también comparar las producciones a fin de identificar posibles regularidades que le permitan evaluar su propia práctica a partir de cuestiones que se repiten o aparecen ausentes **(EV3)**.

Una cuestión que resulta de interés es la posibilidad de articular cuestiones abordadas tanto en las clases prácticas como teóricas **(T-P2)**, por ejemplo como resulta en el episodio 9 sesión 1 donde se solicita la representación vectorial de las fuerzas y el análisis del sistema involucrado según la clasificación trabajada en la clase teórica:

Estudiante	Situación de la vida cotidiana recuperada por el estudiante	Análisis del sistema recuperando la clasificación de sistemas de la clase teórica	Representación vectorial de las fuerzas sobre la fotografía
1	Escoba apoyada contra la pared	La fuerza N_{PARED} y la fuerza F_{PISO} son paralelas entre sí (actúan únicamente en el eje x), mientras que N_{PISO} , F_{PARED} y W son paralelas entre sí debido a que solo actúan en el eje y.	
2	Vinoteca	El sistema de fuerzas que aparece en la imagen es coplanario, ya que los vectores aquí detallados se encuentran en el mismo plano, es decir, son todos puntos coplanarios.	
3	Taza apoyada sobre una mesa	En este caso, el sistema puede ser tanto Sistema de Fuerzas Colineales como Sistema de Fuerzas Paralelas. Como es equilibrio estático, sea el sistema que elija, tiene que haber una fuerza opuesta a la otra, para poder contrarrestar y así la resta de las fuerzas queda como resultado = 0.	

Tabla 23. Respuestas de algunos estudiantes, recuperadas del foro de entrega

Los estudiantes toman fotos con sus celulares de un sistema de la vida cotidiana, presente en sus hogares, y utilizando un editor de imagen representan sobre ellas las fuerzas involucradas, tal como suelen realizarlo en las clases prácticas. A su vez, complementan la representación gráfica con un análisis del tipo sistema de fuerzas intervinientes y una justificación, en donde se puede evidenciar los conceptos teóricos utilizados para argumentar. De esta forma, la actividad favorece la articulación entre los aspectos teóricos y

prácticos, y brinda información valiosa al docente para conocer los conocimientos que los estudiantes ponen en juego para el análisis y representación del fenómeno.

4.2. Reconstruyendo los procesos de cambio

La innovación que se aspira a construir es en procesos sociales (prácticas de enseñanza), que involucra colectivos de personas con intereses diferentes: docentes (queriendo innovar y enseñar), estudiantes (queriendo aprender) e investigadora (queriendo colaborar con los docentes y estudiar el proceso). Este reconocimiento deja a la vista que **el producto innovación será consecuencia de un proceso de construcción lenta, con sucesivas aproximaciones y algunos distanciamientos a la consecución de los propósitos de los interesados.**

Al comparar las actividades correspondientes al primer año de trabajo en colaboración con aquellas relativas al segundo año (Figura 17), es posible reconocer cómo las actividades se diversifican:

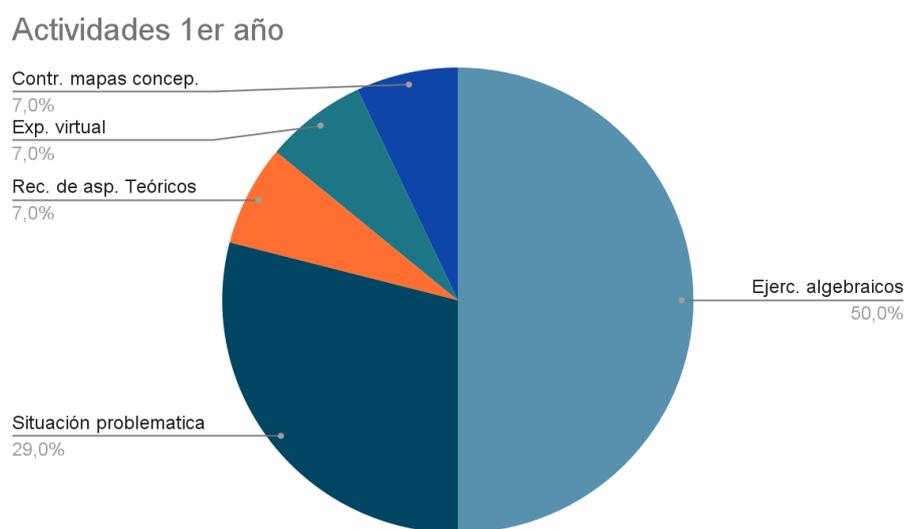


Figura 17. Distribución del tipo de actividades en 5 sesiones del primer año

Actividades 2do año

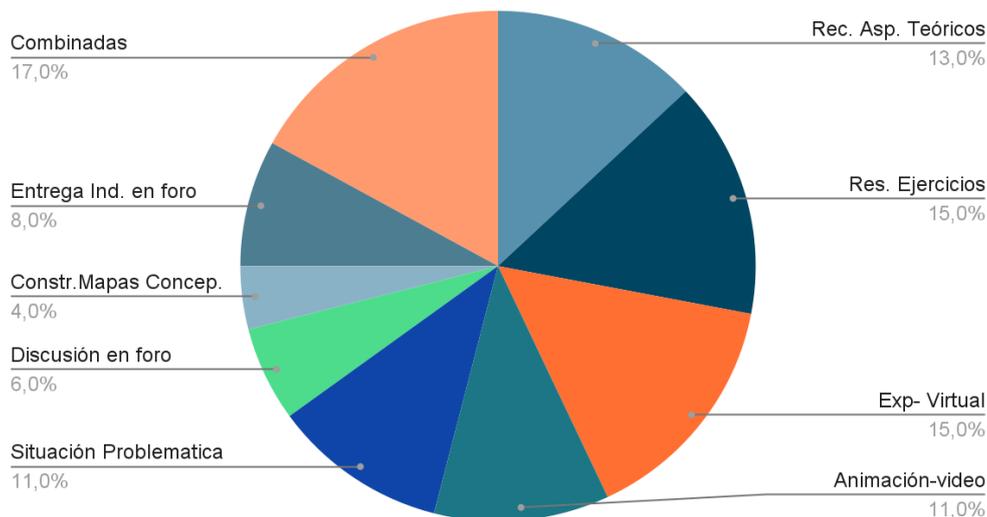


Figura 18. Distribución del tipo de actividades desarrolladas en 13 sesiones del segundo año

En relación al primer año, se puede identificar que un porcentaje elevado de las actividades corresponden a la resolución de ejercicios algebraicos (50%) y en menor medida a actividades de análisis de una situación o pregunta problematizadora (29%), ambas actividades se realizan tradicionalmente en la cátedra. En relación al 21% de las actividades restantes, 7% corresponden al trabajo de recuperación de aspectos teóricos; y el otro 14%, representa una forma de trabajo completamente nueva para la cátedra: la experimentación virtual y la construcción de mapas conceptuales.

En el trabajo con ejercicios de resolución algebraica se incorporaron, en algunos casos, simuladores computacionales, los cuáles son utilizados también en la actividad de experimentación virtual. Por su parte, en la construcción y presentación de mapas conceptuales, se utilizó como recurso de uso opcional la herramienta *cmaptools*.

En lo que al segundo año respecta, se puede observar en el gráfico que si bien las actividades de resolución de ejercicios algebraicos y gráficos continúan presentes con un porcentaje del 15%, ya no representan la actividad principal como sucedía en el primer año; lo mismo ocurre con las actividades de análisis

de una situación o pregunta problematizadora desde un enfoque conceptual (11%). Las actividades de experimentación virtual incrementan respecto al primer año, a partir del uso de simuladores computacionales, a un 15%, equiparando a las actividades de resolución de ejercicios algebraicos. Se incorporan actividades nuevas como el análisis de animaciones y videos (11%), y, se habilita un espacio innovador de trabajo virtual mediante la plataforma Moodle¹², en el que se desarrollan actividades a partir del trabajo en foros, entre las que se distinguen actividades de discusión (6%) y actividades de entregas de producciones individuales (8%). El trabajo con mapas conceptuales se sostiene en el segundo año de trabajo aunque con menor preponderancia que el primer año, en relación al total de actividades (4%). Se identifica un gran porcentaje de actividades combinadas (17%), en las que se trabaja de forma integrada, por ejemplo, actividades que complementan la resolución de ejercicios algebraicos y la experimentación virtual, o el análisis de una situación problemática con experimentación virtual, entre otras.

Esta diferencia significativa que puede evidenciarse en la diversidad de actividades de uno y otro año, es producto de rupturas y reestructuraciones en los elementos de cada actividad y en sus relaciones, que fueron teniendo lugar como consecuencia del trabajo en colaboración:

- Por un lado, la caracterización de las actividades tradicionales de resolución de ejercicios algebraicos permitió planificar una primera incorporación de tecnologías, particularmente de simulaciones computacionales. Se puede decir entonces, que la modificación en la actividad vino aparejada inicialmente de la *incorporación de un nuevo artefacto*. Estas actividades se complementaron fundamentalmente durante el segundo año, con otras de experimentación virtual, en las que se utilizaron los mismos simuladores, pero para favorecer otras dinámicas de trabajo. Esto surge como una *necesidad*, dado que se

¹² El trabajo en el aula virtual resultó una novedad para el año 2016, dado que si bien las instituciones universitarias disponían de ellas sólo eran utilizados por las carreras de educación con modalidad a distancia.

identificó que la mera incorporación del simulador no garantizaba el desarrollo de nuevas formas de interacción y generaba *contradicciones* en relación al objeto de la actividad. En estas nuevas actividades la modificación más importante tuvo lugar en la *división de tareas*, dada por los roles adoptados por los docentes y estudiantes, y por la forma de interacción entre ellos.

- La caracterización de las actividades de análisis de una situación o pregunta problematizadora propias de las clases tradicionales, posibilitó la identificación de potencialidades y obstáculos para la enseñanza. A partir de allí fue posible incorporar durante el segundo año de participación actividades de discusión mediante foros en la plataforma Moodle, con el propósito de desarrollar dinámicas de interacción similares a las que tenían lugar en las clases presenciales, que favorecieran la participación de todos los estudiantes y generaran a su vez un registro escrito del que el docente pudiera obtener información y evaluar los procesos desarrollados durante la realización de las actividades para cada estudiante. También, se incorporaron las actividades con animaciones y videos, con el objetivo de trabajar con situaciones problemáticas, pero haciendo usos de otras formas de representación (gráficas, auditivas).

En este sentido, es posible afirmar que, en términos de la TA, la *incorporación de un nuevo artefacto* (el foro y las animaciones o videos), propició la identificación de nuevas *necesidades* y el diseño de nuevas estrategias que dieron lugar a cambios en la *distribución de tareas*, tanto en los roles adoptados, las formas de interacción como en las *reglas*, particularmente en lo que respecta a la evaluación. Cabe destacar que la sólo incorporación del espacio de foro no implicó en primera instancia una transformación en las formas de interacción entre los estudiantes y los docentes o entre los estudiantes, sino que esto fue consecuencia de un trabajo de reflexión sobre la práctica de los docentes y la investigadora, luego de la incorporación del recurso, a partir de la

discusión sobre las dificultades identificadas. Es decir, la introducción de un nuevo artefacto posibilitó la identificación de una *necesidad*, sobre la que se esbozaron posibles soluciones, que llevaron a generar nuevos movimientos en otros elementos de la actividad, en este caso la división del trabajo, a partir de la modificación del rol del docente.

De igual forma, se identifica que el planteo de una actividad en foro posibilita el registro de las respuestas de todos los estudiantes, lo que permitió al docente obtener un informe de los procesos, pero esto no implicó necesariamente una retroalimentación, estrategia que fue discutida posteriormente.

- Se propuso también el trabajo con mapas conceptuales como actividad integradora y, aprovechando el espacio de trabajo de plataforma, se complementó con actividades de entrega en foro de una producción individual que también colaboraba con la integración de los contenidos trabajados, pero mediante demandas diferentes. El trabajo con mapas conceptuales generó movimiento en varios de los elementos de la actividad: el *artefacto*, al trabajarse con *cmaptools* o en Moodle; en *el objeto*, al focalizarse ya no sólo en ciertos datos o conceptos, sino en las relaciones entre conceptos para la construcción de modelos; en la *división de tareas*, al colocar tanto a estudiantes como docentes en nuevos roles, y en las *reglas*, al propiciarse otras formas de evaluación diferentes de las convencionales.

Es posible reconocer en cada una de estas transformaciones ciertas *contradicciones* que movilizaron la búsqueda de nuevas estrategias en el marco del trabajo en colaboración:

- *Las contradicciones en el rol del estudiante se presentan principalmente asociadas al rol del docente*, lo que se evidencia en diferentes situaciones. Por ejemplo, cuando se trabaja inicialmente con los simuladores computacionales, mientras que el docente propone un análisis de los fenómenos de forma conceptual, lo primero que tienden a

realizar los estudiantes es responder las preguntas enunciando ecuaciones. Lo mismo sucede en el espacio de discusión en foro, cuando el docente aspira a que los estudiantes intercambien ideas con sus pares, resulta que cada uno responde las consignas, pero sin contemplar las respuestas de sus compañeros. También se evidencia en la presentación de mapas conceptuales, cuando se plantea la defensa oral del mismo y se identifican dificultades en algunos estudiantes para comunicar las relaciones entre conceptos que surgen de su proceso de reflexión sobre lo aprendido; o en las actividades de entrega de una producción individual en el espacio de foro, en donde se le solicita al estudiante que presente argumentos, este se limita a ofrecer respuestas de forma breve y concisa, sin realizar mayores desarrollos desde la palabra escrita.

Todo esto se reconoce como consecuencia principalmente de las intervenciones del docente, las cuales fueron discutidas en diferentes situaciones: en las actividades de discusión de foro, para favorecer el diálogo entre los estudiantes; cuando se incorporan simuladores, animaciones y videos, y se torna necesario que realicen intervenciones diferentes a las que lleva a cabo en otras actividades, como la resolución de ejercicios; en la corrección de actividades, ya sea en relación a las producciones individuales de los estudiantes en espacios de foro o en las presentaciones de mapas conceptuales, dado que implican nuevas formas de devolución diferentes a las que realizan tradicionalmente; etc.

Es necesario reconocer aquí la importancia de que los profesores también trabajen sobre los *cambios*. Es decir, al trabajar con situaciones nuevas, es necesario pensar en nuevos modos de abordarlas, tanto para el estudiante, como para el docente.

- *Las contradicciones en la evaluación emergen por la incorporación de nuevas actividades*, las cuales habilitaron nuevas reflexiones sobre las prácticas de evaluación, tanto por parte de los docentes como de los

estudiantes. En un primer momento se pone en cuestión la ausencia de evaluación en relación a las actividades innovadoras, principalmente por parte de los estudiantes quienes demandan devoluciones de sus producciones como mapas conceptuales, entregas en foros, participaciones en discusiones, etc. Por otro lado, surge de los docentes la necesidad de utilizar la evaluación como herramienta de control; esto es, para comprometer a los estudiantes con el trabajo propuesto. Durante el transcurso del segundo año de trabajo, a partir de diferentes intervenciones, comienza a ganar importancia su carácter formativo, como proveedora de información de los procesos de los estudiantes y, sobre todo, se pone de manifiesto su importancia para la retroalimentación, lo cual es valorado tanto por los docentes como por los estudiantes. Es de destacar cómo la diversificación de las actividades moviliza la necesidad de buscar nuevas formas de evaluar.

- *Las contradicciones en relación al objeto están asociadas principalmente al rol adoptado por el docente, y tienen lugar fundamentalmente por las inconsistencias entre los objetivos perseguidos, lo planificado y lo efectivamente concretado. El objetivo principal de los docentes con la incorporación de la tecnología era, fundamentalmente, que los estudiantes trabajen la comprensión de los fenómenos físicos, desde un enfoque conceptual. Sin embargo, pese a que en muchas oportunidades se diseñaban y discutían dinámicas de trabajo que favorecían dichos propósitos, en la concreción de las mismas los docentes no lograban ese cometido. Por ejemplo, en un principio se aspiraba a la participación activa de los estudiantes en el trabajo con simuladores para la construcción de relaciones. Sin embargo, en el momento de su implementación en la clase el docente en lugar de favorecer el intercambio con preguntas, realizaba exposiciones. En otras ocasiones se buscaba que los estudiantes desarrollen su capacidad argumentativa y se postulaban actividades de múltiple choice; se planteaban situaciones problemáticas para que el estudiante analice y el docente*

comenzaba dando la respuesta a las preguntas; etc. Se pone en evidencia así la importancia de la reflexión sobre la práctica, con el acompañamiento de una mirada externa, que permita visibilizar estas contradicciones.

- *Las contradicciones en la tradicional distinción clases teóricas-clases prácticas se presenta asociada a cuestiones "administrativas", en las que el peso está puesto principalmente en la responsabilidad de implementación de las mismas.* Una de las discusiones que tuvo lugar en relación a las nuevas actividades fue el espacio de implementación en el que se desarrollaría la nueva actividad. Los docentes ponían en cuestión por ejemplo, si era mejor realizar los mapas conceptuales o las preguntas de discusión en la clase práctica o en la clase teórica. Sumado a esto, se puso en cuestión la persona que se responsabilizaría de dicha actividad, puesto que ello también implicaría ocuparse de la planificación de actividades, implementaciones, correcciones y devoluciones a los estudiantes. Las negociaciones que en estos intercambios tuvieron lugar, dieron origen a la posibilidad de pensar nuevos espacios articuladores: por un lado el espacio de trabajo en la plataforma, que permitió romper con la clásica distinción teoría-práctica, articulando el trabajo de ambos espacios; por el otro, a la gestión de clases especiales en las que participaron ambos docentes, en las que realizaron las presentaciones orales de los mapas conceptuales y sus correspondientes devoluciones. Esta cuestión cobra gran relevancia, puesto que la asunción de nuevas responsabilidades condiciona la participación del docente.

Al analizar en una nueva iteración las diferentes transformaciones que fueron teniendo lugar en las actividades de enseñanza y las contradicciones a ellas asociadas, se identifican ciertos principios orientadores que subyacen al trabajo realizado:

- **La caracterización de las prácticas de enseñanza tradicionales permite sentar las bases desde donde comenzar a gestar la colaboración:** El conocimiento de los elementos que definen cada actividad llevada a cabo por la cátedra en sus prácticas tradicionales permite su utilización como punto de partida, para planificar la introducción de un artefacto tecnológico que se adecúe a dichas prácticas, pero sin generar en una primera instancia necesariamente grandes cambios en la metodología de enseñanza. Este aspecto se considera de relevancia, puesto que se asume que la transformación abrupta y acelerada de la metodología de enseñanza puede resultar abrumadora para los docentes y conducir al retorno a las prácticas tradicionales. Sin embargo, la modificación lenta y paulatina de las prácticas posibilita un proceso de resignificación de las mismas que favorecería el proceso de apropiación, por parte del docente, de las nuevas estrategias adoptadas.
- **La incorporación de un artefacto tecnológico propicia el surgimiento de contradicciones:** La incorporación de un nuevo artefacto no necesariamente genera cambios en los elementos de la actividad y en consecuencia en sus prácticas tradicionales de enseñanza, pero sí favorece el surgimiento de contradicciones entre los elementos, propiciando ciertas tensiones que resultan insumos para nutrir los encuentros entre los docentes y la investigadora, y se constituyen en nuevos objetos de reflexión.
- **La reflexión sobre las contradicciones favorece la identificación de necesidades:** La discusión entre los docentes y la investigadora sobre las contradicciones que emergen de la incorporación del nuevo artefacto, posibilita la identificación de nuevas necesidades que no pueden ser atendidas con la forma tradicional de enseñanza. Esto favorece la exploración de nuevas estrategias de enseñanza, que concatenadas van propiciando el desarrollo de una metodología de enseñanza alternativa.

