



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**

**FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES**

**CENTRO DE ESTUDIOS AVANZADOS**

**MAESTRÍA EN PROCESOS EDUCATIVOS MEDIADOS POR TECNOLOGÍAS**

**Tesis de Posgrado**

**Título:** EL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN ESTUDIANTES DE FÍSICA DE SECUNDARIA CON MODALIDAD U-LEARNING: el caso del 4to año del Instituto de Formación Docente N° 12 (Nivel Medio) de Neuquén.

**Maestrando:** Prof. Marcelo A. Salica

**Director:** Dra. Mirian E. Almirón

**Córdoba, Septiembre de 2020**



Autor: Marcelo Augusto Salica. (2022).

Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis dos hijos Augusto y Fausto, luces de la curiosidad, la lucha y el esfuerzo

A mi esposa Cecilia, compañera de vida.

A Mirian, por su paciencia transmitida al compartir sus conocimientos y experiencias.

A la profesora Alida M. Abad de la Universidad Nacional del Comahue (Argentina) y al profesor Mat Selen de la Universidad de Illinois (EE. UU.), quienes facilitaron el uso del prototipo del Sistema de Laboratorio Inalámbrico (iOLab).

Y a todos aquellos que, a través de sutiles comentarios, consejos y sugerencias conscientes e inconscientes, depositaron su granito de arena para reflexionar sobre la producción de esta tesis.

¡¡¡Gracias!!!

## Contenido

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>4</b>
<b>PROBLEMA Y ANTECEDENTES</b> .....	<b>4</b>
1. 1) <i>Presentación del problema</i> .....	4
1. 2) <i>Antecedentes</i> .....	8
1. 3) <i>Pregunta de la investigación</i> .....	19
1. 4) <i>Objetivo general</i> .....	20
1. 5) <i>Objetivos específicos</i> .....	20
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>21</b>
<b>CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>21</b>
<i>Propósito profesional académico</i> .....	21
2.1) <i>Contexto de la investigación</i> .....	21
2.1.a) Contexto geográfico nacional, regional y local .....	21
2.1.b) Contexto político-educativo provincial e institucional del I.F.D. N° 12 de Nivel Medio .....	22
2.2) <i>Justificación</i> .....	26
2.2.a) Dimensión personal: .....	26
2.2.b) Dimensión académica.....	27
2.2.c) Dimensión pedagógica y psicológica.....	27
2.2.d) Dimensión disciplinar.....	27
2.2.e) Dimensión institucional .....	28
2.2.f) Dimensión política-educativa.....	28
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>29</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>29</b>
<i>Introducción</i> .....	29
3.1) <i>El Aprendizaje Invisible, Distribuido, Significativo y Colaborativo</i> .....	30
3.2) <i>El Aprendizaje Ubicuo</i> .....	32
Dimensiones del aprendizaje ubicuo .....	33
3.3) <i>Aprendizaje de Actitudes</i> .....	35
3.4) <i>Los diferentes niveles de análisis del aprendizaje</i> .....	36
Adquisición y cambio de representaciones (nivel representacional): .....	37
Adquisición de conocimiento o representaciones explícitas (nivel de conocimiento):.....	37
Construcción y distribución social del conocimiento (nivel sociocultural): .....	38
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>39</b>

<b>MODELO PEDAGÓGICO UBICUO .....</b>	<b>39</b>
4.1) <i>El Aprendizaje Mediado por Tecnologías .....</i>	39
4.2) <i>Del e-learning al u-learning .....</i>	40
4.3) <i>El Modelo Pedagógico Ubicuo .....</i>	43
4.4) <i>Secuencia de Aprendizaje sobre Ciencia y Tecnología .....</i>	47
Estructura que define la secuencia de aprendizaje .....	50
4.5) <i>Relación Ciencia y Tecnología .....</i>	51
Anexo A.1) <i>Contenidos de la asignatura: Física y su Aplicación a la Técnica: .....</i>	52
Anexo A.2) <i>Contenidos de la SA sobre Ciencia y Tecnología: .....</i>	52
Anexo A.3) <i>Planificación de la SA: u-learning: .....</i>	52
Anexo A.4) <i>Secuencia de Aprendizaje sobre Ciencia y Tecnología: .....</i>	52
Anexo A.5) <i>Secuencia de Actividades: m-learning: .....</i>	52
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>53</b>
<b>FUNDAMENTOS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>53</b>
5.1) <i>Fundamentos.....</i>	53
5.2) <i>Instrumento 1: secuencia de aprendizaje m-learning.....</i>	56
5.3) <i>Instrumento 2: cuestionario de evaluación de las actitudes .....</i>	57
5.4) <i>Instrumento 3: entrevista de autoevaluación-autorregulación metacognitiva .....</i>	59
5.5) <i>Instrumento 4: la observación participante y analítica del aprendizaje .....</i>	61
5.6) <i>Procedimiento de análisis cuantitativo.....</i>	63
5.7) <i>Procedimiento de análisis cualitativo.....</i>	64
<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>66</b>
<b>ANÁLISIS Y RESULTADOS .....</b>	<b>66</b>
6.1) <i>Característica del grupo de estudio.....</i>	66
6.2) <i>Análisis y resultados de la observación participante .....</i>	67
Contexto de participación: logs de interacción m-learning.....	68
Evolución de las interacciones tecno-pedagógicas .....	69
Comparación de las frecuencias de interacciones: presencial versus virtual .....	75
Características del ambiente tecno-pedagógico de aprendizaje .....	78
6.3) <i>Análisis y resultados de la entrevista.....</i>	81
6.4) <i>Análisis y resultados del cuestionario: pretest y postest .....</i>	86
6.4.a) <i>Resultados del índice de actitud global por cuestionario .....</i>	88
Análisis del cuestionario 10411: relación ciencia y tecnología .....	89
Análisis del cuestionario 40421: resolución de problemas sobre ciencia y tecnología.....	92
6.4.b) <i>Comparación de las actitudes sobre ciencia y tecnología, y resolución de problemas .....</i>	94
6.5) <i>Análisis mixto de los datos: contraste cualitativo y cuantitativo.....</i>	95
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>101</b>