- **La planificación de nuevas estrategias de enseñanza surge como respuesta a la necesidad:** La conjunción de diferentes miradas sobre las necesidades y las contradicciones posibilita el diseño de nuevas estrategias de enseñanza que permiten abordar la necesidad de una manera diferente a la tradicional, propiciando en todos los casos movimientos en uno o más de los elementos de la actividad: el rol del docente, el rol del estudiante, la forma de interacción, la evaluación o la articulación entre clases teóricas y clases prácticas.
- **La evaluación de la implementación y la identificación de nuevas contradicciones, posibilita el surgimiento de nuevas necesidades:** La reflexión sobre lo acontecido permite reconocer fortalezas y debilidades de las nuevas estrategias, reconocer nuevas necesidades, y diseñar en consecuencia, nuevas estrategias para abordarlas.

Se asume que la transformación de las prácticas de enseñanza se da trabajando sobre el camino ya transitado, discutiendo paulatinamente nuevas cuestiones, proyectando nuevos desafíos, pero fundamentalmente que tienen lugar en un determinado contexto, en el que dichas transformaciones cobran sentido, no se da en el vacío, sino que se sustentan en el análisis los varios marcos teóricos esbozados al principio. Se pone de manifiesto aquí la importancia de recuperar las prácticas tradicionales de la cátedra como punto de partida para pensar y diseñar posibles cambios, que pueden ser originados con la incorporación de recursos tecnológicos, y a partir de allí ir generando pequeños movimientos (modificando otros elementos de la actividad) que, de forma gradual, se van concatenando en lo que podemos reconocer finalmente como la innovación. Estos posibles movimientos tienen lugar cuando se logran realizar desde el análisis in situ de las prácticas y con los sujetos involucrados.

4.3. Algunos aportes para pensar la transformación de las prácticas de enseñanza

A partir del análisis presentado anteriormente es posible afirmar que mediante

el trabajo en colaboración fue posible diversificar las actividades y sus características, partiendo desde la preponderancia de resolución de ejercicios de tipo algebraico y exposiciones por parte del docente, hasta la incorporación de discusiones en espacios de foro, construcción de mapas conceptuales por parte del estudiante, análisis conjunto de animaciones y videos, y actividades de experimentación virtual. Es importante destacar que **la incorporación de recursos tecnológicos no implicó necesariamente una transformación en las estrategias de enseñanza y aprendizaje**, sino que esto se desarrolló progresivamente por la reflexión sobre la práctica que tuvo lugar en el contexto del trabajo en colaboración entre los docentes y la investigadora.

Los cambios se dieron, en algunos casos, mediante la transformación paulatina de actividades tradicionales que ya se venían desarrollando en el espacio de cátedra, y en otros mediante el diseño y la incorporación de actividades completamente novedosas, pero que igualmente se fueron transformando conforme se avanzaba en su implementación y evaluación.

Las actividades desarrolladas en las clases resultaron variadas, en relación a los diferentes elementos que las caracterizan, ya sea en relación a las demandas que presentan a los estudiantes y a los roles que adopta el docente, a la articulación entre las clases prácticas y teóricas, a los artefactos utilizados y a las formas de evaluación que ellas posibilitan.

Es posible reconocer ciertos principios que se desprenden de los movimientos en cada elemento y sus relaciones, y que podrían constituirse como orientadores para pensar la enseñanza de la física en la universidad:

- *La modelización se constituye como un elemento central para el diseño de actividades de enseñanza de contenidos científicos:* al analizar el objeto de las actividades desarrolladas se identifica una diversificación en el mismo, contemplándose ya no sólo el trabajo con los modelos matemáticos, en los que el foco está puesto en las diferentes formas de notación, ecuaciones y representaciones gráficas, predominantes en las clases tradicionales, sino en procesos de construcción y reconstrucción

conjunta, de los modelos físicos que subyacen a los fenómenos estudiados, poniendo el foco en los *conceptos, sus significados y relaciones*. Cabe destacar que no se propone reemplazar un tipo de actividad por otra, o el abandono de prácticas tradicionales focalizadas en el modelo matemático, sino que adopta una dinámica de trabajo alternativa, con objetos más abarcativos que los que se venían desarrollando.

Diseñar actividades contemplando modelos teóricos robustos, y no sólo modelos matemáticos, posibilita que los estudiantes puedan abordar los fenómenos naturales con explicaciones más completas, no sólo usándolos, sino también construyéndolos y aplicándolos (Revel Chión y Adúriz-Bravo, 2019). Esto favorece el desarrollo de dos habilidades consideradas medulares para la educación científica de calidad como lo son la modelización y la argumentación:

“Modelizar y argumentar en el contexto de la ciencia escolar supone comprometerse con prácticas epistémicas y utilizar criterios de evaluación que estarían estrechamente relacionadas con el pensamiento crítico, ya que tales prácticas y criterios habilitarían el acceso a la comprensión y a la aplicación de explicaciones científicas relevantes para el ejercicio de ciudadanía en democracia.” (Revel Chión y Adúriz-Bravo, 2019, p. 4)

Islas (2010) señala la importancia de trabajar, no sólo en los productos de la ciencia, sino también en el estilo de trabajo que realiza el científico para obtenerlo. Se considera que las simulaciones computacionales presentan grandes potencialidades para el diseño de actividades cuyas cualidades colaboren con la comprensión, la construcción, la aplicación de modelos, aproximando a los estudiantes a los procesos de la ciencia.

- *La incorporación de artefactos tecnológicos posibilita el aprendizaje en aulas heterogéneas:* los recursos utilizados tradicionalmente como el pizarrón y la guía de trabajos prácticos proporcionada por la cátedra

(fotocopias), se complementaron con otros como los simuladores computacionales y las animaciones de acceso libre (fundamentalmente del sitio Phet y Educaplus), los videos de YouTube, la herramienta Cmap tools y el espacio de trabajo virtual en la plataforma Moodle donde se llevan a cabo las actividades de foro.

Este abanico de recursos con diferentes características posibilita la diversificación de las actividades, colaborando con la superación de la mirada homogeneizadora de la educación y posibilitando el desarrollo de estrategias de enseñanza más inclusivas. La propuesta de trabajo en la plataforma favorece nuevas dinámicas, en las cuales el proceso de aprendizaje se puede concretar también a distancia y de manera más flexible, adaptándose a los tiempos tanto de los estudiantes como de los docentes.

Se asume que la incorporación de recursos tecnológicos en las actividades de enseñanza posibilita el aprendizaje de todos los estudiantes de acuerdo a sus posibilidades, sus estrategias, ritmos de aprendizaje y estilos. En términos de Anijovich (2019) pensar las aulas desde la heterogeneidad implica el diseño de la enseñanza bajo el concepto de flexibilidad. Esto es, diseñar la enseñanza con diversos modos de organizar los tiempos, los espacios, los agrupamientos de los alumnos, los canales de comunicación, y los recursos, para contribuir con el propósito de la educación para la diversidad.

Sin embargo, enfatizamos en que la incorporación de las TIC por sí solas no asegura mejores aprendizajes, sino que esto está condicionado por la forma en que el docente plantee la enseñanza, a partir de ellos. Las TIC presentan potencialidades, pero por sí solas no garantizan la transformación de la enseñanza. Tal como expresa Santos (2010) el problema no es qué tecnología usar sino cómo utilizarla, es decir, el conocimiento que tienen los profesores sobre sus posibilidades de uso para el aprendizaje.

- *Las actividades de enseñanza deben favorecer el acercamiento paulatino a formas simétricas de interacción entre docentes y estudiantes:* es posible generar movimientos de forma gradual en la manera en que se desarrolla la interacción en el aula. Se pueden identificar actividades en la enseñanza tradicional caracterizadas por una relación de *tipo asimétrica*, en la que el docente ocupa un rol central como poseedor de la información, controla el intercambio a partir de la solicitud o demanda de pequeñas participaciones del estudiante, quien prácticamente devolvía respuestas cortas o mediante el planteo de problemáticas en las que el estudiante se limitaba a exponer su opinión.

Gradualmente es posible favorecer el desarrollo de *interacciones más diversas*, que favorezcan el diálogo entre estudiantes y docentes, como en las actividades de experimentación virtual, el análisis de animaciones o el trabajo en foros de discusión, en donde cobra relevancia el trabajo con otros a partir de procesos de intercambio fluidos, tanto entre los estudiantes entre sí, como con el profesor. En estas actividades es posible reconocer *mayor simetría en la interacción*, y una aproximación a lo que De Longhi y col. (2012) denomina enseñanza por indagación dialógica a partir de situaciones problemáticas. Coincidimos con la autora en que:

Los intercambios entre docente y alumnos generan diferentes posibilidades en la circulación del conocimiento en el aula que dependen del carácter del contenido, de las formas de participación, del tipo de las intervenciones verbales que ocurren, de las funciones que ellas juegan en el proceso de comunicación, los roles de los diferentes participantes en el marco del diálogo que se entabla, de las estrategias usadas, de los contextos social y lingüístico, y del tiempo compartido, fundamentalmente. (De Longhi y col., 2012, p.190)

También, al generar actividades en las que el estudiante trabaja de manera autónoma, ya sea en la construcción de mapas conceptuales o en las actividades de entrega en foro, se habilita una interacción que

tiene lugar a partir de un proceso de retroalimentación que puede ser oral o escrito, en el que el docente le realiza una devolución que tiene por objetivo que el estudiante siga reflexionando sobre sus aprendizajes. Esto se aproxima a lo que Anijovich y Capelletti (2019b) llaman interacción dialogada formativa, en la que se busca que los estudiantes identifiquen aquello que han aprendido, aspectos a mejorar o seguir trabajando, y posibles caminos para hacerlo.

- *La consolidación del docente como mediador favorece nuevas formas de aprendizaje:* al propiciar movimientos en el rol del docente tanto en las clases teóricas como en las prácticas, desplazándolo de un lugar de poseedor del saber hacia un rol de mediador entre el recurso tecnológico, el estudiante y los conceptos físicos a ser aprendidos, tal como sugieren Massa, Sanjurjo y Foresi (2015), se habilitan nuevas formas de aprendizaje.

El docente ya no se limita a ofrecer explicaciones, sino que además es generador de situaciones de enseñanza diversas. En ellas interviene mediante *preguntas de variadas características*: abiertas, cerradas, retóricas, de respuesta corta, para iniciar discusiones, que permiten la indagación de las ideas de los estudiantes, etc. *Plantea problemas, y situaciones* para analizar haciendo uso de diferentes recursos: foros, videos, simulaciones. Lleva adelante discusiones a partir de diferentes intervenciones que orientan, regulan y estimulan la participación de los estudiantes, guía los intercambios colaborando con los procesos de reflexión. Estas nuevas actitudes lo acercan más a un rol de *facilitador* del aprendizaje, tal como propone Prieto (2017) y se aleja del rol que Pozo y Gomez Crespo (1998) reconocen como docente tradicional expositor.

Es de destacar la importancia de la intervención del docente tanto en el trabajo en foros de discusión, en la *retroalimentación* cuando se trabaja con mapas conceptuales, en las actividades que utilizan simulaciones,

videos y animaciones en la clase presencial, en la devolución de las producciones escritas que los estudiantes presentan en foros; su participación resulta clave para favorecer la construcción de conocimiento de los estudiantes. En términos de Anijovich y Cappelletti (2019), "el docente no se limita a acreditar saberes de los estudiantes, sino también de promover la toma de conciencia de su propio proceso de aprendizaje y contribuir al desarrollo de su autonomía" (p. 85).

Este nuevo papel del docente en la organización de la clase se aproxima a lo que Domínguez y Stipcich (2010) identifican como un rol fundamental del profesor para lograr el compromiso argumentativo por parte de los estudiantes, posibilitando que *puedan* "proponer sus puntos de vista, defenderlos, refutar otros, pedir argumentos y comprometerse en un proceso de negociación y re-negociación de significados" (p.77). En el mismo sentido Sanmartí (2000) sostiene que:

El conocimiento escolar no se puede asimilar a una simplificación del saber de los expertos. Más bien debe concebirse como una reelaboración. Ello conlleva que los enseñantes, conjuntamente con los estudiantes, elaboran un nuevo conocimiento, el que se construye en el aula, en el que las actividades, las informaciones y las experiencias son creadas ad hoc con el objetivo de promover el aprendizaje. En consecuencia, la tarea del enseñante no consiste en encontrar la forma sencilla de decir o hacer aquello que han dicho o hecho los expertos, sino en planificar las actividades que promuevan la construcción de un saber válido en el contexto escolar. (Sanmartí, 2000, p. 22)

En ciertas oportunidades, en los encuentros entre los docentes y la investigadora, los propios docentes expresan su sorpresa por las nuevas formas de participación que ellos mismos adoptan, y pueden valorarla. Esto se considera de relevancia, dado que como afirma Perrenoud (2007):

Una elaboración reflexiva y metacognitiva únicamente tiene sentido si proporciona al actor un cierto control de su inconsciente práctico. ¿De

qué sirve saber cómo funcionamos si no logramos cambiar? La esperanza de controlar el inconsciente práctico es el motor principal de la concienciación. Si esta esperanza se frustra, el actor no tiene ningún motivo para continuar. (Perrenoud, 2007, p.146)

De esta forma, no sólo se vuelve relevante la transformación en el rol del docente, sino también su propio proceso de metacognición sobre dichos cambios y la reflexión que pueden realizar al respecto, ya sea desde valoraciones o desde la identificación de obstáculos y desventajas.

- *El fortalecimiento del rol protagónico del estudiante enriquece su aprendizaje:* al posibilitarse un proceso de construcción de conocimientos y no una mera presentación de datos acabados, se involucra al estudiante a partir de nuevas formas de actuación, en las que puede *hacer explícitas sus concepciones* e ir modificándolas a partir del trabajo con los docentes y con sus pares. Los estudiantes adoptan progresivamente una *postura activa* que se evidencia en las diferentes actividades: cuando discuten con sus pares en foros o modelizan con el simulador; cuando construyen y presentan sus mapas conceptuales; cuando analizan animaciones o videos; cuando elaboran producciones con recursos que eligen de forma autónoma (videos, fotografías). Los estudiantes no sólo expresan opiniones, sino que realizan análisis de fenómenos, hipotetizan, ponen a prueba sus conjeturas para corroborarlas con el simulador, discuten con sus pares sobre los resultados obtenidos, argumentan.

Las actividades ya no se limitan a la repetición y aplicación de técnicas, como Pozo y Gómez Crespo (1998) identifican en la enseñanza tradicional, sino que requieren de *análisis, reflexión, diseño, creatividad, trabajo con otros, manejo de diferentes herramientas, etc.*, más próximas al tipo de demandas que Pozo y Puy Pérez Echeverría (2009) reconocen como necesarias para dar respuesta a las nuevas demandas sociales.

Al trabajar con los simuladores, animaciones o videos el estudiante es

protagonista en el reconocimiento del sistema de estudio, la identificación de las variables relevantes para su análisis, la elaboración de hipótesis y su puesta a prueba, la aplicación de los conocimientos construidos a nuevas situaciones. Esto posibilita un *acercamiento gradual al modelo* que el profesor espera que construya, a partir de sucesivas aproximaciones.

El trabajo en plataforma en los espacios de foro permite *mayor autonomía* en el estudiante respecto al momento y a la forma de participación, favoreciendo el trabajo de aquellos estudiantes que suelen no participar generalmente en las clases presenciales por temor o vergüenza. Favorece la *autorregulación* del estudiante en la toma de decisiones en relación a qué momento acceder a las actividades propuestas, cuándo y cómo participar, poner en diálogo sus ideas con las de sus pares, etc. A su vez, se trabaja en el desarrollo de la *responsabilidad*, en relación a la resolución y el cumplimiento de las actividades semanales, respetando los momentos de intercambio. Lo antes expuesto coincide con lo planteado por Sanz, Zangara y Diesel (2016) quienes sostienen que:

Los foros de debate proveen características únicas de comunicación, que los hacen candidatos perfectos para el manejo de la comunicación en entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje. Esto es porque ofrecen comunicación asincrónica y por tanto, relajan la situación de establecer horarios específicos, además, las interacciones y conocimientos compartidos quedan a disposición dentro del espacio del foro para que sean consultados cuando un participante lo necesite, lo que resulta de interés para mantener un registro de las interacciones compartidas. (Sanz, Zangara y Diesel, 2016. p.431)

Se proponen a su vez actividades de *reflexión*, como la construcción y presentación de mapas conceptuales, en las que el estudiante realiza un trabajo de *metacognición* sobre su propio proceso de aprendizaje, debe reflexionar sobre cómo comunicar a otros la construcción lograda a partir

de la oralidad y poder dialogar con sus pares y docentes en el momento de intercambio. Anijovich (2014), afirma que favorecer la enseñanza de los procesos metacognitivos, a través de actividades en las que se reflexiona sobre las estrategias y los caminos que se ponen en juego, les posibilita a los estudiantes tomar decisiones y por lo tanto ganar autonomía en su proceso de aprendizaje. En la misma línea, Moreira (2012) expresa:

En la medida en que los alumnos utilicen mapas conceptuales para integrar, reconciliar y diferenciar conceptos; en la medida en que usen esa técnica para analizar artículos, textos, capítulos de libros, novelas, experimentos de laboratorio y otros materiales educativos del currículum, estarán usando el mapeamiento conceptual como un recurso de aprendizaje. (Moreira, 2012, p.3)

- *El afianzamiento de la articulación entre clases teóricas y clases prácticas favorece la formación de los estudiantes de forma integrada:* este aspecto resulta de gran importancia dado que surge como una dificultad central sobre la que los propios docentes cimentan las reflexiones que dan comienzo del trabajo en colaboración. Cabe destacar, que si bien es una necesidad que surge como propia del caso, esta no se limita a él, sino que resulta de un aspecto de interés difundido en la enseñanza universitaria. La importancia de esta "articulación" aparece como una preocupación en las investigaciones sobre la enseñanza en el nivel superior (Lucarelli, 2004). Filkenstein (2020) plantea, en el marco de la pandemia, la necesidad de romper con la tradicional distinción entre teoría y práctica y señala:

La mayor parte de los currículos universitarios que sostienen una concepción de la articulación teoría-práctica aplicacionista, y en donde los espacios dedicados al aprendizaje de las prácticas profesionales se ubican en los tramos finales de la formación, una vez que se han aprendido los campos disciplinares. (Filkenstein, 2020, pp.)

La autora sostiene que es necesario incluir diferentes modalidades de

articulación entre la teoría y la práctica para acercarse a la formación de los estudiantes en un sentido integrador.

La articulación tradicional de las cátedras suele responder generalmente a un aspecto de coordinación de tipo cronológico en relación al dictado de los contenidos tanto en la clase teórica como práctica; esto tiene lugar mediante un diálogo permanente entre los docentes en relación al ritmo con el que cada uno va desarrollando sus clases. Por ello, resulta de interés pensar en otras posibles articulaciones.

Las actividades de iniciación propias de las clases prácticas en las que se trabajaba en la recuperación de aspectos teóricos para dar inicio a la resolución de ejercicios, se constituyen como un elemento articulador de interés. En ellas se ponen de manifiesto las dificultades de los estudiantes para recuperar los contenidos ya trabajados en las clases teóricas y aplicarlos en las clases prácticas. Se identifica allí que en las clases tradicionales el docente dedica bastante tiempo en volver a explicar los aspectos más importantes del tema que necesita para la resolución de los ejercicios, lo cual resta tiempo a la implementación de nuevas actividades propias de la clase práctica.

A medida que avanza en la implementación de nuevas estrategias de enseñanza, transformando las actividades tradicionales e incorporando otras nuevas, el límite tradicional entre clases teóricas y prácticas comienza a moverse. Si bien es importante destacar que tanto la organización de día y horario de las clases teóricas y prácticas, como el docente a cargo, no se vio casi alterada, es posible *identificar actividades que favorecen la articulación entre ambas clases*, las cuáles parecerían ser una clave para promover la integración entre ambos espacios.