<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>101</b>
<i>La pregunta principal de la investigación .....</i>	<i>102</i>
<i>Respecto a los objetivos de la investigación .....</i>	<i>103</i>
El aprendizaje de la relación Ciencia y Tecnología.....	103
El modelo pedagógico ubicuo promueve rasgos sustantivos del aprendizaje.....	106
Las principales dimensiones del aprendizaje tecno-pedagógico ubicuo .....	109
Los aportes de la analítica del aprendizaje .....	111
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>122</b>
<b>Anexo.1) Contenidos de la asignatura: Física y su Aplicación a la Técnica .....</b>	<b>122</b>
<i>Anexo.2) Contenidos de la SA sobre C y T .....</i>	<i>123</i>
<i>Anexo.3) Planificación de la SA: u-learning.....</i>	<i>124</i>
<i>Anexo.4) Secuencia de Aprendizaje sobre Ciencia y Tecnología (SA de C y T).....</i>	<i>135</i>
<i>Anexo.5) Secuencia de Actividades m-learning (SA: m-L) .....</i>	<i>145</i>

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

Am-L	Actividad m-learning
CEUR	Calendario Escolar Único Regionalizado
COCTS	Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad
CPE	Consejo Provincial de Educación
C y T	Ciencia y Tecnología
IAF	Índice de Actitud Global Medio de las Frases
IAC	Índice de Actitud Global Medio por Cuestionario
IAG	Índice de Actitud Global
IFD	Instituto de Formación Docente
iOLab	Sistema de laboratorio inalámbrico
NAP	Núcleos de Aprendizaje Prioritarios
MRM	Modelo de Respuesta Múltiple
PCI	Programa Conectar Igualdad
RICyT	Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología
SA	Secuencia de Aprendizaje
SA: m-L	Secuencia de Actividades m-learning
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TAC	Tecnología del Aprendizaje y Conocimiento
TIC	Tecnología de la Información y Comunicación
UTN	Universidad Tecnológica Nacional

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Frecuencia de clases dictadas y perdidas durante el ciclo escolar 2018 y 2019. ....	25
<b>Figura 2.</b> Transición del e-learning al u-learning. Fuente: Camacho y Tíscar (2011). ....	42
<b>Figura 3.</b> Relación entre los conceptos de e-learning, m-learning y u-learning.....	43
<b>Figura 4.</b> Componentes del diseño pedagógico ubicuo. ....	45
<b>Figura 5.</b> Actividades ubicuas y triángulo interactivo. ....	45
<b>Figura 6.</b> Histograma de frecuencias de edad del grupo de estudiantes.....	66
<b>Figura 7.</b> Evolución de las interacciones tecno-pedagógicas: Grupo A. ....	70
<b>Figura 8.</b> Evolución de las interacciones tecno-pedagógicas: Grupo B. ....	71
<b>Figura 9.</b> Captura de pantalla del menú información en la aplicación de WhatsApp. ....	74
<b>Figura 10.</b> Índice de actitudes por categoría del cuestionario 10411 ..... 91	91
<b>Figura 11.</b> Índice de actitudes por categoría del cuestionario 40421 ..... 93	93
<b>Figura 12.</b> Programa de contenidos de la asignatura..... 122	122
<b>Figura 13.</b> Selección y organización de los contenidos de la SA..... 123	123

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Diseño del proceso metodológico.....	55
<b>Tabla 2.</b> Contenido de los cuestionarios: Relación C y T (10411); Resolución de problemas de C y T (40421).....	58
<b>Tabla 3.</b> Entrevista de autorregulación y metacognición.....	60
<b>Tabla 4.</b> Logs de interacción (extracto 1).....	68
<b>Tabla 5.</b> Estadísticos descriptivos de la frecuencia interactiva temporal (Grupo A).....	72
<b>Tabla 6.</b> Estadísticos descriptivos de la frecuencia interactiva temporal (Grupo B).....	73
<b>Tabla 7.</b> Comparación de las interacciones pedagógicas entre grupos: presencial y virtual.....	76
<b>Tabla 8.</b> Logs de interacción (extracto 2).....	77
<b>Tabla 9.</b> Logs de interacción (extracto 3).....	78
<b>Tabla 10.</b> Logs de interacción (extracto 4).....	78
<b>Tabla 11.</b> Logs de interacción (extracto 5).....	79
<b>Tabla 12.</b> Estadísticos descriptivos del cuestionario 10411.....	89
<b>Tabla 13.</b> Estadísticos por frase del cuestionario 10411.....	90
<b>Tabla 14.</b> Estadísticos descriptivos del cuestionario 40421.....	92
<b>Tabla 15.</b> Estadísticos por frase del cuestionario 40421.....	93
<b>Tabla 16.</b> Vinculación entre los resultados cualitativos y cuantitativos.....	96
<b>Tabla 17.</b> Porcentaje de respuestas divergentes sobre C y T.....	99

## INTRODUCCIÓN

*“El lenguaje no tiene parte objetiva, no describe la realidad. La realidad es tomada como tema de debate entre los individuos”.*

**Ducrot, 1988. p.50.**

**L**a presente tesis profesionalizante asume el reto de ensayar el diseño e implementación de un modelo tecno-pedagógico caracterizado por la ubicuidad de los dispositivos portátiles y su distribución en el espacio y tiempo. Estas son características propias del aprendizaje electrónico móvil, conocido como m-learning.

En este marco, el presente estudio se focaliza en los procesos de aprendizaje sobre Ciencia y Tecnología mediados por tecnologías digitales y portátiles. Con dicha tecnología se busca promover el desarrollo de diferentes habilidades y conocimientos en el estudiantado de la educación secundaria.

Realizar la indagación desde los aportes teóricos del aprendizaje distribuido, colaborativo, ubicuo e invisible permitirá que el conocimiento producido sobre esta temática resulte útil y fructuoso para los profesores de Ciencias, en general, para toda institución educativa que decida pensar en una renovación pedagógica y para repensar o enriquecer las políticas públicas de integración de las tecnologías de la información y comunicación en el sistema educativo.

Actualmente, en el ámbito iberoamericano, particularmente en España y Portugal, se están desarrollando investigaciones sobre el uso de la tecnología electrónica móvil en el sistema educativo, principalmente en el nivel superior, siendo escasas las experiencias en el sistema educativo de la educación secundaria. Específicamente, se carece de estudios realizados en Argentina para la integración de la tecnología móvil, aunque su uso comienza a repensarse e implementarse en forma gradual. La misma situación se observa en la provincia de Neuquén (Ciudad Capital), en donde se realizó la presente indagación basada en un estudio de caso. El uso del celular o de la tecnología electrónica



móvil ha despertado muchas discusiones, tensionando las relaciones pedagógicas que generan una gran incomodidad en la comunidad de educadores. Este hecho hace necesario su indagación mediante el diseño e implementación de un modelo tecno-pedagógico en función de las necesidades de la institución implicada. De esta manera, los resultados de esta investigación permitieron conocer qué efectos produce en los estudiantes de la educación secundaria una propuesta de aprendizaje con modalidad ubicua. A partir de allí, resultó posible en primera instancia, aportar conocimiento crítico acerca de los efectos de la enseñanza electrónica móvil en el sistema educativo formal articulado con entornos no formales y posteriormente pensar las ventajas y limitaciones para sistematizar e institucionalizar su uso en los establecimientos educativos de la educación secundaria.

A lo largo de esta investigación, emerge como propósito la posibilidad de optimar la continuidad de las trayectorias escolares de los estudiantes del secundario y, consecuentemente, aportar conocimiento acerca de los procesos de aprendizaje electrónico móvil. Por añadidura, y en pos de la mejora de la etapa de estudio de la Ciencia y Tecnología, subyace como horizonte la necesidad de beneficiar al contexto local, donde se realizó la presente investigación. De este modo, los resultados alcanzados aportarían conocimientos para el actual proceso de diseño curricular de la provincia de Neuquén y su posterior implementación reprogramada para el año 2022, como consecuencia de la pandemia. A su vez, esto brindaría lineamientos generales para orientar el uso de los dispositivos portátiles basado en fundamentos críticos, buscando transitar de las Tecnologías de la Información y Comunicación a las Tecnologías del Aprendizaje y Conocimiento.

El presente estudio de caso cuenta con dos años de desarrollo, el proyecto se inició en el 2018 y se replicó en el 2019. El mismo se pretendía aplicar por tercera vez en el presente año 2020, pero debido a la crisis sanitaria causada por la enfermedad del COVID-19 esta se debió suspender.

Por otra parte, los principales resultados fueron presentados en dos revistas sobre educación en tecnología educativa. En la revista *Virtualidad, Educación y Ciencia de la Maestría en Procesos Educativos Mediados por Tecnología*, se publicó el artículo titulado “Habilidades y actitudes para la comprensión de la ciencia y tecnología en estudiantes de física de la educación secundaria”, (Salica y Abad, 2020). En la revista *Iberoamericana*

de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, se publicó el artículo titulado “Analítica del aprendizaje del móvil learning (m-learning) en la educación secundaria” (Salica y Almirón, 2021).

Los resultados publicados en el primer artículo muestran mejoras significativas en las actitudes y el desarrollo de las habilidades para la gestión del aprendizaje electrónico móvil. En la segunda publicación, los resultados permiten ver que el m-learning como sistema de aprendizaje binario o b-learning promueve un perfil de usuarios con la capacidad de gestionar los tiempos de aprendizaje ubicuo y potencia la gestión de los metaespacios de aprendizaje electrónico distribuido. A raíz de lo anterior, los resultados que se analizan en la presente tesis resultan de una selección y organización de los datos recopilados en estos dos años (2018 y 2019), permitiendo validarlos de manera sistemática y reiterada. De esta manera, el modelo tecno-pedagógico se ha fortalecido en la reproducibilidad al ser aplicado durante dos años diferentes, con grupos de estudiantes disímiles que cursaron el 4<sup>to</sup> año de la asignatura Física y su Aplicación a la Técnica del Instituto de Formación Docente N° 12, de nivel medio. En consecuencia, la repetibilidad del estudio de caso ha permitido obtener datos consistentes al replicar la indagación con un conjunto de dos grupos de estudiantes del mismo contexto socioeducativo. Las características de cada grupo se ampliarán en el Capítulo 6, referido al análisis y resultado de datos.

De este modo, se da lugar al desarrollo de los diferentes capítulos que componen la presente tesis, con la progresiva definición de las siguientes palabras claves que caracterizan este estudio: aprendizaje ubicuo, relación entre ciencia y tecnología, tecnologías de la información y comunicación, tecnologías del aprendizaje y conocimiento, modelo pedagógico ubicuo.

---

Nota: Como autor de esta tesis, se adhiere al enfoque que sostiene la necesidad de revisar y ajustar el lenguaje para evitar un uso sexista que invisibiliza tanto a las mujeres como a otros géneros. A los fines de hacer más amable la lectura del presente documento y hasta encontrar una forma más adecuada, se utilizarán los plurales masculinos de manera indistinta procurando que el uso reiterado de “/o”, “/a”, “los y las” no dificulte la lectura.

---

# CAPÍTULO 1

## PROBLEMA Y ANTECEDENTES

*Tiempos difíciles se acercan, Harry... Muy pronto todos tendremos que decidir entre lo que es correcto y lo que es fácil.*

**Rowling, 2005.**

### 1. 1) Presentación del problema

En las últimas décadas, el campo educativo viene experimentando grandes cambios, promovidos en gran medida por el acelerado avance de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Este suceso origina en el escenario educativo una serie de prácticas tecno-socioculturales que circulan y se expanden a través del mundo digital, caracterizado por ser un entorno compartido y ubicuo, muy diferente al que existía hace solo diez años. Como consecuencia de estos cambios, aparece en el ambiente educativo el concepto de Tecnologías del Aprendizaje y del Conocimiento (TAC), cuyo propósito es orientar el uso de la tecnología al servicio de la enseñanza, el desarrollo de habilidades y la adquisición de conocimientos.

Ante este nuevo escenario, las políticas educativas desarrolladas en los últimos tiempos, desde Europa, América del Norte, algunos países asiáticos del Pacífico y América del Sur, se han focalizado en dotar a las escuelas con recursos tecnológicos y acceso a internet. Particularmente en la Argentina, el Programa Conectar Igualdad (2010-2015) fue el primer programa<sup>1</sup> de alcance universal, dado que estaba destinado a cada estudiante y docente de la escuela primaria y secundaria de la educación pública. Este programa promovía un modelo pedagógico denominado «Modelo 1:1», un «ordenador por niño», también conocido en la bibliografía internacional como «computación ubicua en las escuelas o inmersión tecnológica» (Coll y Monereo, 2008; Área Moreira, 2011). Entre los principales informes de avance de resultados del Programa Conectar Igualdad (PCI) del Ministerio de Educación de la Nación Argentina (2011), sus conclusiones

---

<sup>1</sup> Aprobado mediante la promulgación del decreto 459/10 y posterior aprobación de la resolución 123/10 del Consejo Federal de Educación.

concuerdan con Área Moreira (2011), en que la integración masiva de las TIC favorece nuevos modelos de práctica educativa y de adquisición de «competencias, habilidades/capacidades y conocimientos»<sup>2</sup> en los estudiantes.