La incorporación de trabajos en foro como parte de la clase teórica en los que se llevan a cabo actividades prácticas semanales como las discusiones de foro y la elaboración de producciones personales en las

que el estudiante debe resolver una consigna dada, rompen con la dinámica tradicional en la que, por un lado sólo se realizan actividades en las clases prácticas y por el otro, las clases teóricas solo se caracterizan por la presentación de desarrollos algebraicos. Este cambio en la dinámica interpela al estudiante a revisar lo trabajado en el transcurso de la misma semana para resolver las actividades, y no esperar hasta la instancia de examen parcial o final.

Por otro lado, *la incorporación de actividades con simuladores, animaciones y videos*, en los que se analizan fenómenos de forma conceptual rompe con la dinámica de las clases prácticas tradicionales en las que sólo se resuelven ejercicios haciendo uso de modelos matemáticos, sino que se realizan análisis conceptuales de los fenómenos en estudio.

Finalmente, *la actividad de construcción y presentación de mapas conceptuales* no sólo le demanda al estudiante la articulación de conceptos y relaciones trabajadas en ambos espacios de la cátedra, sino que la participación de ambos docentes en la evaluación y retroalimentación pone de manifiesto una articulación que se evidencia incluso de forma física en el escenario de trabajo.

En este sentido, producto del trabajo en colaboración, es posible evidenciar una mayor articulación entre la clase teórica y la clase práctica a partir de pequeñas aproximaciones que el estudiante va realizando, a modo de proceso, como consecuencia de la diversidad de actividades y sus diferentes características, propuestas por los docentes.

- *Es necesario resignificar la evaluación para favorecer la retroalimentación:* la evaluación tradicional que se lleva a cabo suele estar caracterizada por evaluaciones parciales escritas, que tienen lugar durante la cursada, basadas en la resolución de ejercicios similares a los de la guía de trabajos prácticos, y una evaluación final de carácter oral a la que los estudiantes acceden una vez finalizada la cursada de la

materia. En todos los casos el foco de la evaluación no está puesto en el proceso de aprendizaje sino en los resultados y su calificación. Esto es una característica frecuente en la enseñanza universitaria tal como expresan Falabella, Roa y Fuhr-Stoessel (2020) quienes destacan que los instrumentos que utilizan los docentes universitarios para evaluar son aquellos que se corresponden con instancias en las que se valoran principalmente resultados de los aprendizajes. Del Vecchio (2016) afirma que:

La práctica de la evaluación de los aprendizajes -fusible institucional por excelencia- parece haber recorrido sus propios caminos dentro de las unidades académicas, convirtiéndose prácticamente en un parasistema, difícilmente articulable con el proceso de enseñanza-aprendizaje y menos aún con el entramado histórico, social, político y educativo del que es tributaria. (Del Vecchio, 2016, p.72)

Es posible pensar cambios paulatinos en las actividades, que promuevan transformaciones en las formas de evaluación, poniendo el foco ya no en los resultados finales alcanzados por los estudiantes, sino en sus procesos; permitiendo obtener información o indicios de aprendizaje tanto de sus participaciones en las diferentes actividades de la clase presencial, como en las intervenciones en las discusiones de foro, las características de las actividades de entrega obligatoria y las presentaciones de mapas conceptuales. Cabe destacar que no se abandonan los instrumentos de evaluación tradicional, sino que se amplía la concepción con la incorporación de actividades que permiten obtener nuevas evidencias del proceso de construcción de conocimiento de cada estudiante. El uso de la plataforma posibilita tener un seguimiento identificable de manera objetiva de la participación de los estudiantes lo que permite convocar a aquellos estudiantes que no se involucran y ofrecer ayuda si lo necesitaran. Por otra parte, los registros que subyacen a los espacios de foro son propicios para analizar cuáles son las dificultades de los estudiantes, identificar aspectos para reforzar

o trabajar nuevamente, como así también mantener intercambios individuales con los estudiantes sobre consultas. El trabajo con mapas conceptuales favorece un feedback sobre los conocimientos que los estudiantes han construido y la revisión de las prácticas de enseñanza, en pos de realizar mejoras en la actividad cotidiana. Las actividades de cierre, tanto de entrega en foro como de presentación de mapas conceptuales, favorecen la retroalimentación, ya que cada estudiante recibe de manera individual una devolución del docente sobre aquellos aspectos a seguir trabajando. También el docente se replantea su enseñanza, a partir de la información que emerge en estas actividades, por lo que se puede reconocer un doble impacto, no sólo en el aprendizaje del estudiante, sino en la planificación de la enseñanza de los docentes.

Es posible afirmar que, producto del trabajo en colaboración, las estrategias de evaluación se ampliaron, como consecuencia de la diversificación de las actividades, lo que posibilita la obtención de información durante el proceso de aprendizaje, a la vez que se favorece la retroalimentación permitiendo así al docente acompañar la trayectoria de los estudiantes durante toda la cursada.

Esto se aproxima a la propuesta de evaluación planteada por Anijovich y Cappelletti (2017) de evaluar para aprender, en la que se asume que la evaluación va formando mientras se aprende, aportando información que contribuye a que el estudiante avance. Según las autoras, la evaluación es un proceso continuo, en el que la retroalimentación cobra un papel central por la información que proporciona a los docentes, pero especialmente a los estudiantes. Se destaca la noción de "avance" tanto desde lo individual como desde lo colectivo.

La diversificación de las formas de evaluación puso de relieve la necesidad de revisar también las formas de registro y calificación habituales que los docentes realizaban del aprendizaje de sus

estudiantes. Esto permitió la discusión de diferentes cuestiones, asociadas principalmente al tipo de información que se buscaba ofrecer al estudiante en cada actividad. Por ejemplo, se discutió si era conveniente utilizar una calificación numérica o resultaba mejor incorporar otras formas de ponderación como "bien", "mal", "regular"; se analizó si resultaba mejor para el estudiante recibir la información toda junta al final de su cursada o contar con ella durante su desarrollo; se discutió si era posible evaluar todas las actividades con el mismo sistema de ponderación, dado que los criterios en cada caso eran diferentes; etc.

Se presenta a continuación un ejemplo del tipo de grilla utilizada para el seguimiento de los estudiantes, la cual se encontraba compartida por toda la clase en un documento drive en la plataforma. En ella los profesores contaban con permisos de edición y los estudiantes, sólo de acceso a lectura. Semana a semana este documento se iba actualizando de manera que los estudiantes pudieran llevar un seguimiento de su evaluación de forma continua. El documento fue socializado con los estudiantes al inicio de la cursada, donde se les explicó su modo de uso y los indicadores utilizados para ponderar las actividades. Cabe destacar que más allá del registro sistematizado en esta planilla, el estudiante contaba con una devolución (en algunos casos oral y en otros escrita) que daba cuenta de los criterios bajo los cuáles era construida la ponderación en cada actividad.

	Act. Obl.	Foro	Act. Obl.	Foro	Mapa	Act. Obl.	Foro	Act. Obl.	Foro	Mapa
ESTUDIANTE1	B	B	B	B ⁻	B	M	B	B	B	B
ESTUDIANTE2	B-	B	B	B ⁻	sin part	SIN PAR	SIN PART	SIN PAR	SIN PAR	SIN PART.
ESTUDIANTE3	B	B	B	B	B	B	B-	B	B	B
ESTUDIANTE4	B-	B	B	B	B	B	B-	B	B	B
ESTUDIANTE5	B-	B	M	B	B	MB	MB	B	B	B
ESTUDIANTE6	B	B	B	B	B	B	MB	B	B	B
ESTUDIANTE7	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
ESTUDIANTE8	Sin Partic	Sin Partic	B	B	MB	B	B-	B	B	B
ESTUDIANTE9	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B-
ESTUDIANTE10	B-	B	SIN PAR	B	MB	B	B	B	B	B
ESTUDIANTE11	B-	B	B	B ⁻	B	B	B-	M	B	B

Referencias: B(bien) B- (incompleto en el análisis) M(mal) Sin. Partic. (No participó)

Figura 19. Ejemplo de grilla utilizada para seguimiento de los estudiantes

Es posible reconocer que las actividades de enseñanza sufren cambios en los diferentes elementos que las caracterizan: el objeto, los roles de los docentes y estudiantes, los recursos utilizados, la articulación entre clases teóricas y prácticas, y en la evaluación. Esto nos permite afirmar que, a partir del trabajo colaborativo entre docentes e investigadores, es posible generar transformaciones en las prácticas de enseñanza, que pueden ser movilizadas por la incorporación de TIC. Sin embargo, la transformación de las prácticas de enseñanza no se limita a esto último, sino que resulta de un proceso de reflexión y resignificación de la enseñanza que tiene lugar de forma lenta, y en el que se van generando movimientos paulatinos en todos los elementos de la actividad.

4.4. Algunos aportes que contribuyen para pensar la colaboración

Al analizar el trabajo colaborativo, es posible identificar ciertas aseveraciones de conocimiento que se desprenden de este estudio y cuya contemplación podría favorecer el desarrollo de prácticas colaborativas. Entre ellas:

a) *Existe tensión entre los objetivos de la investigadora, de los profesores y de ambos en el trabajo colaborativo.*

El trabajo colaborativo tiene como característica fundamental la existencia de un objetivo común (Boavida y Da Ponte, 2011), que en este caso fue principalmente la transformación de las prácticas de enseñanza en pos de mejorar el aprendizaje de los estudiantes. Sin embargo, cabe destacar que tanto los docentes como la investigadora persiguieron objetivos individuales, que si bien estuvieron estrechamente vinculados a este objetivo compartido, estaban fundados en diferentes preocupaciones. En el caso de la investigadora, su interés residió en la construcción de conocimientos relativos a las prácticas de enseñanza de física en la universidad y las posibles transformaciones que tienen lugar, cuando se trabaja colaborativamente. Por su parte, los docentes buscaban soluciones a diferentes problemáticas que se les planteaban en sus prácticas, principalmente vinculadas a obstáculos en el aprendizaje, por ejemplo, las dificultades de los estudiantes para vincular los contenidos abordados en las clases teóricas y las actividades propuestas en las clases prácticas, la alta tasa de estudiantes que abandona la cursada, los problemas de los estudiantes para la expresión oral de sus ideas, entre otras. Boavida y Da ponte (2011) afirman que "los objetivos individuales existen siempre, de modo más explícito o implícito, consciente o inconsciente. Lo que varía es el modo en que son oficialmente reconocidos al interior del proyecto" (p. 129). En este trabajo se identifica una permanente tensión entre estos objetivos, debido a las necesidades propias de la cotidianeidad del trabajo, lo que llevó a que tendieran a sobreponerse unos sobre otros, primando generalmente las demandas de los docentes por sobre los propósitos de la investigación.

En diferentes momentos la investigadora debió ceder ante solicitudes de los profesores en la puesta en marcha de dispositivos didácticos. Esto tuvo lugar con mayor énfasis al inicio del proceso de colaboración, y estuvo vinculado con la necesidad de la investigadora de mostrar que las necesidades de los docentes eran escuchadas y atendidas, aunque ello implicó posponer, por

momentos, los objetivos de la investigación. Los docentes solicitaron en varias oportunidades que la investigadora adoptara un rol activo en la implementación de las nuevas estrategias didácticas que eran discutidas en el marco de la colaboración. Por ejemplo: el diseño de una actividad mediante la utilización de un simulador computacional, la participación activa en una clase en la que se hacía uso de un simulador, la elaboración de un mapa conceptual para un tema a modo de ejemplo, la construcción de criterios para evaluar un mapa conceptual, la gestión de usuarios para el trabajo en la plataforma moodle, la generación de un espacio de foro, entre otros. En algunos casos, la investigadora seleccionó recursos y los presentó a los docentes para el diseño de actividades; e incluso en alguna oportunidad diseñó algunas de ellas para ejemplificar diferentes estrategias didácticas y poder discutir las con situaciones concretas. Este rol de la investigadora en la configuración de las prácticas de enseñanza, trajo aparejado, por momentos, el abandono transitorio de sus propios intereses.

En otros momentos, los profesores debieron contemplar demandas de la investigadora, por ejemplo, en relación a los registros necesarios para su trabajo, ya sea en relación a las entrevistas, las producciones de los estudiantes, la solicitud de materiales, programas y guías de trabajo de la cátedra, así como el encuentro de trabajo donde se discutía acerca de los objetivos de cada actividad diseñada, el análisis de las dificultades, etc.

A la hora de llevar adelante un trabajo en colaboración, se presenta como apremiante la continua vigilancia de los objetivos de la investigación y de los propósitos de los docentes en pos de negociar un justo equilibrio entre unos y otros.

- b) *La relación no jerárquica y de participación activa de todos los miembros del grupo en pos de una responsabilidad compartida tiene lugar mediante un avance progresivo.*

Se identificó una evolución en las funciones desempeñadas por los docentes y por la investigadora, a lo largo del trabajo en colaboración.

En lo que a los docentes respecta, pueden diferenciarse tres roles:

- *Docente como espectador:* en la primera etapa del trabajo en colaboración, los docentes se posicionan en un rol pasivo, temeroso e inseguro, más cercano al de un "espectador". Es decir, se limitan a manifestar sus necesidades, observar qué herramientas se les proponen, las actividades que se les presentan, la forma en la que se implementan en el aula, entre otras cosas. El peso del trabajo está más balanceado hacia el trabajo de la investigadora. En un principio es ella quien cobra mayor preponderancia como generadora de encuentros y promotora de intercambios, convocando a reuniones por correo electrónico o acercándose hasta el lugar de trabajo de los docentes, para acordar posibles momentos de trabajo conjunto; también, resulta necesario que inicialmente adopte un rol activo en la administración del tiempo, dado que los docentes tendían a dilatar en ciertas oportunidades la implementación de las nuevas actividades, su evaluación y reestructuración de acuerdo a las necesidades; se posiciona como facilitadora de recursos, principalmente aquello vinculado a los artefactos tecnológicos y a las actividades de enseñanza. Otro aspecto fundamental de esta primera etapa, es la iniciativa de la investigadora para mantener un contacto frecuente, dado que los docentes tienden a perder la comunicación si no son convocados
- *Docente como ejecutor:* gradualmente los profesores comienzan a dar muestras de que se sienten parte del trabajo de innovación y adoptan un rol más activo en la implementación de las nuevas actividades, asumiendo parte de la responsabilidad por las tareas. Pueden analizar de forma crítica los resultados de las implementaciones, identificando potencialidades y desventajas. No asumen aún un rol demasiado activo, en el diseño de las actividades, recayendo esta tarea aún preponderantemente en la investigadora, pero se comprometen en la implementación de las mismas durante la clase con los estudiantes. Logran evaluar lo acontecido en la puesta en marcha de las nuevas

propuestas, comparten sus apreciaciones sobre los resultados obtenidos y comienzan a realizar de forma incipiente algunas proyecciones.

- *Docente como participante*: este rol se evidencia principalmente durante el desarrollo del segundo año de trabajo conjunto. Las relaciones en el trabajo en colaboración ya no se presentan como jerárquicas. Los docentes adoptan un rol activo en la selección de recursos y el diseño de actividades y su implementación. Promueven diálogos reflexivos en relación a las prácticas de enseñanza, tanto en el diseño de las mismas como en la evaluación de la implementación. Asumen también un rol proactivo convocando a encuentros cuando necesitan discutir alguna cuestión, o enviando recursos que encuentran interesantes para compartir y poner a discusión.

Si bien cada uno de estos roles va afianzándose conforme avanza el trabajo en colaboración, es preciso establecer acuerdos y revisarlos de forma permanente, en relación a lo que se espera de cada figura en cada momento. Grimaldi (2021) señala, al respecto del trabajo en colaboración:

Es necesario considerar que cuando dos personas trabajan juntas cada una tiene ideas acerca de cómo hacer ciertas cosas, qué sería mejor o más conveniente en determinada situación. Esto parece una obviedad, y sin embargo, muchas veces actuamos como si no fuera así. (Grimaldi, 2021, p. 431)

La autora realiza un llamado de atención respecto de la importancia de generar un espacio de diálogo sobre las funciones y responsabilidades de cada actor, como así también sobre la posibilidad de renegociarlas, conforme el trabajo conjunto se va desarrollando. Por su parte Boavida y Da Ponte (2011) expresan:

Si la relación es muy desequilibrada, habiendo unos que dan mucho y reciben muy poco, y viceversa, es difícil atribuir a esa actividad un carácter de colaboración. Pero, atención, mutualidad y equilibrio no significan igualdad absoluta. Significa, apenas, que todos los participantes tienen un papel

reconocido en el proyecto y se benefician, de manera inequívoca, con su contribución. (Boavida y Da Ponte, 2011)

De esta forma, es posible reconocer que los diferentes actores van adoptando diversos roles conforme transcurre el trabajo en colaboración, y que dichos roles no necesariamente implican igualdad absoluta ni en las tareas ni en las responsabilidades. En esta investigación resultó sumamente necesaria la vigilancia de la investigadora como promotora de las gestiones necesarias para posibilitar el sostenimiento de un justo equilibrio.

c) La construcción de relaciones interpersonales que favorezcan la confianza y la seguridad entre los miembros del grupo se constituye como un elemento imperioso.

Se presentó como apremiante la necesidad de establecer un vínculo personal entre los miembros del equipo, facilitando diversos canales de comunicación (correo electrónico, whatsapp, facebook), encuentros distendidos y flexibilidad para los momentos de trabajo.

La construcción de la confianza entre los participantes puede describirse dentro de un continuo en permanente movimiento. En los inicios del trabajo de colaboración, en donde podría identificarse uno de los extremos del continuo, el docente se muestra mayormente en un rol pasivo, con aportes limitados y a la espera de indicaciones sobre qué y cómo actuar; se posiciona desde un cierto grado de inseguridad y desconfianza que en ocasiones se manifiesta de forma explícita mediante bromas que dejan traslucir su percepción de estar en permanente evaluación por parte de la investigadora. Algunas expresiones a modo de ejemplo:

“Me siento observado”, “Ustedes saben más que yo, que están en el campo de la didáctica”, “Somos como ratoncitos de laboratorio”, “ ¿Ya estoy evaluado? ¿Qué nota me vas a poner?”

Aparece también alguna cuestión vinculada al estatus del científico y su prestigio:

“No todos tenemos el mismo espíritu o los mismos intereses. A veces esto no es sólo cuestión de voluntad y de tiempo sino también de bajar el ego y decir a los cincuenta te tenés que poner a aprender”; “Quién va a decir que después de 40 papers publicados te tienen que decir cómo enseñar física”

Esto denota la necesidad de enfatizar en la importancia de cada miembro del equipo y en lo valioso de su aporte para el trabajo en colaboración, ya que la existencia de ciertas concepciones sobre la figura del investigador puede convertirse en un obstáculo si no se trabaja en pos de romper con esos preconceptos. Asimismo en la expresión “te tienen que decir cómo enseñar física” se identifica esa primera noción de receptor, relacionado con el docente espectador.

Gradualmente, los docentes se van sintiendo más familiarizados con la investigadora producto de su participación regular en el campo, se van apropiando del trabajo en colaboración, y se va construyendo un vínculo de confianza. Los docentes logran manifestar sus dudas, inquietudes, temores, solicitando ayuda cuando lo necesitan. A modo de ejemplo:

Docente 1: *“Lo que más me costó, por ahí, fue el Cmap, si lo tuviera que armar yo al mapa no se si me saldría de una. Lo de los simuladores phet si, eso es más fácil. Y el otro de poner las formulitas, ese me parece más complicado ((se refiere al programa modellus)). Ese ahí ya no sé. Las simulaciones me parecieron más intuitivas, el modellus no, necesitás más dedicación. El problema es el tiempo. A veces cuando vos estás más familiarizado con algo es más fácil, es como el excel o el origin, si yo se usar el excel el origin lo voy a poder usar. Pero esto vos tenés que ponerte a aprender el funcionamiento. Si yo tuviera todo un día para ponerme a investigarlo no tengo problema, pero casi nunca tengo. Con tu ayuda es más fácil, vos me decís vamos a armar las formulitas y yo me pongo y lo hacemos, reduce el tiempo que yo me puedo pasar buscando cosita por cosita”.*

En este fragmento se puede apreciar que el docente puede, por un lado, expresar abiertamente sus dificultades en relación a las tecnologías trabajadas,

y por otro, exponer aquellas ayudas que considera que necesita discutir con la investigadora.