En particular, una de las tecnologías que más se ha desarrollado e instalado en la cotidianidad de las personas es la telefonía móvil, sumado al desarrollo de la banda ancha móvil. Las diferentes generaciones de telefonía móvil, hoy conocida como 4G e incluso 5G, permiten a las personas realizar múltiples tareas desde su móvil inteligente o smartphone. Estas acciones van desde la función básica del llamado telefónico y mensajes de texto hasta el uso de servicios de geolocalización, redes sociales y correos electrónicos, entre otras funciones que se realizan por medio de las aplicaciones disponibles. Dentro del conjunto de tareas que admite el uso del celular inteligente, se halla la búsqueda de información, lo que lleva al desarrollo de ciertas habilidades de aprendizaje y conocimiento.

En este contexto tecno-social, surge el concepto de aprendizaje electrónico móvil (en inglés: m-learning), que se refiere a la enseñanza, el desarrollo de conocimientos y habilidades por medio del uso de cualquier dispositivo móvil, tales como smartphone, tablets PC, i-Pods, relojes inteligentes, agendas y todo dispositivo de mano que tenga conexión inalámbrica (Amo y Santiago, 2017; Coll y Monereo, 2008). El m-learning facilita nuevos ambientes de estudio, relacionado con el u-learning o aprendizaje ubicuo<sup>3</sup>, concepto que hace referencia al “aprendizaje apoyado en la tecnología y que se puede realizar en cualquier momento y lugar” (Amo y Santiago, 2017, p. 175). El m-learning ya tiene un cierto tiempo en el ámbito educativo, vinculado principalmente con algunas experiencias de innovación y desarrollo educativo como el desarrollado en España, Portugal y América del Sur por el Observatorio de la Formación en Red SCOPEO (Camacho y Tíscar, 2011) y otro en España, coordinado por la Fundación Telefónica y Fundación Itinerarium (2014). La utilización masiva de los dispositivos móviles que

---

<sup>2</sup> Al respecto y de acuerdo con Brailovsky (2019), resulta interesante apelar al concepto de competencias, como un enfoque conceptual que engloba las habilidades, actitudes y conocimientos. Dado que las competencias es un concepto ambiguo que permite cuestionar el enciclopedismo y aplicacionismo instrumentalista. En este sentido, la idea de las competencias no estaría pensada en reemplazo de los contenidos, sino más allá de ellos, como un esfuerzo para pensar el sentido que tiene transitar los contenidos seleccionados para la Secuencia de Aprendizaje de esta tesis de maestría.

<sup>3</sup> Los términos u-learning y aprendizaje ubicuo se utilizarán de manera indistinta en esta tesis, siendo este último su traducción al español.

facilitan la obtención de recursos digitales de formación abre una oportunidad para que los educadores comiencen a repensar y crear nuevos modelos pedagógicos (Tapiero Vázquez, 2010), de modo que ofrezca nuevas oportunidades de enseñanza a los estudiantes. Así, las instituciones educativas podrán aprovechar la ubicuidad que caracteriza a la tecnología móvil para diferentes formas de aprendizaje con objetivos tan diversos, como fortalecer la retención y permanencia escolar, la interacción entre estudiantes y docente-estudiante, conectar la educación formal de la institución escolar con la educación no formal, que ocurre fuera de la misma (Martín, 2014). Además, este tipo de tecnología posibilita mejorar el seguimiento y acompañamiento de sus estudiantes, detectando con tiempo problemas de aprendizaje vinculados con la retención y permanencia, y de esa forma intervenir de manera más efectiva y prevenir la deserción escolar de los estudiantes, entre otros problemas que existen en las instituciones escolares.

Los problemas de educación mediados por el aprendizaje electrónico móvil conllevan la aplicación de nuevas estrategias para su estudio, y para este caso se cuenta con una modelo emergente denominada «analítica del aprendizaje». Esta es definida por Suthers y Verbert (2013), como la coalescencia de campos intermedios entre las ciencias del aprendizaje, la investigación educativa y el uso de técnicas computacionales para obtener y analizar datos. Por otra parte, Amo y Santiago (2017), lo definen como “la medición, recolección, análisis e informes de datos de los estudiantes, y sus contextos, con el fin de entender y optimizar el aprendizaje y los contextos en los que ocurre”. (p. 22). Además, y por la naturaleza de los procesos de enseñanza y aprendizaje que requieren largos periodos de tiempo para observar los cambios, el ciclo de la analítica del aprendizaje permite almacenar datos en dicho tiempo. Esto conlleva un proceso de observación y registro que permitirá identificar y vincular al estudiante con los resultados del aprendizaje (Amo, Alier, García-Peñalvo, Fonseca y Casañ, 2020).

En base a las definiciones anteriores, las analíticas de aprendizaje como campo disciplinar emergente, tienen el desafío de “recoger datos que muestren la articulación entre los espacios cerrados (aula virtual o aula física) y abiertos (medios sociales), entendiendo que el aprendizaje se produce a partir del complemento de ambos entornos” (Sabulsky, 2019, p.26). A pesar de los desafíos y beneficios de las tecnologías en el campo educativo, es necesario repensar la integración de las TIC en función de las posibilidades que ofrece el contexto tecno-socioeducativo (móvil y ubicuo), esto permitiría afrontar los

permanentes cambios y desafíos producidos por los avances de la Ciencia y la Tecnología (C y T), y su impacto en los procesos de aprendizaje, independientemente de la política educativa del país.

A pesar de los grandes avances de la C y T, recientes informes determinan que el 85% de las personas encuestadas a nivel mundial presentan actitudes poco informadas o ingenuas sobre la compleja relación de la C y T y su impacto o vínculo con la sociedad (Organización de los Estados Iberoamericanos [OEI]<sup>4</sup>, 2019). Por otra parte, el estado actual revisado<sup>5</sup> por Buteler, Arriasecq, Pesa y Massa (2019), sobre la investigación en educación en ciencias naturales a nivel internacional y en particular la Física a nivel nacional revela que el 43,90% de las publicaciones se ocupan de investigar los problemas de aprendizaje, cuestión que goza de gran popularidad. Sin embargo, solo el 4,39% se ocupan de los entornos educativos que impliquen el uso de las TIC y el aprendizaje colaborativo. Específicamente, el aprendizaje electrónico móvil es una de las áreas menos investigadas, dado por su propia naturaleza basada en la movilidad y portabilidad, que conduce a comportamientos e interacciones tecno-sociales complejos y no deterministas (Amo y Santiago, 2017), cuestión que dificulta su indagación.

En función del breve diagnóstico antes esbozado, es que la presente tesis se focaliza en el estudio del aprendizaje de la C y T en estudiantes de Física de la educación secundaria con modalidad ubicua o u-learning. Su importancia reside en la necesidad de comprender los rasgos que caracterizan la instrucción de la C y T con dicha modalidad, escasamente indagada. Esto implica asumir que la modalidad permitiría desarrollar habilidades como la resolución de problemas de C y T, el trabajo colaborativo y la comunicación. Además, el estudio de la C y T proporcionaría el aprendizaje de conceptos, teorías, procesos, valores y rasgos epistémicos de la C y T, es decir, se estaría frente a una forma diferente de enfocar el aprendizaje. Aprender sobre la relación C y T depende en buena medida de la congruencia entre lo conductual, lo cognitivo y lo afectivo (Pozo, 2013). En consecuencia, la coherencia entre estos tres componentes determina la solidez de las actitudes de los estudiantes que se encuentran interpeladas de manera constante frente a las fuentes de presión e influencia producidos por los avances de la C y T. Promover un proceso continuo de aprendizaje del tema en función del contexto

---

<sup>4</sup> En la investigación participaron 14.000 personas de 14 países.

<sup>5</sup> El estudio aborda un periodo comprendido entre el año 2014 y 2019.

socioeducativo permitiría adoptar cambios de estrategias de implementación de las TIC, y desarrollar capacidades y habilidades digitales, científicas y tecnológicas en el contexto educativo de la educación secundaria.

En términos concretos el estudio de caso de la presente tesis pretende ensayar una propuesta de formación u-learning basado en el m-learning. Esto constituye un área de estudio emergente, limitada y compleja, dado por su naturaleza móvil, distribuida y ubicua que caracteriza los comportamientos e interacciones sociales. Por otra parte, la discontinuidad pedagógica detectada en los estudiantes de Física y su Aplicación a la Técnica del 4to año del I.F.D. N° 12 afecta los procesos de aprendizaje, generando dificultades vinculadas a la comprensión de la compleja trama que conlleva la relación C y T en el estudiantado de ciencias. De esta manera, se espera que las características de la modalidad ubicua permitirían mejorar las interacciones pedagógicas de los estudiantes de Física de 4<sup>to</sup> año de la educación secundaria y de ese modo fortalecer la comprensión del eje conceptual mencionado.

## **1. 2) Antecedentes**

Como tarea inicial en todo proceso de investigación, en primer lugar, se procedió a rastrear las investigaciones y los estudios previos realizados sobre la problemática abordada. Dicha tarea permite dar cuenta de lo que ya se sabe sobre el tema, como así también identificar los posibles vacíos de conocimientos (Achilli, 2005), para construir y delimitar el objeto de estudio o problema de investigación.

Este desafío exige seleccionar estudios y publicaciones fundados sobre la sistematización de investigaciones teóricas y empíricas que describan, analicen y reflexionen en torno a la problemática particular de esta tesis vinculada al aprendizaje de la C y T en estudiantes de Física de secundaria mediado por las TIC. La compleja trama entre la C y T constituye el eje conceptual problemático de la presente investigación, donde la modalidad de aprendizaje electrónico móvil se refiere al “uso de dispositivos móviles (ordenadores portátiles, agendas electrónicas, teléfonos móviles o smartpone, tablets PC, i-pods, otros) y de la conectividad inalámbrica para establecer comunicaciones entre los agentes educativos con una finalidad instruccional” (Coll y Monereo, 2008, p. 49). Esta caracterización otorga al estudio cierta singularidad para su indagación, la cual

adquiere relevancia en función del contexto y sus posibilidades constituyendo un estudio de caso. Al abordar dicha problemática, resulta necesario tomar algunas precauciones, por estar caminando sobre un delicado equilibrio: sí, aquel existente entre las personas, la tecnología, el aprendizaje de conocimientos y el desarrollo de habilidades/capacidades.

Por esta razón, los antecedentes que fundamentan el tema de esta tesis requirieron de la exploración sobre diversos estudios vinculados con: 1) el aprendizaje de la C y T en la Física y, b) los diferentes modelos de diseño tecno-pedagógicos utilizados en la misma disciplina, y asignaturas afines.

En primera instancia, la búsqueda permitió conocer que el tema de estudio se aborda desde una multiplicidad de disciplinas, pero principalmente desde la pedagogía, la didáctica, la psicología social y cognitiva. La articulación de estos campos de conocimientos preocupados por el aprendizaje mediado por las TIC originó un campo disciplinar más específico denominado Psicología de la Educación Virtual, donde Coll, Monereo y Onrubia son algunos de los referentes más destacados.

A continuación, se presentará una síntesis de los antecedentes y el estado de situación del tema de estudio. Estos fueron sistematizados en categorías de análisis, elaborado a partir de los anteriores descriptores de búsqueda, constituyendo dimensiones de los antecedentes del tema de la presente tesis de maestría.

### **Dimensiones de los antecedentes**

Teniendo en cuenta los criterios de búsqueda elaborados para la sistematización de los trabajos que conforman los antecedentes, su posterior análisis permitió definir y caracterizar la problemática de la presente investigación. Estos fueron agrupados de acuerdo con las dimensiones siguientes que dieron lugar a la caracterización del problema de estudio, estas son: (a) dimensión nivel educativo y contenido disciplinar, b) dimensión recursos TIC y contenidos disciplinares de C y T en el aprendizaje de la Física, (c) dimensión modelos de diseño tecno-pedagógico, (d) dimensión teorías del aprendizaje y (e) dimensión metodología de la investigación.



Por la naturaleza multidimensional propia de los procesos de aprendizaje, resulta esperable que algunas publicaciones aborden más de una dimensión. A pesar de ello, se focaliza en algunas de ellas sin la pretensión de excluir a las demás, dado que las dimensiones se entrecruzan, permitiendo tener una mejor comprensión de la problemática estudiada.

#### *Dimensión: (a) niveles educativos y contenido disciplinar*

En primera instancia, las publicaciones citadas en la siguiente sección permiten conocer que el uso de las TIC para el aprendizaje de la Física se aplica con mayor frecuencia en los cursos del ciclo superior orientado de la educación secundaria común o bachiller y técnica, estos son: 4<sup>to</sup>, 5<sup>to</sup> y 6<sup>to</sup> año, respectivamente; y en los primeros años de la formación universitaria o preuniversitaria, principalmente en el primer año de Física de las carreras de ingeniería, debido a que estas presentan cierta predilección por la aplicación de la tecnología en los procesos de formación académica. En relación con los contenidos de Física que se enseñan con TIC, se destaca primordialmente los temas del campo de la mecánica: dinámica y cinemática.