Se destaca de la expresión del docente la importancia de contar con alguien para poder hacer frente a lo nuevo, a lo desconocido. Se identifica cierta coincidencia en lo expresado por Grimaldi (2021) quien describe su experiencia como docente en un trabajo en colaboración:

Frente a un escenario atemorizante y de mucha incertidumbre, fue sumamente tranquilizador para mí la presencia de una persona en quien apoyarme...No me refiero aquí a la tranquilidad de contar con otro que quede a cargo de resolver los problemas, o sobre quien delegar la responsabilidad de la enseñanza...Me refiero, en cambio, a contar con otra persona con quien pensar la enseñanza. Mi sensación en un primer momento era de mucha incertidumbre, y en ese marco yo debía actuar, tomar decisiones sobre situaciones que sentía poco conocidas y sobre las que tenía más dudas que certezas. El hecho de poder apoyarme en otro, tener una interlocutora con quien pensar sobre lo que se nos iba planteando, me dio un cierto tiempo personal para “acomodarme”, recuperar mis conocimientos didácticos y ponerlos al servicio de resolver los problemas de enseñanza en esas condiciones particulares. (Grimaldi, 2021, p. 434)

La posibilidad de explicitación de las necesidades cobra gran relevancia en el trabajo en colaboración, dado que si no son manifestadas por los docentes o por la misma investigadora pueden convertirse en obstáculos ocultos que retrasen o dificulten la dinámica de trabajo. A modo de ejemplo, se presenta un fragmento de un diálogo que tiene lugar luego de una clase en la que la investigadora lleva a cabo la implementación de una actividad con simuladores durante el primer año, en los primeros pasos del trabajo en colaboración:

Investigadora: Yo necesitaría que las próximas implementaciones de las actividades en la clase la hagan ustedes, así yo puedo ocuparme de registrar lo que sucede y tomar datos para mi trabajo. ¿Ustedes creen que esto es posible? ¿Les parece que pueden ocuparse o necesitan más tiempo?

Docente 2: Si, si, vos decinos cómo querés que hagamos y le metemos. ¿Querés que te juntemos las hojas de los chicos?

Investigadora: Sí, eso sería igual. Grabamos en audio las clases, juntamos las producciones de los chicos, y yo estaría pero como oyente, tomando nota de lo que sucede, como de afuera, ¿qué les parece?

Docente 1: Yo puedo conseguir un grabador si necesitas.

Investigadora: Si, por eso no te preocupes, de eso me ocupo yo. Con que ustedes se ocupen de implementar la actividad para mí es más que suficiente.

Docente 2: Bien. Quedamos así entonces. La próxima la hago yo.

La investigadora solicita a los docentes la participación activa en la implementación de las nuevas actividades expresando explícitamente sus necesidades en relación a su trabajo de investigación. A su vez se favorece el avance hacia un nuevo estadio en relación al rol del docente, que quizás se hubiera visto demorado si se hubiera esperado hasta su propia iniciativa.

d) *El diálogo y la negociación son estrategias fundamentales para la colaboración:*

Durante los encuentros pre y post clase se buscó discutir de manera conjunta sobre qué recursos utilizar, qué tipos de actividades llevar adelante, las necesidades emergentes, posibles soluciones ante las dificultades identificadas, formas de evaluación, inquietudes, incomodidades y temores respecto de las innovaciones propuestas, entre otros. Los diálogos estaban mayormente gestionados por la investigadora, pero manteniendo una interacción permanente entre todos los participantes para que cada intercambio se nutriera del aporte de los saberes específicos de cada uno, en relación a sus experiencias, vivencias y conocimientos. En este aspecto se encuentra cierta correlación con lo expresado por Grimaldi (2021) quien desarrolla un trabajo en

colaboración entre diferentes profesionales de la educación en torno a la enseñanza de la matemática, en cuya comunicación se afirma:

Es necesario que los espacios de encuentro, al menos en sus inicios, sean gestionados por alguna figura (institucional o no) que comande su intencionalidad. La presencia de una figura con estas características puede favorecer la desnaturalización de las ideas y de las prácticas, así como la explicitación por parte de los actores de ciertas preguntas y acciones que podrían resultar de importancia para quienes nunca se han enfrentado con ciertas situaciones. (Grimaldi, 2021, p. 421)

En este caso, se puede afirmar que es la investigadora quién gestiona las discusiones y colabora con los docentes en su proceso de reflexión. Se presentan a continuación dos fragmentos de diálogos diferentes, ambos correspondientes a la fase pos-activa, en donde se discuten los resultados de diferentes implementaciones:

Ejemplo 1

Docente 2: *Lo que yo tengo que hacer es vincular mejor los ejercicios con la simulación, es decir agarrar un ejercicio ya hecho o dos o tres, que los hagan en lápiz y papel y después vamos a la simulación y comparamos. Le cambiamos algunos parámetros para que coincidan las escalas y después generalizamos algo.*

Investigadora: *O sea, ¿vos decís primero hacer el ejercicio y después el simulador?*

Docente 2: *Va, no se, ahora que lo decís así ((se queda pensando))*

Investigadora: *¿Se te ocurre otra opción?*

Docente 2: *Pienso que podría servir para repasar la teoría, que es donde tenemos el drama. Si, exactamente, eso puede ser. Para conectar más la teoría con la guía de ejercicios, porque sino queda muy colgado.*

Investigadora: *Puede ser otra opción.*

Docente 2: *Si, la próxima voy a hacer así, lo voy a probar al principio.*

Ejemplo 2

Docente 1: *Damos vuelta sobre lo mismo. Los que vienen son los que les va bien, los que estudian.*

Investigadora: *¿A vos qué te pareció?*

Docente 1: *Estuvo bueno, si, si, si. Creo que habría que implementar la entrega durante la cursada, no tan al final.*

Investigadora: *¿Vos decís en las clases?*

Docente 1: *Sí, que ellos lo hagan durante la cursada y lo entreguen. Entonces vos lo mirás y se los devolvés, marcándoles dónde está el error.*

Investigadora: *En ese caso si te lo entregan solamente, no tendrías este intercambio ((Se refiere al intercambio oral)). Viste que cuando hablan dicen cosas diferentes, que en el papel a veces no alcanzás a darte cuenta.*

Docente 1: *Ah, claro, tenés razón.*

Investigadora: *¿Y si hacen uno por tema y lo exponen? O cada ciertos temas.*

Docente 1: *Sí, no es tanto, ¿no?*

Investigadora: *Se puede probar.*

Docente 1: *Lo pueden hacer en la clase práctica.*

Investigadora: *O por ahí en las dos, coordinar. Incluso pueden hacerlos en sus casas y luego recuperarlos en las clases.*

Docente 1: *Sí puede ser. El tema es cómo implementarlo para que lo hagan todos, porque si no es obligatorio te vienen dos o tres, los buenos, y a los que realmente lo necesitan no los enganchás.*

Investigadora: *¿Y ustedes qué condiciones tienen como obligatorias? ¿Se puede pedir por ejemplo la realización del mapa como condición de aprobación?*

Docente 1: *Y, habría que hablarlo. Ahora ya no.*

Investigadora: *Lo podemos pensar para el próximo año. Va, si quieren seguir trabajando juntos.(Risas)*

Estos fragmentos de diálogo muestran diferentes tipos de intervenciones de la investigadora que buscan favorecer la actividad reflexiva del docente. En el primer caso, la pregunta "vos decís primero hacer el ejercicio y después el simulador"; recupera las propias palabras del docente, habilita la duda sobre lo expresado y da pie para pensar en otra opción. Recuperar sus palabras y

repetirlas en voz alta colabora con la reflexión y le permite ponerlas en cuestión.

Tanto en el primero como en el segundo caso, la investigadora realiza una pregunta habilitando a que los docentes amplíen ciertas ideas que quedaban implícitas, al decir "¿Se te ocurre otra opción?", "¿vos decís en las clases?". Esto es relevante, sobre todo en los primeros pasos del trabajo en colaboración, ya que si la investigadora no habilita explícitamente esta opción, es posible que el intercambio finalice allí y el docente desestime su idea.

Por otra parte, la investigadora plantea posibles desventajas en relación a la propuesta, pero le ofrece alternativas para seguir pensando y no desestimar su idea por completo.

Este tipo de intervenciones presentan dos aspectos considerados fundamentales: por un lado colaboran en la construcción de conocimientos, tanto para el investigador y su campo como para los docentes y su práctica; por el otro, favorecen a su vez la construcción de un vínculo de confianza, ya que corre a la investigadora del lugar de experto, y cobra fuerza la voz del docente, quien se siente escuchado y sus ideas valoradas. Esto se encuadra en lo que Copello y Sanmartí (2001) expresan:

Los diálogos constituyen un encuentro de sujetos portadores de concepciones y experiencias diversas que se disponen a compartir. En una situación inicial, las profesoras tienen mayor riqueza de conocimientos con relación a las características que contextualizan su trabajo. La orientadora, por su parte, ha profundizado con mayor detenimiento en las teorías en las que se basa el marco referencial de la actividad de formación. En los encuentros se propiciará la reflexión dialógica, y son momentos privilegiados para ir negociando y aproximando las concepciones y experiencias de cada uno. (Copello y Sanmartí, 2001, p. 279)

Tal como afirma Grimaldi (2021) "La interacción colaborativa con otras figuras en las que el docente pueda apoyarse para pensar, planificar y gestionar su propuesta de enseñanza parece ser una de las necesidades más urgentes para eliminar las barreras presentes en la educación"(p. 446). En el mismo sentido,

Boavida y Da Ponte (2011) señalan que "más importante que asegurar la realización del mismo trabajo por los compañeros colaboradores, es la comprensión del mundo de unos con otros a través del diálogo compartido" (p. 133). En los dos casos, los autores rescatan la importancia de pensar juntos.

e) *La práctica reflexiva se desarrolla de forma gradual y continua en el marco de la colaboración:*

La importancia de la reflexión sobre la práctica resulta ser indiscutible cuando se piensa en la formación del docente como profesional (Edelstein, 2000). Sin embargo, la autora realiza un llamado de atención sobre las características de dicha reflexión:

El problema ya no se plantea en términos de si los profesores reflexionan o no sobre sus prácticas ya que de alguna manera pareciera que lo hacen, sino en explicitar el contenido y los modos de incursionar en tal reflexión lo que, en definitiva, resulta indicativo del tipo de racionalidad que orienta esta práctica y por tanto los procesos de cambio que se procuran desde las mismas. En la medida que todos los profesores son reflexivos en algún sentido acerca de su propio trabajo, es claro que un planteo de reflexividad en términos generales resulta insuficiente y poco convincente. Sin embargo, es frecuente encontrar referencias a la reflexión del profesor como base necesaria para el cambio y sostén de las reformas escolares sin asumir el valor de tal explicitación, lo que deriva en la banalización del discurso que sostiene esta propuesta. (Edelstein, 2000, p.1)

Al analizar las prácticas tradicionales de los docentes, en los primeros pasos del trabajo en colaboración, la reflexión emergió asociada a dos cuestiones: por un lado a la articulación temporal de los contenidos y al ritmo de dictado de los mismos, para mantener la coherencia entre las clases teóricas y las clases prácticas; por el otro a los resultados de las evaluaciones parciales y rendimiento de los estudiantes, como así también de su permanencia en la cursada. Estas reflexiones vinculadas a cuestiones generales de funcionamiento de la cátedra no implicaban una reconstrucción crítica de la enseñanza, al no gestarse en espacios sostenidos de debate y diálogo entre

pares, sino desarrollarse principalmente como reflexiones personales esporádicas y ocasionales, que eran socializadas. Perrenoud (2007) expresa que:

En algunas fases del ciclo de vida, la reflexión, tanto si es solitaria como si se encuentra dentro de las estructuras ordinarias de trabajo, no permite avanzar; en cambio, la participación en un grupo de intercambios o de análisis puede ofrecer un apoyo o un método. (Perrenoud, 2007, p. 116).

Asumiendo que "El sujeto no se constituye en soledad sino con la presencia de otros que le devuelven imágenes que posibilitan procesos de objetivación" (Edelstein, 2000, p.7) se generaron espacios para propiciar intercambios entre los docentes y, con la participación de la investigadora, que favorecieran un análisis crítico de las prácticas de enseñanza, sostenido en el tiempo.

En el marco de estos encuentros, las reflexiones que surgen se concentran principalmente en tres cuestiones: las dificultades de aprendizaje; las valoraciones respecto de la innovación y sus potencialidades; y la proyección de nuevos cambios en las propuestas a partir de la identificación de ciertos obstáculos y necesidades.

En la primera etapa se reconoce principalmente una reflexión sobre las dificultades de aprendizaje, poniendo el foco en el estudiante y desconsiderando casi por completo un análisis crítico sobre las propias prácticas de enseñanza:

- En algunos casos se hace énfasis en las capacidades y saberes o falta de ello en los estudiantes, y se deja deslizar una concepción sobre el tipo de características que deben poseer los estudiantes para estudiar ciencias. Por ejemplo:

"Les cuesta mucho lo algebraico, no saben despejar"; "Te das cuenta que algunos no son para estas carreras, por ahí se imaginan que es otra cosa"; "No saben nada sobre vectores, porque no lo ven en el secundario, no se da, entonces les falta

una base importante”; “Te das cuenta que no saben estudiar, no tienen hábitos, en la escuela estudian el día anterior y ya está. Acá eso no les alcanza.”; “No hablan, hay algunos que no les conoces la voz hasta el final y ahí te das cuenta de todos los problemas que tienen”; “Ellos manejan la tecnología mucho mejor que nosotros no creo que tengan dificultades con la plataforma”.

- En muchos casos el docente asume que las estrategias de enseñanza han sido suficientes para que los estudiantes aprendan el tema, y no comprenden o no identifican por qué los estudiantes no logran resolver la actividad, incluso cuando el ejercicio resulta según su criterio “más sencillo”:

“Uno de los problemas que les puse en el examen era de un plano inclinado. Les puse uno más fácil de los que habíamos hecho en clase, la única diferencia era en que en lugar de bajar subía, era una cinta transportadora. No sabes la cantidad que habíamos hecho: con una fuerza así, con otra para allá, con tensión, de todo. Podés creer que se perdieron, no lo podían hacer”; “ ¿Cómo es posible que ninguno haya entendido que la estática era un caso particular de la dinámica? Todos lo pusieron como algo aparte ((se refiere a los mapas conceptuales)) ”.

- Por otro lado, se identifican algunas dificultades asociadas a las actitudes de los estudiantes y su estrecha vinculación con el rendimiento académico. A modo de ejemplo:

“Uno les habla como una madre viste. C me dijo: este examen es un examen de alguien que no estudió. Yo le pregunté al chico: ¿Vos resolviste todo los prácticos?; y me responde: Y:::, todos no. Viste, que se yo. Cuando yo estudiaba lo mínimo que hacía eran los prácticos. El práctico es la base para resolver problemas.”; “Vos haces todo el esfuerzo, les das recuperatorio, hasta prefinal, y así y todo vienen sin estudiar. Mas no se puede hacer.”;

“Algunos participan del foro el primer día, pero hay otros que esperan hasta último momento. Eso ya te da una pauta de cómo es cada uno”.

- En relación a la implementación de los nuevos recursos las dificultades que manifiestan están vinculadas principalmente al rol del estudiante:

“El simulador está bueno, pero lleva mucho tiempo llegar a una idea. Los chicos no le engancharon la vuelta hasta lo último, después de una hora con la rampa para sacar el coeficiente de fricción”, “ Les puse el simulador pero no entendían que tenían que hacer, se pusieron a jugar.”; ““Participan del foro pero no leen las respuestas de los compañeros”; “Algunos te entregan 2 páginas de justificación, pero otros no llegan a la media carilla.”

Lo antes expuesto presenta cierta correlación con los resultados de Rocha, Roa y Fuhr-Stoessel (2017) en un estudio sobre el profesor universitario. Las autoras expresan: “estas dificultades que el docente registra, las considera propias del estudiante. No menciona dificultades del aprendizaje del contenido de la asignatura y los principales problemas los coloca por fuera del desarrollo de la misma” (p. 136). Este aspecto resulta de gran importancia ya que si no se trabaja en pos de generar movimientos que interpelen esta mirada del docente, difícilmente se reconozca la necesidad de generar cambios en las prácticas de enseñanza, dado que el problema no estaría allí, sino en el estudiante. Perrenoud (2007) expresa al respecto:

Nadie acepta de buena gana «formar parte del problema». Ahora bien, un análisis de la práctica bien conducido supera rápidamente la búsqueda de un chivo expiatorio y la atribución de todas las dificultades profesionales a los alumnos, a los padres, a los colegas o a la institución. De ahí a considerar que uno mismo hace lo que denuncia hay un paso difícil de dar en plena acción de un caso concreto. Sin embargo, se trata de un esquema elemental de un enfoque sistémico. (Perrenoud, 2007, p.131)

El tratamiento de este aspecto merece especial cuidado por parte del investigador, quien debe favorecer el desplazamiento de la mirada sobre los problemas desde los estudiantes hacia las propias prácticas y metodologías de enseñanza, pero de forma tal que los docentes no se sientan increpados y se afecte la relación de confianza.

Además de las dificultades hasta aquí presentadas surgen también algunos comentarios muy esporádicos asociados a la necesidad de generar cambios a nivel institucional, lo cual aparece vinculado a una mirada crítica de los planes de estudios actuales, en relación a otros países del mundo:

“La carrera es muy exigente, no puede ser que tarden ocho años en recibirse. A mí me parece que habría que mirar un poco los planes de estudios de otros países, y sobre todo la bibliografía que usan, para ver si se le puede dar otro enfoque al aprendizaje, buscar otra manera de plantearlo. Tiene que haber otra forma.”; “ El plan tiene cuatro físicas básicas y dos experimentales, por eso están separadas, para que la experimental se haga aparte y no en las físicas básicas. Que se yo, no sé si eso está tan bien, pero es lo que tenemos”.

Las reflexiones aquí comentadas fueron tomadas como insumo para trabajo en colaboración, y permitieron el desarrollo de nuevas estrategias de enseñanza como respuesta a los problemas por ellos identificados. Resulta interesante considerar lo planteado por Sadovsky, Itzcovich, Quaranta, Becerril, García (2016) quienes afirman que es usual que los investigadores “se contacten con los docentes en el momento en que ya han producido sus resultados y no al formular las preguntas que dieron lugar a sus trabajos” (p.12). Los autores expresan que generalmente estas preguntas no necesariamente coinciden con las que se formulan los docentes en su tarea de enseñar. En relación con esto, se considera en esta investigación que, si bien no necesariamente el docente debe participar en la elaboración de las preguntas de investigación, dado que sus intereses no tienen por qué coincidir con los del investigador, sí resulta valioso conocer las dificultades por ellos identificadas y tomarlas como insumo

tanto para la construcción de conocimiento del campo de investigación, para los mismos docentes que en oportunidades no visibilizan sus propias concepciones, o como recursos para el desarrollo del trabajo en colaboración.

Posteriormente, una vez iniciada la implementación de las nuevas estrategias de enseñanza, las reflexiones aparecen más vinculadas a las apreciaciones de los docentes respecto de los resultados obtenidos. En principio lo que aparece con mayor frecuencia de forma natural y espontánea son proyecciones que los docentes realizan a partir de la implementación de la propuesta y de la identificación de obstáculos y potencialidades.