#### *Dimensión: (b) recursos TIC y contenidos disciplinares de C y T en el aprendizaje de la Física; (c) modelos de diseño tecno-pedagógico.*

En las investigaciones referidas al aprendizaje de la C y T en la Física por medio de las TIC, se identifican las siguientes categorías conceptuales, las cuales dan cuenta que una gran parte de los programas de investigación se han centrado especialmente en: mejorar y desarrollar las actividades experimentales y analíticas, desarrollar habilidades científicas, lograr un aprendizaje conceptual o mejorar los perfiles conceptuales de un tópico disciplinar particular, promover el aprendizaje significativo, suscitar las competencias científicas, incorporar el trabajo colaborativo, fortalecer las interacciones entre docentes y estudiantes e indagar en los aspectos técnicos y didácticos. Véase los estudios siguientes: Arias Navarro y Arguedas-Matarrita, 2018; Ré, Arena y Giubergia, 2012; Benavente Fager, 2018; Castellanos, 2003; Culzoni, 2013; Enrique, Yanitelli y Giorgi, 2018; Ferrini y Aveleyra, 2006. Entre los artículos relevados, se destaca el uso de la tecnología para fortalecer principalmente el proceso de modelización de los contenidos de Física utilizando algún dispositivo tecnológico (instrumentación científica de tipo

remoto o no), combinando los encuentros presenciales<sup>6</sup> con diseños tecno-pedagógicos b-learning<sup>7</sup>. Sin embargo, en los mismos trabajos no se encuentra evidencia de que se «explícite» la compleja relación entre la C y T. A pesar de estas indagaciones y las preocupaciones que la justifican, Dussel (2010) advierte acerca de los efectos que tienen los procesos de aprendizaje que incorporan tecnología (en muchos casos muy sofisticados), y que terminan por reproducir un currículo basado en un modelo pedagógico tradicional, es decir, aquellos donde el docente es el único portador del saber, sin considerar al estudiante como un sujeto activo y con la capacidad de producir conocimiento.

Del conjunto de investigaciones antes citado, particularmente aquellos que utilizan simulación computacional, laboratorios virtuales de principios o experimentos físicos o sistemas de captura de datos reales, estas propuestas se han expandido y fortalecido por el diseño tecno-pedagógico conocido como Modelo 1:1. Este modelo ha adquirido un importante impacto en el sistema educativo de la educación secundaria, dado que fue promovido fuertemente por las políticas educativas de varios países en diferentes partes del mundo, destacándose particularmente la Argentina.

Pero con la finalización del Modelo 1:1 en el año 2015, surge la necesidad de reformular los diseños tecno-pedagógicos y explorar sus posibilidades para la construcción conceptual del conocimiento científico y tecnológico en función del contexto socioeducativo. Entre los diseños tecno-pedagógicos, se encuentran desde 1945 los más antiguos como el modelo e-learning conocido principalmente desde sus orígenes como educación a distancia, hasta los más actuales, tales como *blended-learning* (b-learning), *móvil-learning* (m-learning), *flipped-learning* (f-learning) y *ubiquitous-learning* (u-learning).

---

<sup>6</sup> En la presente tesis profesioanlizante, las interacciones entre estudiante-docente son de dos tipos: las clases presenciales, estas se imparten físicamente en un mismo espacio, el estudiantado y el profesor se interrelacionan directamente o de manera sincrónica y dentro de la institución escolar (educación formal). Los encuentros virtuales (online) son aquellas donde la interacción es mayormente asincrónica, sin compartir el mismo espacio físico entre el docente y el estudiantado, donde estos últimos no participan necesariamente de manera sincrónica y simultánea (educación no formal). Esta combinación de modalidades recibe el nombre de modelo b-learning o semipresencial, donde se enriquecen los dos tipos de interacciones.

<sup>7</sup> De acuerdo con Staker y Horn (2012) en García-Peñalvo (2015), el modelo b-learning admite cuatro modelos de aprendizaje mixto: modelo rotatorio, modelo flexible, modelo self-blend y modelo virtual enriquecido, dentro de estas variantes se incluye el modelo de clase invertida o flipped-learning.

A pesar de la diversidad de diseños tecno-pedagógicos, son limitados los casos de aprendizaje de la Física tanto en la educación secundaria como en la universitaria que utilicen algunos de estos modelos de manera que propicie el aprendizaje significativo, sin que el soporte tecnológico se transforme en un repositorio de contenidos. Desarrollar el aprendizaje significativo con el uso de las TIC en el estudiantado es importante porque permite el logro de nuevas ideas, promueve la capacidad de interpretar y de adquirir diferentes niveles de conocimientos (Moreira Sánchez, 2019). Las investigaciones encontradas son escasas y los estudios utilizan principalmente la modalidad presencial, con algunos pocos casos de éxito documentado, donde el diseño tecno-pedagógico utilice algunos de los formatos mencionados, tal es el caso realizado por la UTN-Facultad Regional Resistencia, quienes utilizaron el modelo b-learning en la construcción de conocimiento significativo para estudiantes de ingeniería en sistemas de información (Barrios, Cernadas, Marin y Sandobal Verón, 2014), también se encuentra el caso del proyecto b-learning para el aprendizaje de la Física en 6<sup>to</sup> año de la educación secundaria (Benavente Fager, 2018).

El m-learning tiene un breve tiempo de incorporación en los contextos educativos, vinculado principalmente con algunas experiencias de innovación y desarrollo educacional como el realizado por el Observatorio de la Formación en Red SCOPEO (Camacho y Tíscar, 2011) en España, Portugal y América del Sur. Otro estudio experimental, coordinado por la Fundación Telefónica y Fundación Itinerarium (2014), fue realizado en España vinculado al aprendizaje-servicio, cuyo objetivo consistió en incorporar la tecnología móvil en las aulas para promover el cambio educativo.

Las diferentes modalidades tecno-pedagógicas llevan a la necesidad de evaluar sus impactos. Al respecto, un estudio empírico importante dado por la robustez en el número de participantes (N = 1000) compara los modelos pedagógicos: presencial, e-learning y b-learning. El resultado determina que los mejores efectos en los aprendizajes de los estudiantes se logran con el diseño b-learning, dado que permite potenciar los encuentros presenciales para lograr un aprendizaje significativo acerca de los contenidos, dejando para la instancia virtual actividades de seguimiento o socialización y afianzamiento de los contenidos. Esta misma investigación realizada por Rodríguez Illera (2013) coincide con las reflexiones didácticas del especialista Área Moreira (2011), quien

da cuenta de que, sin una renovación del diseño tecno-pedagógico, el beneficio de las tecnologías educativas es mínimo.

Los estudios acerca de los efectos de las tecnologías digitales en el aprendizaje se han caracterizado por mantener a lo largo del tiempo un estrecho lazo con la investigación del análisis humano, siendo el psicólogo conductista Skinner (1904-1990) uno de los referentes pioneros en esta línea de investigación, vinculado principalmente con la educación a distancia. De la gran cantidad de trabajos que se presentan cada año en simposios nacionales e internacionales y revistas especializadas, muchas de ellas dan cuenta de que los soportes digitales usados para el aprendizaje son más estimulantes y motivadores. Sin embargo, las investigaciones comienzan por develar los riesgos, límites y desafíos de la enseñanza mediada por las tecnologías. Particularmente el tema de la motivación constituye una de las principales razones por las que los docentes de ciencias deciden usarlas en sus clases, sin embargo, estas decisiones se fundamentan en actitudes ingenuas y poco informadas acerca de los efectos de los soportes digitales para el aprendizaje, como los recursos caracterizados por presentar fenómenos complejos con ayuda de imágenes dinámicas e interactivas. Al respecto, Koehler, Mishra, y Cain (2015) desarrollaron un marco conceptual denominado Conocimiento Tecnológico Pedagógico Disciplinar (TPACK acrónimo para Technological Pedagogical Content Knowledge), que sirve no solo como base para transformar la conceptualización en materia de integración de las TIC, sino también para la formación docente y su práctica profesional. De acuerdo con Castellanos, Sánchez y Calderero (2017), el diseño de un modelo tecno-pedagógico debe permitir la integración de las TIC, de modo que potencie los diferentes procesos de aprendizaje.

Así como han surgido nuevos y variados diseños tecno-pedagógicos como resultado del incremento en el uso de las TIC en las etapas educativas, se destaca la necesidad de evitar el utopismo tecnológico o el tecnocentrismo y diseñar el modelo tecno-pedagógico más adecuado para la escuela del siglo XXI, focalizando en la realidad socioeducativa, política y cultural. Para lograr esto último y de acuerdo con César Coll (2011), citado en Schwartzman, Tarasow y Trech (2014), el diseño tecno-pedagógico resulta del modelado y articulación del espacio virtual y físico, con la planificación del tipo de interacciones, selección y organización de las tecnologías digitales disponibles,

con definición de las necesidades e intenciones pedagógicas y las decisiones didácticas que las consideran, cuyo objetivo final consiste en modelar ciertas actitudes y conductas.

### *Dimensión: (d) teorías del aprendizaje*

En una reciente publicación, el psicólogo cognitivo Tricot (2017) alerta acerca de los riesgos que implica el aprendizaje escolar mediado por las TIC fundamentados exclusivamente en la motivación. En su investigación da cuenta de que los estudiantes corren el riesgo de una sobre carga atencional y que más motivación no implica mejores resultados, “aunque la motivación resulta necesaria para aprender, no constituye una condición suficiente” (Tricot, 2017, p. 18). En definitiva, el mismo autor sugiere que los estudiantes requerirán un proceso de enseñanza más activo y participativo. En línea con los estudios vinculados a los efectos de las TIC en el aprendizaje, focalizando en la motivación, han surgido nuevas teorías que se están ocupando del tema. Las principales teorías son: La Carga Cognitiva (Sweller, 1994) y Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia (Mayer, 2005). Estas teorías ofrecen principios para el diseño instruccional para la mejora de los ambientes multimedia o e-learning basado en estudios empíricos, no obstante, otras investigaciones han encontrado limitaciones en el uso y práctica de dichos constructos teóricos (Andrade-Lotero, 2012); cuestión que excede a los objetivos de la presente tesis<sup>8</sup>.

En línea con lo anterior, las investigaciones han dado lugar al desarrollo de múltiples teorías del aprendizaje, como consecuencia de los cambios promovidos por el avance de la C y T y su impacto en el escenario educativo. En esta sección, se mencionarán las principales teorías del aprendizaje que conforman los antecedentes del presente estudio, dado que aquella será ampliada en la sección Marco Teórico, que conforma el Capítulo 3. A modo de presentación, en esta tesis se aborda la idea del aprendizaje invisible (Cobo y Moravec, 2011) como metadisciplina para articular las diferentes teorías del aprendizaje. La idea del aprendizaje invisible como metadisciplina consiste básicamente en una coyuntura conceptual abierta, compleja y adaptativa, compuesta por elementos flexibles e interdependientes. Las diferentes teorías que forman parte de los antecedentes y que aportan a esta articulación de metanivel son: el aprendizaje

---

<sup>8</sup> Para ampliar en dicho estudio se sugiere la lectura de los siguientes autores: Miller (1956); Shaffer, Doube y Tuovinen, (2003); Chong (2005).

ubicuo (Burbules, 2014), el aprendizaje significativo (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983; Novak y Gowin, 1988), el aprendizaje distribuido (Perkins, 2001) y el aprendizaje colaborativo (Gallino y Forestello, 2015).

Los artículos analizados permiten conocer que los resultados obtenidos en las investigaciones que utilizan tecnología tienden a mejorar el aprendizaje de conceptos y promover habilidades. Dentro de estos estudios, algunos autores esperan que los cambios producidos sean duraderos y transferibles a la vida cotidiana, pero no se cuenta con evidencia suficiente y concluyente en relación con esto último, dado que esta depende del prisma con que se observe. Por otra parte, la integración de las TIC en los procesos de aprendizaje de la Física se basa en la aplicación de un tema/concepto de la asignatura en particular, realizado en un tiempo breve dentro del ciclo académico y no así durante todo el desarrollo de la asignatura. Como consecuencia de lo anterior, el uso de las TIC en la educación secundaria se caracteriza por su «finalidad propedéutica» (Acevedo-Díaz, 2004), focalizado en la necesidad de motivar a los estudiantes en el campo disciplinar y el desarrollo de habilidades científicas y tecnológicas para proseguir estudios superiores, esto llevó a que las experiencias se centren en los contenidos más ortodoxos de la Física, como los mencionados en la sección anterior, referida a los niveles educativos y contenido disciplinar del presente capítulo. Esto último tiene como consecuencia generar una imagen falsa y estereotipada de la compleja relación C y T (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 1998; Lederman, 2006).