- Algunas proyecciones están vinculadas a la gestión de los recursos en el aula para favorecer el aprendizaje de todos los estudiantes: *"Por ahí estaría bueno que cada uno tuviera una computadora para que todos puedan tocar"; "Podemos aprovechar que tenemos la plataforma y subirles bibliografía ahí para que les quede toda junta y ordenada"; "El tema es cómo implementar lo del mapa para que lo hagan todos, porque si no es obligatorio te vienen dos o tres, los buenos, y a los que realmente lo necesitan no los enganchás."* ; *"El problema es que al tener una sola computadora la manejan siempre los mismos dos o tres, los más dados y el resto se queda mirando. Habría que tratar de ir rotando, que puedan manejarlo todos"*.
- Otras están más asociadas a posibles cambios o modificaciones en el proceso de evaluación en donde los docentes se cuestionan la forma tradicional de evaluación, reflexionan sobre posibles nuevas estrategias e instrumentos para la construcción de la calificación final, nuevas condiciones para la aprobación de la cursada, etc.
- En algunos casos la reflexión está asociada a la selección y secuenciación de contenidos realizada tradicionalmente, cuestionando por un lado, la necesidad de ciertos contenidos en el contexto de la materia: se analiza por ejemplo la pertinencia de un bloque temático sobre análisis de errores que se aborda tradicionalmente al inicio de la

cursada, dada la poca o nula actividad experimental que se realiza en la cursada y se evalúa la posibilidad de dedicar ese tiempo al abordaje de vectores como bloque de contenidos, dadas las necesidades que identifican en los estudiantes. Por el otro, se cuestiona el momento en el que tienen lugar ciertos contenidos en el desarrollo de la cursada: se analiza la posibilidad de presentar estática y dinámica como un mismo bloque de contenidos, dado que tradicionalmente se dictan separados por el bloque de cinemática y reconocen que los estudiantes no los relacionan; por otra parte, se analiza la posibilidad de abordar movimiento relativo justo antes de trabajar con colisiones entre partículas.

Por otro lado, hacen valoraciones de las nuevas actividades reconociendo sus potencialidades, pero siempre las expresan cuando son indagados por la investigadora, estas difícilmente son manifestadas por los docentes de forma espontánea:

- En relación a los simuladores: las valoraciones de los docentes están estrechamente vinculadas a las ventajas del recurso en comparación con otras actividades realizadas en la enseñanza tradicional, por ejemplo, comparan la simulación con el ejercicio tradicional que se realiza en la clase práctica: *"La simulación es muy visual, sino te pasas 20 minutos tratando de que entiendan el problema, que se lo imaginen. El concepto y lo que está sucediendo también lo entienden más fácil."*; por otro lado establecen ventajas en relación con la experiencia real: *"Yo lo que veo es que las experiencias de laboratorio a veces esconden tantos problemas que no tienen que ver con el tema que te perdés en otra cosa y no en lo que querés que aprendan. Entre el simulador y la experiencia me parece que me termino quedando con el simulador, no sé. "Las simulaciones son fáciles de usar, a veces los chicos se dan cuenta mejor que yo, están re adaptados."*; por otra parte, lo relacionan con las diapositivas utilizadas en la clase teórica: *"Lo de la simulación*

está bueno para que vean la cosa conceptual, porque el tema de la fórmula, a mi viste me parece que se pierden en tanta fórmula.”

- En relación a los mapas conceptuales: reconocen la importancia de la socialización vinculado a la presentación oral de mapas conceptuales *“Que puedan estar más de uno presente en la presentación es bárbaro porque ven lo que hace su compañero y dicen [Ah, mirá esto. Ahora lo veo así y antes no me daba cuenta]”; Lo bueno del mapa es que si alguna cosa no salta en uno salta en otro.”* Aparece como importante la posibilidad que ofrece el mapa conceptual para la evaluación de la propia práctica docente y como un espejo de las conceptualizaciones logradas por los estudiantes. Mencionan por ejemplo: *“Logramos que ellos puedan fortalecer el aprendizaje y te da un feedback. Porque el tema conceptual sino vos no lo ves hasta el final, porque en el parcial evaluás la parte práctica nada más”; “A mí me viene bárbaro porque yo los escucho y me escucho yo, a mí hablándoles a ellos y en como ellos me interpretan también. Me flasheo eso de curvilíneo y rectilíneo. A ver, una recta es un tipo de curva, pero por ahí uno no hace hincapié en decir una dimensión, dos dimensiones.”; “Vos así con el mapa conceptual los escuchás antes del final y te das cuenta dónde está el error.”*
- En relación al trabajo en plataforma: destacan la importancia de que los estudiantes tengan que vincular lo trabajado en la clase práctica y la clase teórica en el transcurso de la semana para resolver las actividades de foro, ya que generalmente estas vinculaciones no se daban hasta la instancia de final: *“Con las actividades de foro los obligas a leer semana a semana, se mantienen al día”.* Mencionan las ventajas de la plataforma en relación a la organización: *“Viste que hay algunos que no saben ni en qué tema estás, pierden las fotocopias.... así al menos tienen todas las semanas organizadas, los prácticos, las actividades, todo en un sólo lugar.”*

La importancia de la reflexión sistemática y acompañada sobre la práctica para favorecer procesos de transformación de la enseñanza es innegable. Perrenoud (2007) sostiene:

Si deseamos hacer de ello la parte central del oficio de enseñante para que se convierta en una profesión de pleno derecho, corresponde especialmente a la formación, inicial y continua, desarrollar la actitud reflexiva y facilitar los conocimientos y el saber hacer correspondientes. (Perrenoud, 2007, p. 43)

La posibilidad de pensar con otros permite develar ciertas prácticas naturalizadas y generar movimientos hacia nuevas formas de concebir la enseñanza, el rol del docente, el rol del estudiante, el lugar de los recursos, la dinámica de la clase. Sin embargo esta tarea insume tiempo. Tiempo que generalmente el docente pone a disposición de buena voluntad y con mucho esfuerzo. En este sentido, y tal como expresa Grimaldi (2021) "el sistema debe revisar sus características, su organización y aquellos aspectos del trabajo docente que actualmente tienden a obstaculizar o incluso imposibilitar el trabajo reflexivo y compartido de las propias prácticas" (p. 446). En la misma línea, Vaillant (2016) señala que "las instituciones deberían proveer personal de apoyo para atender los espacios en los cuales los docentes, de una determinada asignatura o nivel, realicen observaciones de aula, analicen casos de sus estudiantes, sistematicen buenas prácticas, o asistan a debates académicos" (p.12).

Se destaca entonces, la necesidad de favorecer el desarrollo de políticas institucionales que garanticen el tiempo, el espacio y el personal de apoyo necesario, para el desarrollo de prácticas reflexivas, que permitan la transformación significativa de la enseñanza.

f) *La mutualidad surge del reconocimiento de aprendizajes individuales y aprendizajes conjuntos:*

Boavida y Da Ponte (2011) destacan la relevancia de la mutualidad en el trabajo colaborativo, reconociendo que todos tienen algo para dar y algo para

recibir del trabajo conjunto. La explicitación de la importancia de los conocimientos de cada actor, sea el propio de los docentes o el de la investigadora, cada uno resultante de su experiencia personal y formación profesional, permite poner en valor el aporte de cada uno de ellos para la construcción de un conocimiento que no podría haber sido alcanzado sin el aporte de cada una de las miradas. A su vez, es necesario reconocer que tanto la investigadora como los docentes van construyendo conocimientos individuales, en relación a los objetivos particulares que cada uno persigue.

En un principio predominó en los docentes la idea de que sólo el investigador tenía conocimientos relevantes para aportar. Los docentes realizan preguntas a la investigadora como si esta tuviera una palabra autorizada: "Vos que opinás, ¿teoría de errores debería estar o no?"; "A vos qué te parece, ¿se puede dar movimiento curvilíneo si no saben vectores?". La investigadora busca hacer hincapié en este primer período en la puesta en valor y reconocimiento de aquellos saberes de los que los docentes disponían, propios de su experiencia y trayectoria. A modo de ejemplo, se presenta un fragmento de un diálogo entre la investigadora y uno de los docentes, en la fase preactiva:

Investigadora: *¿Te parece que se puede usar combinado, el simulador y la experiencia de laboratorio? Vos también dictás la física experimental, ¿no?, tenés experiencia en eso.*

Docente 2: *¿Podemos armar una cosa de esa? Vos sabés que el otro día vi una cámara que trabaja con fricción cero. Es cuestión de armarlo, conseguimos el equipo y algo hacemos.*

Investigadora: *¿Vos decís para trabajar con el simulador?*

Docente 2: *Si. La simulación de plano inclinado que usamos el otro día podría ser. O movimientos acelerados, no sé. La primera simulación tenía de eso, de empujar sin fricción. Eso lo podemos hacer. Tendría que empezar a practicar de vuelta como se calculaban los tiempos y eso, pero no es complicado. Después hacemos las tres cosas: en papel, la simulación y la experiencia.*

Investigadora: *¿Vos decís todo eso?((ríe))*

Docente 2: *¡Si!*

Investigadora: Bueno, acá el que sabe sos vos, si vos decís que se puede yo te creo. ((Risas))

En este diálogo puede apreciarse cómo la investigadora recupera la experiencia del docente en el dictado de una materia experimental, para poner en valor sus conocimientos sobre posibles dificultades vinculadas al diseño e implementación de actividades experimentales, y toma esto como punto de partida para introducir una posible innovación.

Gradualmente y mediante la consolidación de la relación de confianza, la investigadora comienza a hacer pequeñas intervenciones, siempre tomando como punto de partida las expresiones de los docentes, en pos de ampliar su mirada respecto a la enseñanza. A modo de ejemplo:

Ejemplo 1

Docente 1: Estuve intentando con el simulador de vectores, la última dirección que nos compartiste, pero algo anda mal. Fijate las coordenadas del vector y donde me lo gráfica. ¿Soy yo que estoy haciendo algo mal? No creo, es muy simple lo que puse.

Investigadora: Si, tiene errores, por eso está bueno ((Ríe)). Una vez que los chicos "manejan el tema", una situación interesante es proponerles una actividad con el simulador para ver si efectivamente han entendido. Se supone que cuando ellos trabajan la simulación debieran encontrarse con las mismas dificultades que vos te encontraste y reconocerlas.

Docente 1: Uh, me falta saber mucho de pedagogía. Nunca se me había ocurrido eso, ya la estaba desechando. ¡Qué bueno cultivarse! (Ríe)

Investigadora: Obvio que luego les tenés que explicar a ellos que tu objetivo era que pudieran identificar que algo andaba mal, no es que los dejás con eso y que se arreglen.

Ejemplo 2

Investigadora: ¿Alguna otra cosa que te haya generado problemas?

Docente 2: Los chicos todavía siguen pensando, y esto seguramente vos lo manejas mucho mejor que yo, el tema de la fuerza centrífuga, cada tanto alguno

sale diciendo eso.

Investigadora: Y:::, es bastante anti intuitivo.

Docente 2: Exactamente, eso es.

Investigadora: Cuando lo que buscás que aprendan contradice lo que ellos ven o han aprendido de su experiencia cuesta, no es sencillo. Vos tenés en la cabeza una estructura de ideas que has construido a lo largo de toda tu vida, desde que sos chico. Y lo que ellos saben es que hay una fuerza que tira para afuera, no para adentro.

Docente 2: Claro, los chicos en realidad tienen esa idea en la cabeza, y cada tanto se les escapa. Antes nos tenían cortitos con eso, ni se nos ocurría decir centrífuga. Pero la idea la siguen teniendo, no queda otra.

Investigadora: No es un tema sencillo, de hecho hay muchas investigaciones y diferentes posturas en el campo de la didáctica. Lo importante es no perder de vista que estas ideas están, y no solo para la fuerza centrípeta, para todo. Como cuando les preguntás qué cae más rápido.

Docente 2: Claro. Si, les haces la experiencia y todo, pero si les preguntás medio rápido le pifian.

En ambas situaciones la investigadora deja deslizar conocimientos del campo de la didáctica, sin necesariamente proponer a los docentes la lectura de bibliografía específica.

Si bien Perrenoud (2007) expresa que la reflexión sobre la práctica no necesariamente tiene como propósito la capacitación docente, en esta investigación se reconoce como una estrategia valiosa para la formación continua, si se quiere desde la colaboración entre colegas, que le permita al docente ir incorporando nuevos conocimientos y ampliando su mirada, sin tener que disponer necesariamente de un espacio de capacitación formal donde se aborden referentes teóricos propios del campo de la didáctica, lo cual, aunque necesario, muchas veces se aleja de sus intereses. Tal como afirman Boavida y Da Ponte (2011) "el aprendizaje que resulta de la colaboración y de la negociación, a ella entrelazada, es, así, una dimensión ineludible del mundo de hoy" (p.134).

g) *La gestión y regulación permanente del tiempo se constituye como una variable determinante durante el trabajo en colaboración:*

A lo largo del proceso se realizaron ajustes en la cantidad de encuentros, su frecuencia y duración en función de la necesidad de tomas de decisiones constantes y de reflexiones permanentes.

En algunos momentos resultó necesario insistir en el sostenimiento de encuentros, ya que por diferentes razones estos tendían a dispersarse. Se identifican dos momentos clave en el trabajo en colaboración:

- Al inicio de la investigación: cuando los docentes aún no tienen claridad sobre la dinámica de trabajo ni disponen de evidencias de cambios significativos en el aprendizaje de los estudiantes que los motive a participar.
- En una etapa avanzada de la investigación: a medida que el docente gana autonomía para diseñar e implementar las propuestas innovadoras, se independiza de la investigadora, y tiende a distanciarse dado que sus objetivos están logrados.

Otro aspecto relevante lo constituye la dinámica que subyace al interior de un mismo cuatrimestre de cursada. Se reconoce al inicio de éste mayor disponibilidad para la realización de los encuentros e intercambios y gradualmente un cese de disponibilidad producto de obligaciones académicas como participaciones en congresos, salidas de campo, corrección de exámenes parciales, entre otros.

Estas consideraciones son de relevancia, puesto que repercuten en la tarea de la investigadora, fundamentalmente en lo que respecta a la recolección de la información. En este sentido, si los propósitos están asociados a analizar un proceso de evolución y los docentes no responden en alguna etapa del proceso, por alguna de las cuestiones antes mencionadas, se dificulta la obtención completa de los registros necesarios para el análisis de los datos y complejiza el trabajo de quién investiga.

Lo aquí identificado coincide con lo expresado por Sadovsky et al (2016) en relación a la tensión entre trabajo en colaboración y condiciones institucionales:

Los maestros tienen que aceptar un juego que se distancia momentáneamente de las urgencias cotidianas –para ello deben construir, como producto del trabajo, la convicción de que en ese proceso elaborarán nuevas herramientas–; los investigadores deben adaptar las condiciones que se identifican como fértiles en la construcción de la colaboración a un funcionamiento institucional particular en el cual deben alojarse, de modo tal que se torne viable. (Sadovsky et al, 2016, p.56)

La novedad que el trabajo en colaboración representa en la dinámica de las instituciones educativas, genera tensiones propias del desconocimiento de este tipo de funcionamiento, por lo que es preciso considerarlas como una variable más a atender, en el desarrollo del trabajo.

4.5. Las evidencias de cambio en el conocimiento docente

Para dar inicio a esta sección se recupera un fragmento de Copello y Sanmartí (2001) quienes expresan:

Detrás de cada práctica de enseñanza hay diferentes concepciones que constituyen el punto de partida de todo proceso de formación permanente. Subyacen diferentes formas de entender qué es la ciencia, qué es aprender, qué es un buen trabajo práctico o un problema, qué es la evaluación, cuáles son las causas del fracaso escolar, etc. Pero también hay muchas rutinas aprendidas al inicio de la profesión, bien vividas anteriormente como alumnos, bien imitadas de compañeros más expertos, que aplicamos constantemente en el momento de tomar decisiones. (Copello y Sanmartí, 2001, p.19)

Asumir la existencia de ciertos conocimientos en torno a la enseñanza posibilita pensar también en su posibilidad de transformación. Perrenoud (2007) expresa:

La forma de actuar y de ser en el mundo de una persona no puede cambiar sin transformaciones subyacentes de sus actitudes, representaciones, saberes, competencias o esquemas de pensamiento y de acción. Éstas son las condiciones necesarias para una transformación duradera de la práctica. (Perrenoud, 2007, p.120).

Al fundar esta investigación sobre la base de la colaboración se asume que, producto del trabajo conjunto entre los docentes y la investigadora, cimentado principalmente en la reflexión sobre la práctica y la negociación de significados, es posible favorecer ciertos cambios en los conocimientos que sustentan las prácticas de enseñanza.

Dado que el interés está en la innovación educativa cuando se incorpora tecnología, se adopta para el análisis el Modelo TPACK como lente, para analizar las tres fases de la enseñanza, en busca de evidencias de cambios contemplando el conocimiento tecnológico, el pedagógico y el disciplinar.

Se presentan a continuación los resultados del análisis de las categorías AYUDAS, AUTONOMÍA Y REFLEXIONES relativas a cada fase, para reconstruir el conocimiento que los docentes ponen en juego tanto en el diseño, en la implementación como en la evaluación de la enseñanza. Se asume que estas categorías son representativas de la evolución de las reflexiones que los docentes pueden realizar sobre su propia práctica y de la negociación de significados entre ellos y la investigadora, de manera que permiten evidenciar los cambios en el conocimiento de los docentes.

a) Las evidencias sobre el conocimiento de partida.

Al analizar la autonomía del docente en la fase pre-activa, en los inicios del primer año de trabajo en colaboración, se reconoce que, si bien conocen tecnologías específicas que utilizan en su trabajo cotidiano como PowerPoint, Excel, Word, Origin y correo electrónico, desconocen recursos tecnológicos educativos, como así también estrategias didácticas para el diseño de actividades que los incorporen. Por ello, los docentes en los primeros pasos de la colaboración no disponen de herramientas para buscar, seleccionar, y

planificar, de forma autónoma, actividades que permitan la incorporación de las TIC en sus clases, sino que requieren de un acompañamiento permanente de la investigadora **(AU)**.

En cuanto a las ayudas en la fase interactiva, están estrechamente vinculadas a los artefactos utilizados, entre ellos, el pizarrón, la guía de ejercicios propuesta por la cátedra y las diapositivas. Todas ellas tienen como propósito presentar información al estudiante. El foco está puesto principalmente en la transmisión de los modelos matemáticos subyacentes a los fenómenos físicos estudiados, como así también en los procedimientos característicos para su utilización **(AY)**.

En lo que a las reflexiones que tienen lugar en la fase pos-activa respecta, se destaca el conocimiento de posibles obstáculos y dificultades de los estudiantes en relación al aprendizaje de la física, del que pueden dar cuenta dada su experiencia docente **(RF)**.

Es posible afirmar que los docentes poseen un vasto conocimiento sobre el campo disciplinar, dado no sólo por su formación sino por su experiencia en la práctica de investigación, particularmente asociada a la física experimental. Se identifica también, un conocimiento pedagógico vinculado a la forma de aprender y enseñar física en el nivel universitario. Cabe destacar, que si bien no cuentan con un trayecto formativo de capacitación en la docencia, su experiencia personal, en su tránsito como estudiante de la carrera, y su inmersión posterior como docentes de diferentes cátedras, bajo la tutela de un docente con mayor trayectoria, fueron conformando un conocimiento experiencial que, si bien no es comparable con la amplitud del conocimiento disciplinar, tiene un peso importante en las decisiones de los docentes. Esto coincide con lo expuesto por Cuevas de la Garza (2013) quien describe el conocimiento del docente universitario de la siguiente forma:

Sus principales características son:

- Tiene como ingrediente sustancial el conocimiento disciplinar sobre la materia que se enseña, dado que se trata de profesionistas que se desarrollan en áreas diferentes a la docencia.
- El conocimiento profesional sobre educación o pedagogía es limitado o prácticamente nulo; más bien se incorporan principios y pautas de acción emanadas de la propia experiencia como alumno.
- Es el resultado de la integración de saberes implícitos-explícitos, teóricos-prácticos, y profesionales (disciplinares)-personales.
- Los saberes prácticos de naturaleza didáctica provienen de dos fuentes: su propia experiencia docente y su participación en programas de formación; la primera es la de mayor peso.
- Tiene un fuerte componente de elementos implícitos en las acciones y que los profesores no reconocen porque no cuentan con el bagaje conceptual o teórico para nombrarlos con categorías o conceptos propios del campo de la educación (Cuevas de la Garza, 2013, p. 3).

Es así que, en la primera fase del trabajo en colaboración, se reconoce principalmente un conocimiento que se puede asociar al Conocimiento Pedagógico Disciplinar (**CPD**) el cual constituye la base desde la cual los docentes comienzan a trabajar en la incorporación de nuevas estrategias de enseñanza.

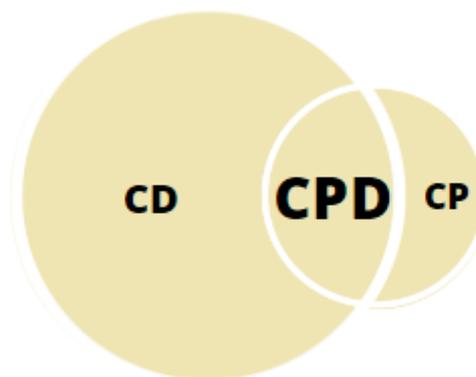


Figura 20. Relación entre las formas de conocimiento que se reconocen en la actuación docente. CD: conocimiento disciplinar; CP: Conocimiento pedagógico; CPD: conocimiento pedagógico disciplinar

b) Las primeras evidencias de transformación en el conocimiento del docente

A medida que se avanza en el trabajo colaborativo, para incorporar nuevas estrategias, se reconoce un momento particular, vinculado a la construcción de un conocimiento tecnológico **(CT)** producto de las nuevas herramientas tecnológicas que se ponen a discusión en el trabajo en colaboración.

En relación a los simuladores y animaciones, se exploran diferentes sitios, entre ellos PHET, Educaplus, Modellus, Edumedia. Se examinan las diferentes simulaciones allí presentadas, analizando su potencial interactivo, las posibilidades que la herramienta ofrece para crear situaciones, manipular variables para recrear situaciones y ejecutarlas; se analizan posibles limitaciones y requerimientos, como la necesidad de conexión a internet para su ejecución, la instalación o actualización de de java y flash, la descarga del programa en el caso de modellus, etc.

En lo que a Cmap respecta, se explora el sitio Cmap tools, la forma de descargar la herramienta a la pc, su forma de uso (creación de conceptos, conectores, cambios de colores, formato de flechas), los diferentes formatos de exportación del mapa generado, entre otros.

En relación a la plataforma, se trabaja en la solicitud del espacio de cátedra virtual con el área de TIC; la gestión de los usuarios para docentes y estudiantes, su posterior matriculación; se trabaja en la creación de cada semana de trabajo, la carga de material y la gestión de los espacios de foro; se indagan también las diferentes formas de configuración a partir del establecimiento de restricciones en las fechas de participación, formas de visibilización, etc.

La apropiación de estos recursos tecnológicos es un proceso lento y complejo, asociado principalmente al poco tiempo del que los docentes disponen para explorarlos de forma autónoma.

Paulatinamente comienzan a hacer uso de estos nuevos conocimientos al incorporarlo en sus prácticas tradicionales de enseñanza. Cabe destacar, que

esta incorporación de tecnologías no implica la modificación de las prácticas de enseñanza tradicionales, dado que aún los docentes no desarrollan un conocimiento pedagógico en relación a las nuevas herramientas.

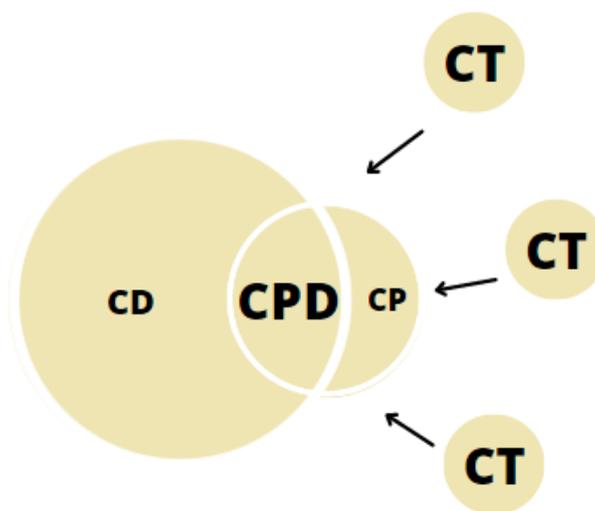


Figura 21. Representación de la relación entre las formas de conocimiento pedagógico disciplinar (CPD) con el nuevo conocimiento tecnológico (CT)

Esto coincide con lo expresado por Vásconez Paredes e Inga Ortega (2021) quienes realizan un trabajo de revisión sistemática que analiza la bibliografía a nivel mundial en relación a investigaciones sobre TPACK en contexto de pandemia:

Solo se modernizó la herramienta para acceder a cierto tipo de material o a su vez nos quedamos en el uso de TIC para la (re)transmisión de información y/o contenidos, principalmente como un instrumento de apoyo para las clases magistrales, exposiciones orales o recursos para ampliar información. (Vásconez Paredes y Ortega, 2021, p.84)

Gradualmente, los docentes comienzan a ganar autonomía para incorporar los recursos en las clases, por ejemplo, utilizando los simuladores para corroborar los resultados obtenidos en la resolución de ejercicios de forma algebraica, o al incorporar actividades de características tradicionales para su resolución en los espacios de foro **(AU)**.

Producto de las reflexiones sobre las implementaciones y de los intercambios entre docentes e investigadores comienza a desarrollarse un conocimiento pedagógico en relación a los nuevos artefactos utilizados, dónde los docentes reconocen potencialidades, identifican limitaciones, realizan proyecciones, etc. **(RF)**. Por ejemplo, se pone en cuestión el rol del docente en los espacios de discusión en foros, se discute sobre las formas de interacción cuando se llevan a cabo actividades de resolución de ejercicios haciendo uso de simuladores, se analiza el tipo de evaluación que posibilitan las actividades con mapas conceptuales, entre otros. Este conocimiento tecnológico pedagógico **(CTP)** resulta diferente del conocimiento que los docentes ya disponen, porque implica nuevas formas de pensar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Es un conocimiento que resulta de la reflexión sobre la práctica, y está sujeto al tiempo que se dedique a ella y a los actores involucrados.

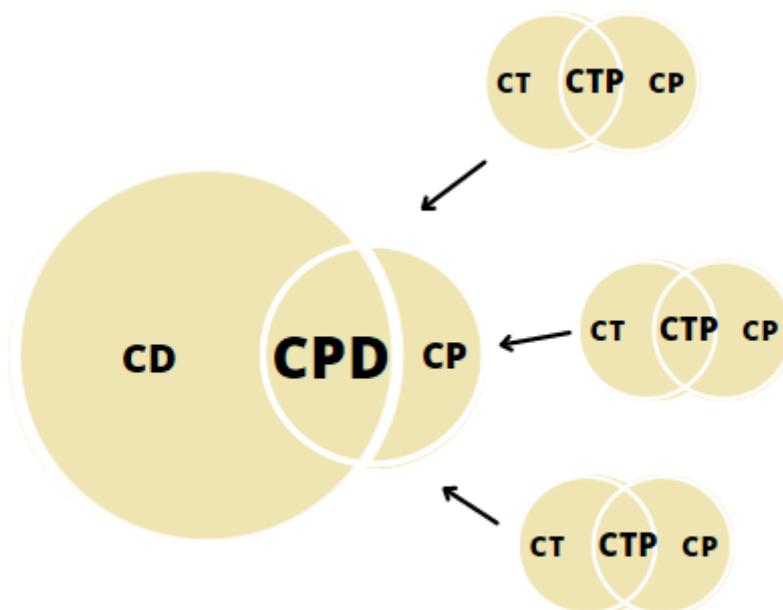


Figura 22. Representación de la construcción de un nuevo conocimiento pedagógico (CP) en relación al uso de los nuevos artefactos tecnológicos (CT)

Este nuevo **CTP** comienza a ampliarse, fundamentalmente a partir de una mirada disciplinar, en la que los docentes no sólo ponen en cuestión el uso de

la herramienta con fines pedagógicos, sino que también adquiere relevancia el contenido disciplinar a enseñar.

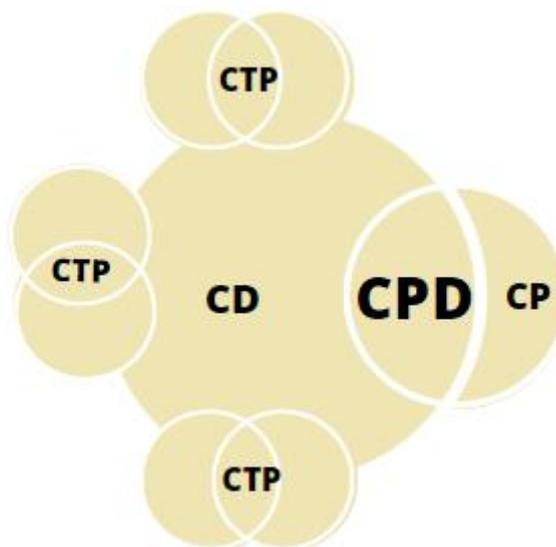


Figura 23. Representación de la relación entre las formas de conocimiento pedagógico disciplinar (CPD) con el nuevo conocimiento tecnológico pedagógico (CTP)

c) Las evidencias de integración de los conocimientos

Se reconoce que de forma gradual, estos conocimientos se van integrando unos con otros, dando lugar a un conocimiento que vincula aspectos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares, como consecuencia de que el docente reúne y resignifica tanto por los **CDP** que podía evidenciarse al inicio del trabajo colaborativo, como los nuevos **CTP** que fue construyendo.

Los docentes logran autonomía para diseñar, implementar y evaluar de forma crítica las actividades que incorporan tecnología (**AU**), amplían y diversifican el tipo de ayudas que ofrecen a los estudiantes en la fase interactiva (**AYU**) y realizan reflexiones que contemplan tanto aspectos tecnológicos, como pedagógicos y disciplinares, pero no de forma desvinculada sino bajo una mirada integradora (**RF**).

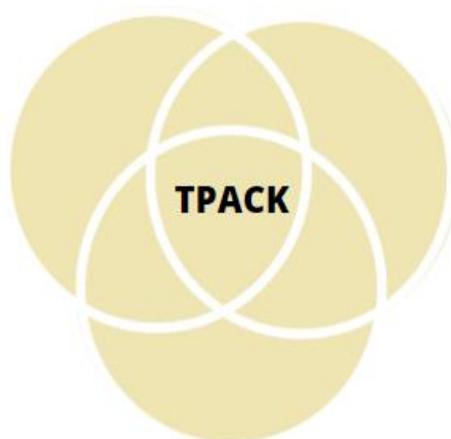


Figura 24: Representación de la integración del conocimiento pedagógico, tecnológico y disciplinar

Se presentan a continuación algunos ejemplos:

Me parece fundamental para ver el feedback de la parte conceptual ((se refiere a los mapas conceptuales)), porque vos en el parcial analizas la parte práctica y aparte a mí me viene bárbaro porque yo los escucho y me escucho a mí hablándoles a ellos. O sea, yo recapitulo cosas que yo les he dicho y pienso, no sólo en lo que digo, sino en cómo lo interpretan ellos también. Por ejemplo, lo de curvilíneo y rectilíneo, a ver, una recta es un tipo de curva, pero por ahí uno no hace hincapié en eso, es decir, no les dice, una dimensión... dos dimensiones..., y a ellos les quedó la idea así y eso es un error mío.

Y sobre todo optimizar el aprendizaje, porque un chico como "E5", que él ahora va a poder corregir esos conceptos que tenía mal en el mapa y los va aprender bien, y en el momento del final no se va a equivocar. De esta forma no los perdés, sobre todo a los que más les cuesta.

El audio, la imagen de la cosa que estás estudiando, son otros canales de comunicación. Por ejemplo, hay uno de movimiento circular de cómo va variando la velocidad y cuál es el vector aceleración que es bárbaro. La forma en que te lo arman. Eran cosas que no había cuando yo estudiaba, no las aprendí cuando cursé. El tema de darme cuenta que omega era un vector perpendicular a la superficie, yo no se cuantos años tardé en darme cuenta((ríe)). Lo importante es que no pierdan su energía

copiando cosas del pizarrón, en escribir y escribir fórmulas que están en los libros, y en cambio usen la atención para captar los conceptos físicos de lo que les estás enseñando. Yo creo que el video les suma eso.

En el primer ejemplo es posible identificar cómo el docente reconoce un obstáculo en el aprendizaje de los estudiantes, en este caso asociado a la conceptualización de movimiento curvilíneo y rectilíneo, que no habría podido identificar si no fuera por la aparición reiterada de tal cuestión en las producciones de los mapas conceptuales de los estudiantes. En el segundo caso, el docente identifica las potencialidades de utilizar ciertas herramientas tecnológicas (en este caso un video) para representar ciertos conceptos que suelen presentar dificultades de aprendizaje por su grado de abstracción.

Cabe destacar que ese **TPACK**, como otras formas de conocimiento, no es estático, sino que se va viendo reestructurado de forma permanente, a medida que el docente se ve inmerso en nuevas situaciones de reflexión.

4.5.1. Un modelo para la evolución del conocimiento docente, a la luz del TPACK

A partir de la identificación de diferentes estadios en relación al conocimiento del docente, en el marco del trabajo colaborativo para incorporar nuevas estrategias de enseñanza, es posible esbozar un modelo representativo del proceso que da lugar al desarrollo del **TPACK**, que resulta relevante para pensar en capacitaciones y en la propia formación de profesores en la carrera. En la figura 25 se presenta una imagen para esquematizar el proceso identificado:

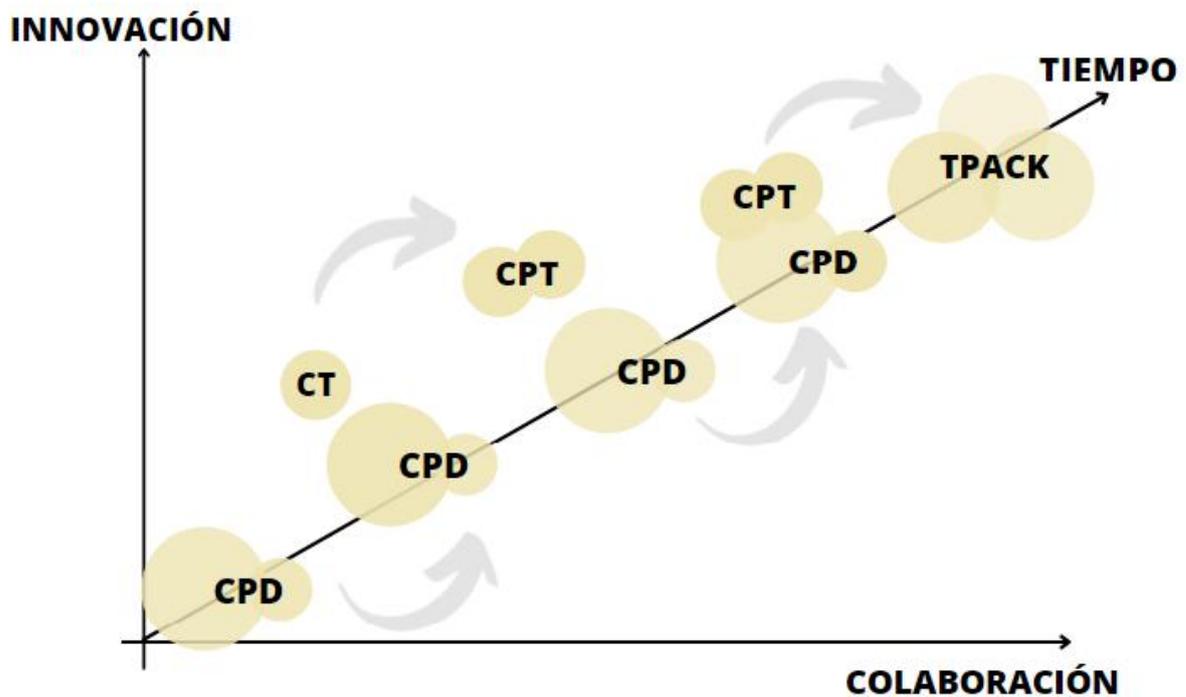


Figura 25. Modelo de evolución del conocimiento, a partir del análisis de la evolución del trabajo colaborativo y el proceso de innovación. Elaboración propia

Puede observarse cómo la innovación y el trabajo en colaboración están en estrecha vinculación si se quieren propiciar movimientos en el conocimiento del docente, ambos condicionados de forma directa con la variable tiempo.

A medida que el trabajo en colaboración progresa, tienen lugar diferentes transformaciones en relación a diversas cuestiones: el rol del docente, pasando de espectador, a ejecutor, y luego participante; la relación de confianza, en la que inicialmente el docente se muestra inseguro y evaluado por el investigador, luego va ganando seguridad y pudiendo manifestar sus dudas, inquietudes, dificultades y pidiendo ayuda cuando lo necesita; la consolidación del diálogo, la negociación y la reflexión que se va dando de forma gradual, permitiendo correr el foco desde una mirada colocada centralmente en las dificultades de aprendizaje de los estudiantes hacia un análisis más crítico de la propia práctica de enseñanza, tanto desde la identificación de potencialidades como de dificultades.

Todo este proceso de consolidación del trabajo colaborativo, sucede en simultáneo a la implementación de nuevas estrategias en las prácticas de enseñanza, en las que inicialmente se trabaja en la incorporación de recursos tecnológicos a las prácticas tradicionales, luego se van explorando nuevas estrategias de enseñanza propiciando cambios en algunas oportunidades en relación al rol del docente, otras en relación al rol del estudiante, a la forma de interacción, de evaluación o de articulación entre las clases teóricas y prácticas; y finalmente mediante nuevas reformulaciones de dichas estrategias a partir de resignificaciones que se van produciendo como consecuencia de la reflexión sobre los resultados de las implementaciones de las diferentes estrategias.

Es en el marco de estos dos procesos que el conocimiento del docente se ve interpelado de forma permanente en el contexto de la colaboración, tanto en los momentos de diseño de las propuestas de enseñanza que tienen lugar en la fase pre-activa, en los que va ganando cada vez mayor autonomía para seleccionar los recursos y planificar las actividades; como también en el tipo de ayudas que va ofreciendo a los estudiantes en la fase interactiva, en la que las actividades son implementadas; como en las reflexiones que logra en la fase pos-activa, en las que se analizan y evalúan los resultados alcanzados. En este proceso se reconocen diferentes estadios: inicialmente el docente cuenta con un conocimiento fundamentalmente pedagógico-disciplinar **(A)**. Gradualmente va construyendo un conocimiento de tipo tecnológico, a partir de la exploración de herramientas tecnológicas educativas **(B)** que producto de las reflexiones sobre la práctica va adquiriendo un tinte pedagógico y constituyendo el **CTP (C)**. Este nuevo conocimiento se va enriqueciendo por su interacción con el conocimiento disciplinar **(D)**, hasta lograr integrarse de forma significativa con el **CPD** ya existente y dando lugar al **TPACK (E)**.

Resulta importante destacar que en este modelo la transformación del conocimiento del docente no se da de forma lineal, sino que va teniendo lugar de forma espiralada, en un ir y venir entre las nuevas estrategias adoptadas y las reflexiones que tienen lugar en el trabajo en colaboración. Copello y

Sanmartí (2001) destacan "que los cambios raramente significan el completo abandono de una noción en favor de otra, sino que generalmente significan la adición de nuevas ideas, la adaptación de las anteriores y la adquisición de la noción del contexto en el cual el nuevo punto de vista o concepción es más apropiado" (p.277). De ahí la importancia de un trabajo lento, a largo plazo y contextualizado.

Lo hasta aquí presentado permite reconocer la complejidad que subyace al proceso de innovación cuando se considera al docente como un actor central en dicho proceso. A la vez, ofrece ciertas orientaciones sobre las diferentes dimensiones que deben ser consideradas a la hora de planificar la innovación en la enseñanza contemplando la participación del docente como un elemento crucial para la resignificación de las prácticas.

CAPÍTULO 5:

Conclusiones, recomendaciones y proyecciones futuras

Resumen del capítulo

En este apartado se recupera el problema de investigación, las preguntas y los objetivos planteados y se reflexiona sobre ellos a la luz de los resultados obtenidos, y su implicancia para la investigación de la enseñanza universitaria. Además se proyectan posibles caminos a seguir con miras al futuro, abriendo interrogantes que podrían dar inicio de nuevas investigaciones.

5.1. Conclusiones y recomendaciones

Considerar y proyectar la innovación como una consecuencia del trabajo en colaboración, permite correr el foco del *producto innovación* en sí mismo y adoptar una mirada que contemple la *resignificación de la enseñanza* entendiéndola como un proceso lento y complejo.

Los resultados de esta investigación dan cuenta que el trabajo colaborativo se presenta como una estrategia con grandes potencialidades por su triple alcance: por un lado, la resignificación y transformación de las prácticas de enseñanza, atendiendo a las necesidades educativas que se presentan como apremiantes en la actualidad. Por el otro, la posibilidad de generar movimientos en el conocimiento de los docentes, a partir de la reflexión sobre su propia práctica y la resignificación de la misma, contribuyendo con su formación docente continua. Finalmente, la construcción de conocimiento científico sobre los procesos educativos propios de la enseñanza de la física universitaria, que contribuye con el desarrollo del campo de investigación en la didáctica del nivel.

Al recuperar las anticipaciones de sentido planteadas al inicio de este trabajo y ponerlas en diálogo con los resultados de esta investigación, es posible reconocer que:

- El conocimiento que sustenta las prácticas de enseñanza de los docentes que dictan física en la universidad es principalmente de tipo *pedagógico-disciplinar* con mayor peso en lo disciplinar, basado fundamentalmente en su formación como profesional y en su práctica como investigadores, en este caso en Física, y en menor medida pedagógico, resultante de su experiencia como estudiantes (en toda su trayectoria de escolarización) y de su experiencia en el dictado de clases en la universidad.

- Los conocimientos que sustentan las prácticas de enseñanza no son suficientes para promover cambios no sólo en lo que respecta a la incorporación de tecnología, sino también a la implementación de metodologías que propicien el aprendizaje activo de los estudiantes.
- El trabajo colaborativo entre diferentes actores con diferentes conocimientos, en este caso los docentes y la investigadora, se presenta con grandes potencialidades para favorecer transformaciones en las prácticas de enseñanza, pero su constitución como tal no es lineal sino progresiva, está atravesada por diferentes tensiones, negociaciones y construcciones (de roles, objetivos, significados).
- La colaboración es una estrategia fundamental como promotora de espacios para la reflexión sobre las prácticas de enseñanza, posibilita la explicitación de los saberes que subyacen a las prácticas tradicionales, a la vez que posibilita la identificación de necesidades, dificultades, obstáculos, como así también potencialidades, que se constituyen en las bases sobre las cuáles se producen transformaciones en los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- El trabajo colaborativo entre los docentes y la investigadora posibilita la construcción de nuevos saberes tanto para la investigadora, y el campo de la didáctica, como para los docentes y sus prácticas de enseñanza.

Coincidimos con Vaillant (2016) en que:

El aprendizaje profesional colaborativo no nace por generación espontánea sino requiere tiempo, recursos pedagógicos, asesoría, así como esquemas de seguimiento, evaluación y estímulos de índole profesional. La tarea no es fácil pero sí urgente, hoy más que nunca los sistemas educativos requieren de un desarrollo profesional con incidencia en las aulas. Y para que esto ocurra, un

paso importante a dar es reconocer la importancia de las redes de colaboración y apoyo entre docentes. (Vaillant, 2016, p. 12)

En relación con las preguntas planteadas al inicio de esta investigación, es posible reconocer que las *transformaciones producidas en las prácticas de enseñanza* vienen dadas por la diversificación de las actividades, producto de movimientos paulatinos en los diferentes elementos que la definen: el objeto de aprendizaje no solo limitado a ciertos datos y conceptos, sino también a la construcción de modelos y habilidades propias de la ciencia; el rol del docente más próximo al de un mediador o facilitador de aprendizaje; el rol del estudiante más protagónico, activo, autónomo; las características de la interacción a partir de formas más simétricas; la integración de teoría y práctica a partir de pequeños movimientos en las características de las actividades; y finalmente, las estrategias de evaluación más próximas a la retroalimentación formativa. Las sucesivas implementaciones y reflexiones que fueron teniendo lugar a lo largo del proceso de investigación, ya sea en relación a los recursos incorporados, nuevos roles asumidos por los diferentes actores, estrategias de evaluación, entre otros, se constituyeron como insumos que permitieron diseñar una propuesta didáctica que se asume como innovadora basada en el modelo *Flipped Learning* para el abordaje del contenido "Colisiones entre partículas" correspondiente a la cátedra de Física 1 del nivel universitario (Anexo). Esto da cuenta de la riqueza de trabajar colaborativamente no sólo para la transformación de las prácticas, sino también para el desarrollo del propio campo de investigación.

En lo que a la *consolidación de un trabajo de tipo colaborativo* respecta, se puede afirmar que producto de un trabajo sostenido en el tiempo, es posible lograr la colaboración entre los diferentes actores, mediante la adopción de diversos roles que paulatinamente se aproximan a formas no jerárquicas de participación; el sorteo de tensiones que tienen lugar en relación a los objetivos perseguidos; favoreciendo la consolidación de confianza y mutualidad; y principalmente propiciando el desarrollo de una práctica profesional reflexiva,

que posibilite el acercamiento de diferentes miradas, para resignificar la enseñanza.

En relación al *conocimiento del profesor*, en términos del modelo TPACK, se reconocen evidencias de movimiento en el conocimiento del docente partiendo desde un conocimiento principalmente disciplinar y pedagógico experiencial, hacia un conocimiento que logra integrar aspectos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares. Resulta relevante enfatizar en la importancia de mirar la evolución de ese conocimiento en términos de procesos, para favorecer la planificación de estrategias que posibiliten la formación continua de los profesores. Se destaca la importancia de la reflexión colaborativa sobre la práctica de enseñanza con la construcción de una identidad docente, ya sea individual o colectiva, a partir del trabajo sostenido con otros, que favorecería el desarrollo del TPACK.

Al poner en diálogo los resultados de nuestro trabajo con otras investigaciones educativas, es posible esbozar algunas recomendaciones que podrían orientar el desarrollo de ciertas políticas institucionales que buscan favorecer procesos de transformación en las prácticas de enseñanza.

Por un lado, la necesidad de discusión de planes de estudio y organizaciones de cátedra, para favorecer una educación integrada. Se recupera la noción de *ensamble* de Maggio (2021) y se amplía contemplando la necesidad de trabajar de forma sinérgica tanto **presencialidad y virtualidad** como **teoría y práctica**. Se asume que es necesario planificar propuestas futuras que contemplen un ensamble significativo de estas cuatro dimensiones, para dar lugar a propuestas educativas más integrales y acordes a las necesidades educativas actuales.

Por otro lado, la necesidad de dar discusiones profundas sobre el rol de la **evaluación** en la universidad. Se recupera la propuesta de Anijovich y Cappelletti (2019) quienes propone pensar la evaluación como *oportunidad*, favoreciendo la retroalimentación formativa y el desarrollo de habilidades de metacognición en el estudiante, atendiendo a las demandas actuales de formar a los futuros profesionales preparados para *aprender a aprender*, tan necesario en un mundo de permanentes y vertiginosos cambios como en el que vivimos.

Por otra parte, la importancia de propender a la conformación de **equipos de trabajo colaborativo** conformado por docentes e investigadores en enseñanza, con espacios/horas destinadas a que los docentes puedan pensar con otros, compartir miradas y negociar significados, favoreciendo así el desarrollo paulatino de una práctica profesional reflexiva, que permitirá la transformación de las prácticas no solo para dar respuestas a las demandas actuales, sino también a las venideras.

5.2. Proyecciones futuras

Para finalizar, se proyectan algunas posibles líneas de interés que no fueron abordadas en este trabajo, pero presentan potencialidades para su investigación. Entre ellas:

- Un aspecto que resulta de interés es el estudio de procesos de innovación en aulas de asistencia masiva, dado que esta investigación fue desarrollada en cursos de baja tasa de estudiantes y sólo dos docentes. Dado que en primer año muchas cátedras de física suelen dictarse con grandes números de estudiantes, el estudio del impacto de esta variable podría resultar prometedor.
- Por otra parte, si bien en esta investigación se han incorporado recursos tecnológicos propios de la enseñanza de las ciencias como lo son los simuladores computacionales, es necesario profundizar en el estudio de otras herramientas y su incorporación en la enseñanza de física universitaria como lo son los videojuegos, las aplicaciones móviles, los laboratorios remotos, entre otros. La crisis ocasionada por la pandemia ha permitido poner en valor estos artefactos como complemento de las prácticas experimentales que se realizan en el laboratorio. Sin embargo, el diseño de propuestas educativas que los incorporen es aún muy incipiente y representa un desafío.
- Finalmente, el estudio de las prácticas de enseñanza en el retorno a la presencialidad para la capitalización de las nuevas estrategias adoptadas

para sostener la continuidad pedagógica, resulta sumamente apremiante. La pandemia se presenta como una oportunidad para generar transformaciones genuinas en las prácticas de enseñanza, pero resulta necesario que las instituciones educativas desarrollen políticas institucionales que garanticen el acompañamiento de los docentes en este nuevo desafío.

Para concluir, podemos afirmar que la colaboración es una estrategia con vastas potencialidades para la investigación educativa, y en este trabajo se ha dado cuenta de sus implicancias en la transformación de las prácticas de enseñanza de la física en la universidad. Tal como expresan Stipcich y Domínguez (2018) el trabajo colaborativo "se instala como una estrategia de participación para desarrollar investigaciones a partir de la revalorización de diferentes tipos de saberes y con miras a producir elaboraciones compartidas acerca de un cierto fenómeno o evento" (p.124). A su vez, la colaboración representa un pilar para el enriquecimiento de las prácticas de enseñanza de las ciencias, dado que "la retroalimentación posibilita la incorporación de elementos teóricos que dan sustento al diseño de secuencias de enseñanza y de aprendizaje y que favorecen la reflexión crítica de los docentes sobre las decisiones acerca de sus prácticas de enseñanza" (García, Domínguez y Fanaro, 2021, p.341). Según Papini (2018) los docentes "aprecian los espacios de reflexión colectivos para reconocerse parte de una comunidad con objetivos y dificultades parecidas, y vincularse con otros sintiéndose acompañados en la responsabilidad solitaria que suelen tener en la tarea diaria del aula" (p. 10).

Recuperamos algunas preguntas planteadas al inicio de este trabajo: ¿Qué conocimientos debemos enseñar en la universidad? y ¿Cuál es la mejor forma de hacerlo? Sin duda, la colaboración no es la respuesta a estas preguntas, pero sí se presenta como un camino posible para aproximarse a ella bajo la conjunción de distintas miradas. Hemos iniciado el camino y restarán aún muchos recorridos para continuarlo.

Referencias bibliográficas

A

Achilli, E. (1987). La práctica docente: una interpretación desde los saberes de los maestros. *Cuadernos de Formación Docente N°1*. Argentina, Universidad Nacional de Rosario.

Achilli, E. (2005). *Investigar en Antropología Social*. Los desafíos de transmitir un oficio. Argentina: Laborde.

Adúriz-Bravo, A. (2000). La didáctica de las ciencias como disciplina. *Enseñanza*, 17, 61-74.

Aiello, M. (2005). Las prácticas de la enseñanza como objeto de estudio. Una propuesta de abordaje en la formación docente. *Educere*, 9(30), 329-332.

Anijovich, R. (2014). *Gestionar una escuela con aulas heterogéneas. Enseñar y aprender en la diversidad*. CABA: Paidós.

Anijovich, R. (2019). *La evaluación significativa*. Argentina: Paidós.

Anijovich, R. y Capelletti, G. (2014). *La evaluación de las prácticas de enseñanza*. I Encuentro Internacional de Educación. Espacios de investigación y divulgación. Tandil, Buenos Aires, Argentina. <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/44/3131.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Anijovich, R. y Capelletti, G. (2019a). *Orientaciones para la formación docente y el trabajo en aula. Retroalimentación formativa*. Chile: Summa.

Anijovich, R. y Capelletti, G. (2019b). *La evaluación como oportunidad*. Argentina: Paidós.

Aragón-Nuñez, L., Jiménez-Tenorio, N., Oliva-Martínez, J. M., y Aragón-Méndez, M. M. (2018). La modelización en la enseñanza de las ciencias: criterios de demarcación y estudio de caso. *Revista Científica*, 32(2), 193-206.

Arriasecq, I. (2014). *Modelado computacional en Física en la enseñanza media*. VIII RELAEF, Salvador, Bahía.

B

Barros, B., Vélez, J. y Verdejo, F. (2004). Aplicaciones de la Teoría de la Actividad en el desarrollo de Sistemas Colaborativos de Enseñanza y Aprendizaje. Experiencias y Resultados. *Revista Inteligencia Artificial*, 8, 67-76.

Bassi-Follari, J. (2015). El código de transcripción de Gail Jefferson: adaptación para las Ciencias Sociales. *Quaderns de Psicologia*, 17(1), 39-62.

Becerra-Labra, C., Gras-Martí, A. y Martínez-Torregosa, J. (2004). Análisis de la resolución de problemas de física en secundaria y primer curso universitario en Chile. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 275-285.

Bedacarratx, V. (2020). Seguimos educando... ¿pero... cómo? Reflexiones en torno a continuidades y rupturas en la vida escolar en tiempos de pandemia. En Beltramino, L. (Comp.), *Aprendizajes y prácticas educativas en las actuales condiciones de época COVID-19* (pp. 14-19). Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.

Bednarz, N. (2015). La Recherche Collaborative. Entretien réalisé par Jean-Luc Rinaudo et Éric Roditi. *Carrefours de L'Éducation*, 39, 171-184.

Benchimol, K., Pogré, P. y Polak, N. (2020). Decisiones, prácticas y estrategias para garantizar el derecho a aprender. Desafíos de la enseñanza universitaria en tiempos de pandemia. En Beltramino, L. (Comp.), *Aprendizajes y prácticas educativas en las actuales condiciones de época COVID-19* (pp.387-394). Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.

Blanco Guijarro, R. y Messina Raimondi, G. (2000). *Estado del Arte sobre las Innovaciones Educativas en América Latina*. Santiago de Chile: Convenio Andrés Bello.

Boavida, A. M., y Da Ponte, J. P. . (2011). Investigación colaborativa: potencialidades y problemas. *Revista Educación Y Pedagogía*, 23(59), 125–135. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/8712>

Borba, M. y De Loiola Araújo, J. (2008) Investigación cualitativa en educación matemática. México: Cideccyt, Limusa.

Bouciguez, M. A. (2010). Aportes de un entorno de simulación a una situación de enseñanza y aprendizaje. En Santos, G. y Stipcich, M. S. (Eds.), *Tecnología Educativa y Conceptualización en Física. Estudios sobre interacciones digitales, sociales y cognitivas* (pp. 67-85). Tandil: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

C

Cañal de León, P. (2000). Las actividades de enseñanza. Un esquema de clasificación. *Investigación En La Escuela*, (40), 5–21. <https://doi.org/10.12795/IE.2000.i40.01>

Cañal de León, P. (Coord) (2002). *Innovación educativa, motivación del profesor y desarrollo profesional: Problemas y propuestas de actuación en La innovación Educativa*. Madrid: Akal.

Casellas y Guitart (2011). Simulaciones: herramientas para la enseñanza y el aprendizaje en Física y Química. En Aureli Caamaño (Coord.), *Física y Química. Investigación, Innovación y buenas prácticas* (pp. 154-169). España: Grao.

Cisterna Cabrera, F.(2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, 14 (1), 61-71.

Colombo, M., Bur. R., Curone, G., Sulle, A., Bender, G. y Pabago, G. y (2004). *Habilidades metacognitivas y sistemas de actividad*. XI Jornadas de Investigación. Facultad de Psicología. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

Cordero-Arroyo, G. (2004). Apuntes para caracterizar las similitudes y diferencias entre los proyectos de investigación-acción y el trabajo etnográfico. *Revista de Educación y Desarrollo*, 1, pp. 50-54.

Copello, M. I. y Sanmartí, N. (2001). Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 19 (2), 269-83.
<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21741>

Cubero, M. y D. Rubio (2005). Psicología histórico-cultural y naturaleza del psiquismo. En: M. Cubero y J. Ramírez (comps.), *Vygotsky en la Psicología Contemporánea*. Buenos Aires: Miño y Dávila.

Cuevas de la Garza, M. (2013). La docencia universitaria a través del conocimiento profesional práctico: pistas para la formación. *Sinéctica*, 41, 2-18.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-109X2013000200003&lng=es&tlng=es

D

Da Cunha, M. I. y Lucarelli, E. (2006). Innovación en el aula universitaria y saberes docentes: experiencias de investigación y formación que aproximan a Argentina y Brasil. En *Actas del I Congreso de la Sociedad Argentina de Estudios Comparados en Educación*, UNLP.

Del Regno, P. (2013). Estrategias de enseñanza del profesor en el aula de Nivel Superior. *Revista Electrónica De Didáctica En Educación Superior*, 6, 1-17.
<http://ojs.cbc.uba.ar/index.php/redes/article/view/72>

De Longhi, A.L.; Ferreyra, A.; Peme, C.; Bermudez, G.M.A.; Quse, L.; Martínez, S.; Iturralde, C.; Campaner, G. (2012). La interacción comunicativa en clases de

ciencias naturales. Un análisis didáctico a través de circuitos discursivos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(2), 178-195.

Del Vecchio, S. (2016). La evaluación en la universidad: una encrucijada entre lo instituyente y lo instituido. *Revista Iberoamericana De Educación*, 71(2).

Díaz Barriga, A. (2005). El profesor de educación superior frente a las demandas de los nuevos debates educativos. *Perfiles Educativos*, 27(108), 9-30.

Díaz, D. (2001). La didáctica universitaria: una alternativa para transformar la enseñanza. *Acción Pedagógica*, 10, 64-72.

Díaz Herrera, D. (1999). La didáctica universitaria: referencia imprescindible para una enseñanza de calidad. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 2 (1), 1-10. <http://www.uva.es/aufop/publica/revelfop/99-v2n1.htm>

Domínguez, M. A. (2010). Algunas consideraciones teóricas para caracterizar el proceso enseñanza y aprendizaje. En Santos, G. y Stipcich, M. S. (Eds.), *Tecnología Educativa y Conceptualización en Física. Estudios sobre interacciones digitales, sociales y cognitivas* (pp.16-30). Tandil: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Domínguez, M. A. & Stipcich, M. S. (2010). Una propuesta didáctica para negociar significados acerca del concepto de energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 75-92.

Dumrauf, A. y Cordero, S. (2018). *Tramas entre escuela y universidad. Formación docente, innovación e investigación colaborativa*. La Plata: EDULP. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/69683>

Dussel, I. (2010). *Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital*. Argentina: Santillana.

E

Edelstein, G. (2000). El análisis didáctico de las prácticas de la enseñanza. Una referencia disciplinar para la reflexión crítica. *Revista del IIICE*, 17, 1-9.

Edelstein, G. (2013). Prácticas y residencias en la formación de docentes. En Miranda, E. M. y Newton, A (Coords.), *Formación de profesores, curriculum, sujetos y prácticas educativas. La perspectiva de la investigación en Argentina y Brasil* (pp. 23-48). Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.

Elías, M.E. (2020). Investigaciones acerca de los saberes de los profesores. En Barcia, M.I., Melo, S. y Justianovich, S (Coords.), *Didáctica y Prácticas de la Enseñanza en la formación del profesorado Conceptualizaciones y experiencias en Ciencias de la Educación* (pp.110-123). La Plata: EDULP.

Engeström, Y. (2001). Expansive Learning at Work: Toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, 14(1), 133-156.

Erausquin C. (2014). La Teoría Histórico-Cultural de la Actividad como artefacto mediador para construir Intervenciones e Indagaciones sobre el Trabajo de Psicólogos en Escenarios Educativos. *Revista Segunda Época*, 13, 173-197. <https://www.aacademica.org/cristina.erausquin/374.pdf>

F

Falabella, M., Rocha, A. L., y Fuhr-Stoessel, A. B. (2020). Análisis de la discusión sobre evaluación de un equipo docente de ingeniería. Aportes a la formación docente continua. *Revista Educación En Ingeniería*, 15(29), 60-65. <https://doi.org/10.26507/rei.v15n29.1058>

Escobar Gutierrez, D. (2017). Didáctica universitaria y configuraciones didácticas, bases para la formación en la educación superior. *El Toldo de Astier*, 8(15), 60-70.

Feldman, D. (2010). *Didáctica General*. Buenos Aires: Ministerio de educación.

Finkelstein, C. (2020). *La enseñanza en la universidad en tiempos de pandemia*. Citep. Centro de Innovación en Tecnología y Pedagogía. <http://citep.rec.uba.ar/covid-19-ens-sin-pres/>

G

Galagovsky, L. y Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las ciencias*, 19(2), 231-242.

García, D., Stipcich, S., & Domínguez, A. (2014). Explorando las concepciones de los docentes universitarios en relación con las simulaciones como insumo de clase de física y matemática de los primeros años. *Revista De Enseñanza De La Física*, 26(2), 347–354. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/9814>

García, D., Domínguez, M. A. y Stipcich, M.S. (2020). Propuestas innovadoras con el uso de tecnologías en la enseñanza universitaria iberoamericana: consideraciones respecto al profesor del nivel superior. En *Revista Didáctica, Innovación y Multimedia*, 38, 1-12. <http://dimglobal.net/revistaDIM38/DIMAR38propuestas.htm>

García, D., Alejandra Domínguez, M., y Fanaro, M. de los Ángeles. (2021). El valor de la retroalimentación en el diseño de secuencias de enseñanza y aprendizaje basadas en la enseñanza invertida. *Revista De Enseñanza De La Física*, 33, 335–342. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/35581>

Gonzalez, M. y Escudero, J. (1987). *Innovación educativa. Teoría y procesos de desarrollo*. Barcelona: Editorial Humanitas.

Grimaldi, V.(2021) La construcción de la colaboración en un aula de Matemática del nivel secundario. Análisis de una experiencia. En: Cobeñas, P., Grimaldi, V., Broitman, C., Sancha, I. y Escobar, M.(Coords.), *La enseñanza de las matemáticas a alumnos con discapacidad* (pp.413 a 449). La Plata : EDULP.

Grisales-Franco, L. M. (2012). Aproximación histórica al concepto de didáctica universitaria. *Educación Y Educadores*, 15(2), 203-218. <https://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/2084>

Gutierrez, A. (2005). *Las prácticas sociales: Una introducción a Pierre Bourdieu*. Córdoba: Ferreyra.

I

Islas, S. (2010). La argumentación, la modelización y las nuevas tecnologías en la construcción de conocimiento. En Santos, G. y Stipcich,S.(Comps), *Tecnología Educativa y conceptualización en Física* (pp 125-139). Tandil: UNICEN.

Islas, S. (2012). El empleo de modelos en Física: un estudio sobre grupos de estudiantes, docentes y científicos. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Entre Ríos]

Islas, S. y Pesa, M. (2004). Estudio comparativo sobre concepciones de modelo científico detectadas en Física. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 29, 117-144.

J

Jackson, P. (1991). *La vida en las aulas*. Madrid: Morata.

Jiménez, V. y Comet, C. (2016). Los estudios de casos como enfoque metodológico. *Academo*, 3(2), 1–11.

Justi, R (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(2), 173-84. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/75824>

Justi, R. (2011). Las concepciones de modelo de los alumnos, la construcción de modelos y el aprendizaje de las ciencias. En Caamaño, A. (Coord.), *Didáctica de la Física y la Química*. Madrid: Graó.

Justi, R. y Gilbert, J. K. (2002). Modelling teacher's views on the nature of modelling and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387. <https://doi.org/10.1080/09500690110110142>

L

Labrador, J., y Andreu, A. (2008). *Metodologías Activas*. Valencia: Universidad Politécnica Valencia. www.upv.es/contenidos/EQIN/info/U0553826.pdf

Landazábal Cuervo, D. P., & Pineda Ballesteros, E. (2010). Del instrumentalismo a las configuraciones didácticas: una nueva mirada hacia la disciplina. *Revista De Investigaciones UNAD*, 9(3), 25–43. <https://doi.org/10.22490/25391887.716>

Larripa M y Euraskin, C. (2008). Teoría de la actividad y modelos mentales. Instrumentos para la reflexión sobre la práctica profesional: Aprendizaje expansivo, intercambio cognitivo y transformación de intervenciones en psicólogos y otros agentes en escenarios educativos. *Anuario de Investigaciones*, 15, 109-124.

Larripa M. y Erausquin C. (2010). Prácticas de escolarización y trastornos del espectro autista: herramientas y desafíos para la construcción de escenarios escolares inclusivos. Un estudio desde el marco de la Teoría de la Actividad Histórico-Cultural desarrollada por Engeström. *Anuario XVII de Investigaciones de Psicología*, 17 (I), 165-179.

Leontiev, A. (1978). *Activity, consciousness and personality*. EUA: Prentice-Hall, Inc.

Lion, C. (2020). Enseñar y aprender en tiempos de pandemia: presente y horizontes. Saberes Y prácticas. *Revista De Filosofía Y Educación*, 5(1), 1–8. <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/saberesypracticas/article/view/3675>

Litwin, E. (1997). *Las configuraciones didácticas*. Buenos Aires: Paidós.

Litwin, E. (2008). *El oficio de enseñar. Condiciones y Contextos*. Buenos Aires: Editorial Paidós.

Lucarelli, E., (2004). Prácticas innovadoras en la formación del docente universitario. *Educacao*, 3(54), 503-524.

Lucarelli, E., (2009). *Teoría y práctica en la universidad: las innovaciones en las aulas*. Buenos Aires: Miño y Dávila.

Lugo, M. T. y Kelly, V. (2010). *Tecnología en educación ¿Políticas para la innovación?*. Buenos Aires: Unesco.

M

Maggio M. (2018). *Reinventar la clase en la universidad*. Buenos Aires: Paidós.

Maggio, M. (2015) Entre la inclusión digital y la recreación de la enseñanza: el modelo 1 a 1 en Argentina. *Revista Iberoamericana de Educación*, 79(1), 11-31.

Maggio, M. (2021). Enseñar en la Universidad. Pandemia... y después. *Integración y Conocimiento*, 10 (2), 203–217. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/integracionyconocimiento/article/view/34097/3455>
[Cantí4](#)

Maldonado, M. (2007). El trabajo colaborativo en el aula universitaria. *Laurus Revista de Educación*, 23, 263-278.

Margalef García L. y Arenas Mardija, A. (2006). ¿Qué entendemos por innovación educativa? A propósito del desarrollo curricular. *Perspectiva Educacional, Formación de Profesores*, 47, 13-31.

Mariño, S. y Godoy, M. (2012). Reflexiones preliminares de la Teoría de la Actividad y el desarrollo de software educativo. *Revista de Educación de Extremadura*, 3, 27-55. https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/1251/1/2173-9536_3_27.pdf

Martín-Barbero, J. (2001). Transformaciones del saber en la sociedad "del conocimiento" y "del mercado". *Revista de pensamiento contemporáneo*, 7, 7-13.

Martín-Barbero, J. (2002). La crisis de las profesiones en la "Sociedad del conocimiento". *Nómadas*, 16, 177-182.

Massa, M., Foresi, F. y Sanjurjo, L. (2015). *La enseñanza de las Ciencias Naturales en la Escuela Media. Fundamentos y desafíos*. Santa Fe: HomoSapiens.

Maturana, G y Garzón, C. (2015). La etnografía en el ámbito educativo: una alternativa metodológica de investigación al servicio docente. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 9(2), 192-205.

Menin, O. (2001). *Pedagogía y universidad: currículum, didáctica y evaluación*. Argentina: Homo Sapiens Ediciones.

Miranda, A. (2010). Los significados en el contexto de interacción con simulaciones en el aula. En Santos, G. y Stipcich, S. (Comps), *Tecnología Educativa y conceptualización en Física* (pp 45-65). Tandil: UNICEN.

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*. 108 (6), 1017-1054.

Monetti, E. (2016). *La didáctica de las cátedras universitarias: estilos de enseñanza y planificación de clases*. Buenos Aires: Noveduc Libros.

Monroy Hernandez F.(2013). Enfoques de Enseñanza y de Aprendizaje de los estudiantes del Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria. [tesis doctoral, Universidad de Murcia] <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/31224/1/Fuensanta%20Monroy%20Hernandez%20-%20Tesis%20Enfoques%20de%20ense%C3%B1anza%20y%20de%20aprendizaje%20en%20estud%20M%C3%A1ster.pdf>

Montero Mesa, L. (2011). El trabajo colaborativo del profesorado como oportunidad formativa. *CEE Participación Educativa*, 16, 69-88. http://www.ub.edu/obipd/docs/article_montero.pdf

Moreira, M. A. (2012). Mapas conceptuales y aprendizaje significativo. *Revista Chilena de Educación en Ciencias*, 4(2), 38-44. <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasesp.pdf>

Moreno Olivos, T. (2011). Didáctica de la Educación Superior: nuevos desafíos en el siglo XXI. *Revista Perspectiva Educativa*, 50(2), 26-54.

Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Unesco, Santillana.

Morin, E. (2011). *La vía. Para el futuro de la humanidad*. Barcelona: Paidós

Morin, E. y C. Delgado. (2016). *Reinventar la educación. Abrir caminos a la metamorfosis de la humanidad*. México: MMREM.

N

Navarro, J. (2011). Metodologías activas y participativas en la educación superior. Estudio de casos. *Enseñanza*, 1, 261-293.

P

Papini, M. C. (2018). *Una mirada desde la perspectiva de la investigación colaborativa de un proceso de investigación en marcha*. Memorias de la VII Reunión Pampeana de Educación Matemática (pp. 95-104). Santa Rosa, La Pampa, Argentina.

Patiño, A., y Martínez-Cantú, A. G. (2019). Tensiones en el diseño instruccional de cursos en línea en instituciones de educación superior. *Eduotec, Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (69), 102-120.

Perrenoud, P. (2007). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar. Profesionalización y razón pedagógica*. Barcelona: Graó.

https://coleccion.siaeducacion.org/sites/default/files/files/6_perrenoud_philippe_2007de_sarrollar_la_practica_reflexiva.pdf

Pinto, L., y Sarlé, P. (2015). Las prácticas de enseñanza como objeto revisado en un nuevo contexto de significación. *Revista Del IICE*, 37, 11-26. <https://doi.org/10.34096/riice.n37.3446>

Porlán, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16, 175-185.

Pozo, J. I (1994). *La solución de problemas*. Madrid: Santillana.

Pozo, J.I y Gomez Crespo, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencias*. Madrid: editorial Morata.

Pozo, J.I. & Puy Pérez Echeverría, M. (Eds.). (2009). *Psicología del aprendizaje: La formación en competencias*. Madrid: Ediciones Morata.

Prieto Martín, A. (2017). *Flipped learning. Aplicar el modelo de aprendizaje inverso*. Madrid: Narcea.

R

Revel Chión, A. y Adúriz-Bravo, A. (2019). Modelización y argumentación en la enseñanza de las ciencias experimentales. *Didacticae*, 5, 3-6.

Rivas, M. (2000). *Innovación educativa. Teoría, procesos y estrategias*. Madrid, España: Síntesis.

Roa, M. e Islas, S. (2016). Simulaciones de mecánica: potencialidades y limitaciones a partir del análisis de modelos matemáticos y físicos. En: Escudero, C. y Stipcich, S., (Eds.), *Pasaporte a la enseñanza de las Ciencias: la modelización como eje organizador para la construcción de significados*. Buenos Aires: Noveduc.

Rocha, A., Roa, M., y Fuhr-Stoessel, A. (2017). Estudios sobre el profesor. Análisis de un caso en la enseñanza universitaria en ingeniería. *Revista De Enseñanza De La Física*, 29, 129–138. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/18453>

Rodríguez-Gómez, G, Gil-Flores, J. y Garcia-Jimenez, E. (1999). *Metodología de la investigación cualitativa*. España, Aljibe.

Rodríguez-Piñero López-Sáez, M., Ribeiro de Amaral, E. (2017). La teoría de la actividad como lente para caracterizar la acción docente de un profesor de física. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, n.º Extraordinario, 1387-92, <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/335296>

Roig, H., y Lipsman, M. (2015). La evaluación en perspectiva crítica y creativa. Relecturas a los aportes de Edith Litwin para la evaluación del aprendizaje y la enseñanza. *Revista Del IICE*, 37, 69-80. <https://doi.org/10.34096/riice.n37.3451>

Roni, C., Carlino, P. y Rosli, N. (2013). *Enfoques metodológicos para investigar la enseñanza en contexto de aula: ¿Cómo evitar el aplicacionismo de los estudios extrínsecos?*. V Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología, XX Jornadas de Investigación, Noveno Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR. Facultad de Psicología. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

S

Sadovsky, P., Itzcovich, H, Quaranta, M., Becerril, M. y García, P. (2016). Tensiones y desafíos en la construcción de un trabajo colaborativo entre docentes e investigadores en didáctica de la matemática. *Educación Matemática*, 28(3), 9-29. <https://www.redalyc.org/pdf/405/40548562001.pdf>

Salas, F. (2016). Aportes del modelo de Yrjö Engeström al desarrollo teórico de la docencia universitaria. *Revista Educación*, 40(2), 1-22.

Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 1(1), 1-16.

Sampieri-Hernandez, R., Fernandez-Callado, C. y Baptista-Lucio, C. (2010). *Metodología de la Investigación*. Santiago de Chile: McGraw-Hill Interamericana.

Sánchez,E., García,J.R., Rosales,J., De Sixte,R. y Castellano,N., (2008). Elementos para analizar la interacción entre estudiantes y profesores: ¿qué ocurre cuando se consideran diferentes dimensiones y diferentes unidades de análisis. *Revista de Educación*,346,pp.105–136

Sancho, J.M, Hernández, F., Carbonell, J., Sánchez-Cortes E. y Simo, N. (1993). *Aprendiendo de las innovaciones en los centros: la perspectiva interpretativa de investigación aplicada a tres estudios de casos*. Madrid: MEC.

Sanmartí, N. (2000). Enseñar y aprender ciencias: algunas reflexiones. En Sanmartí, N. y Pujol, R.M. (eds.), *Ciencias de la Naturaleza ESO. Guía práctica para el profesorado* (pp. 1-35). Barcelona: Praxis. <https://www.pedagogiapucv.cl/wp-content/uploads/2017/07/Ensenanza-de-las-Ciencias-Neus-Sanmarti.pdf>

Sansot, S. y De Pascuale, R. (2006). Las prácticas educativas de una Escuela Técnica patagónica:posibilidades para la inserción social. *Educación, Lenguaje y Sociedad*, 8(8), 107-128.

Santiago, R. y Bergmann, J. (2018). *Aprender al revés.Flipped Learning 3.0 y metodologías activas en el aula*. Barcelona: Paidós.

Santos, G. (2010). Tecnología educativa para pensar la educación en ciencias. En Santos, G. y Stipcich, S. (Comps), *Tecnología Educativa y conceptualización en Física* (pp. 163-177). Tandil: UNICEN.

Santos, G. y Stipcich, M. S. (Eds.) (2010). *Tecnología Educativa y Conceptualización en Física. Estudios sobre interacciones digitales, sociales y cognitivas*. Tandil: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Santos, G., Bouciguez, MJ, Miranda, A., Cenich, G., Barbieri, S., y Guerrero, M.J. (2013). *Metodologías de enseñanza interactiva para entornos virtuales*. XV Workshop de investigadores en ciencias de la computación. Paraná, Entre Ríos.

Sanz, C., Zangara, A. y Dieser, P. (2016). *Modelo de seguimiento de una actividad de foro en la enseñanza universitaria. Aplicación en un estudio de caso*. XXII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, RedUNCI. Argentina. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/56585>

Signalés, C., (2004). Formación universitaria y TIC: nuevos usos y nuevos roles. *Revista de universidad y sociedad del conocimiento*, 1(1),1-6.

Silva Quiroz, J., y Maturana Castillo, D. (2017). Una propuesta de modelo para introducir metodologías activas en educación superior. *Innovación educativa (México, DF)*, 17(73), 117-131. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732017000100117&lng=es&tlng=es

Silva, A., Maeyoshimoto, J., Lacaria, A., & Idoyaga, I. (2018). Innovación en un primer curso de física en la universidad en el marco de la enseñanza para la comprensión. *Revista De Enseñanza De La Física*, 30, 135–140. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/22046>

Stake, R.E. (2007). *Investigación con estudios de caso*. Madrid: Ediciones Morata.

Stipcich, M. S. y Dominguez, M. A. (2018). Trabajar colaborativamente para el mejoramiento de la calidad educativa. En Membiela, P., Cebreiros, M. y Vidal, M. (Eds.), *Nuevos retos en la enseñanza de las ciencias* (pp. 123-127). España: Educación editora.

T

Tenuto Soldevilla, M.A., Irigoyen, R.A., y Manzi, M.L. (2020). Reflexiones y desafíos de los docentes latinoamericanos en el contexto del aislamiento físico. En Beltramino, L. (Comp.), *Aprendizajes y prácticas educativas en las actuales condiciones de época COVID-19* (pp.50-54). Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. *Aprendizajes y prácticas educativas en las actuales condiciones de época : COVID-19*. 1a ed. - Córdoba : Universidad Nacional de Córdoba.

Trigwell, K. y Prosser, M. (1996). Congruence between intention and strategy in science teachers' approach to teaching. *Higher Education*, 32, 77–87.

V

Vaillant, D. (2016). Trabajo colaborativo y nuevos escenarios para el desarrollo profesional docente. *Revista Hacia Un Movimiento Pedagógico Nacional*, 60, 07-13.

Valenzuela Fuenzalida, A. (1993). Aporte a la discusión de ideas sobre innovación y estrategias en la educación superior. En *Innovación en la educación universitaria en América Latina. Modelos y Casos* (pp.40-51). Chile: Centro Interuniversitario de Desarrollo. https://www.researchgate.net/profile/Luis-Gonzalez-Fiegehen/publication/296488764_Innovacion_en_la_educacion_universitaria_en_America_Latina_Modelos_y_casos_1993-05/links/56d642ae08aeb4638ac6fde/Innovacion-en-la-educacion-universitaria-en-America-Latina-Modelos-y-casos-1993-05.pdf

Vásconez Paredes, C.D., y Inga Ortega, E.M. (2021). El modelo de aprendizaje TPACK y su impacto en la innovación educativa desde un análisis bibliométrico. *INNOVA Research Journal*, 6(3), 79-97. <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4763/1/1773-Texto%20del%20art%20c3%20adculo-9421-1-10-20210910.pdf>

Vicentini, I (2020) La educación superior en tiempos de COVID-19 (2020). *Aportes de la segunda reunión de diálogo virtual con Rectores de Universidades líderes de América Latina*. Editorial: Banco interamericano de desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0002481>

Z

Zabalza Beraza, M. A. (9 de Febrero de 2005). *Didáctica universitaria*. Conferencia pronunciada en la Pontificia Universidad Javeriana (Cali). http://saladeaulainterativa.pro.br/moodle/file.php/11/Equipe_EDUMATEC/Semana1/universitaria.pdf

Zabalza Beraza, M. A. (2008) Innovación en la enseñanza universitaria: el proceso de convergencia hacia un espacio Europeo de Educación Superior. *Educacao*, 31(3), 199-209.

Zabalza Beraza, M. A. (2004). Innovación en la enseñanza universitaria. *Contextos educativos*, 6-7, 13-136.

Zangara, A. y Sanz, C. (2012). *Aproximaciones al concepto de interactividad educativa*. I Jornadas Iberoamericanas de Difusión y Capacitación sobre Televisión Digital Interactiva. UNLP, Argentina. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/25943/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Anexo