Del anterior apartado se destaca que los diseños tecno-pedagógicos para el aprendizaje de la C y T utilizando TIC (experimentos físicos en tiempo real que involucren sensores, tarjetas convertidoras analógicas-digitales y la computadora) mediante el desarrollo de actividades experimentales, más conocidos como trabajos prácticos de laboratorio carecen de un modelo pedagógico explícito que articule y potencie la interacción dialógica (hermenéutica) docente, estudiante, conocimiento y tecnología. En Franco, Velasco y Riveros (2017), se concluye que la línea de investigación de los trabajos prácticos de laboratorio ha adquirido una alta proyección a nivel didáctico. Esto puede corroborarse con los resultados presentados en el informe de Buteler et al. (2019), donde el aprendizaje en el laboratorio constituye una de las problemáticas extremadamente poco investigadas. A partir de esta proyección, resultaría necesario que las propuestas de aprendizaje de la Física experimental mediado por

tecnologías para la construcción del conocimiento contemplen de manera explícita el diseño tecno-pedagógico fundamentado en teorías críticas (Gallino y Forestello, 2015). Contemplar e incluir este enfoque enriquecería ambos programas de investigación, dado que su planificación se fundamentaría en el «aprendizaje colaborativo y distribuido». Estos últimos permitirían potenciar el rol de las negociaciones de significados que transcurren en los ambientes educativos mediados por la tecnología, en sus diferentes soportes tecnológicos o modalidades de aprendizaje.

En contraste con lo anterior, otras líneas de investigación estudian los efectos de las TIC vinculadas con el desarrollo de habilidades, capacidades y competencias, cuestiones que en otros términos se habla de la alfabetización digital, mediática, multimedia y transmedia. Scolari (2018), en su reciente proyecto Transmedia Literacy identificó 234 habilidades en los adolescentes que utilizan las nuevas herramientas tecnológicas. Del mismo modo, experiencias pedagógicas-didácticas realizadas por Caldiero y Schwartzman (2013), donde exploran la idea del aprendizaje ubicuo acuñada por Burbules (2014), sostienen que mientras el aprendizaje sea más ubicuo y diverso con el uso de las TIC, más habilidades y aprendizajes se producen. Estos resultados enriquecen la idea de protoparadigma de Cobo y Moravec (2011), entendida como una metateoría capaz de integrar diferentes ideas y perspectivas, definida como aprendizaje invisible.

De las dimensiones caracterizadas hasta el momento, se puede inferir que los aprendizajes y el desarrollo de habilidades que elaboren los estudiantes dependen de las variaciones en los modelos tecno-pedagógicos diseñados. En consecuencia, la cuestión que se busca conocer con la presente investigación consiste en comprender los aprendizajes que promueven los estudiantes en relación con el contenido y a las características del diseño tecno-pedagógico mediado por las TIC.

### *Dimensión: (e) metodología de la investigación*

Dentro de los artículos analizados y en relación con la dimensión vinculada a los aspectos metodológicos para la indagación del tema central de este trabajo, una parte de los estudios se focalizan en las capacidades, habilidades y conocimientos que provocan el uso de determinadas tecnologías. Por otra parte, los artículos que describen las

indagaciones sobre los diseños tecno-pedagógicos se centran en conocer principalmente en cómo se producen las interacciones docente-estudiantes.

Para poder acercarse al componente disciplinar con el pedagógico y tecnológico de las investigaciones, resulta necesario salir del campo de la didáctica de la Física y la pedagogía e ingresar en el campo de la psicología social y cognitiva, para luego aunar los esfuerzos.

Dado que la indagación de los procesos de aprendizajes mediado por las TIC constituye un fenómeno complejo: Cobo y Moravec (2011), Caldiero y Schwartzman (2013) y Burbules (2014) reconocen que cuando el aprendizaje es más ubicuo y diverso con el uso de las TIC, es más probable que se desarrollen nuevas habilidades y aprendizajes, y que estos resulten invisibles o ignorados por los tradicionales instrumentos de medición del conocimiento. Esto último resulta agravado por el carácter ubicuo y distribuido de la tecnología móvil (Amo y Santiago, 2017).

Como consecuencia de lo anterior, todo tipo de enseñanza posee un fuerte componente tácito (Cobo y Moravec, 2011; Pozo, 2013), además del explícito. El conocimiento implícito/tácito se halla cargado de valores, afectividad, actitudes y creencias, que de acuerdo con Castorina, Barreiro y Toscano (2007), “exige ser estudiado en el contexto en el que tiene lugar” (p. 224). Esto último se debe a la articulación o conexión entre el conocimiento implícito, que se manifiesta durante las prácticas y destrezas de trabajo (*saber cómo*) y el conocimiento explícito dado por los conceptos, teorías y principios (*saber qué*).

Por otro lado, Vázquez-Alonso, Manassero-Mas, Bennassar Roig y García Carmona (2009), coinciden con los autores antes mencionados en la naturaleza compleja que conlleva la evaluación de los aprendizajes como indicadores de la alfabetización científica y tecnológica. Sin embargo, la psicología sociocognitiva y la didáctica de las ciencias naturales cuentan con los instrumentos y recomendaciones para llevar adelante su indagación. Estos campos disciplinares, incluyendo la «analítica del aprendizaje» como área emergente para el estudio de los aprendizajes mediadas por las TIC, reconocen que lo más efectivo consiste en la combinación de metodologías cualitativas y cuantitativas provenientes de diferentes disciplinas. El empleo de analíticas del



aprendizaje combinado con una adecuada recogida de datos posibilita una mejora en la comprensión acerca de los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Esta técnica adopta métodos cualitativos y cuantitativos. La combinación de métodos aplicada al estudio de los efectos de la tecnología móvil permitiría obtener información sobre los diferentes aspectos de la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, particularmente cuando dichos procesos ocurren fuera del aula y con el fin de optimizar el aprendizaje (Amo y Santiago, 2017).

En función de lo anterior, los principales referentes acerca del estudio y las teorías implícitas en los escenarios educativos, Castorina, Barreiro y Toscano (2007), indican que para su indagación se debe adoptar una concepción metodológica heterogénea, recurriendo a diseños de carácter cualitativo como cuantitativo. Su indagación exige evaluar en qué medida los conocimientos de referencia son adoptados por los participantes, y para ello es necesario “utilizar cuestionarios basados en situaciones hipotéticas de la vida cotidiana, o escalas tipo Likert, en donde las personas manifiesten su grado de acuerdo o desacuerdo con tales afirmaciones” (Castorina et al., 2007, p. 217). Este tipo de investigación cuantitativa debe ser enriquecida con instrumentos de tipo cualitativo como entrevistas y la observación participante, de modo que la investigación se base en un enfoque mixto.

Particularmente, los estudios que se ocupan de evaluar las actitudes en los estudiantes de Física y el aprendizaje de tópicos específicos mediado por tecnologías son escasos, encontrándose resultados dispares. Tenemos el caso de Santana-Fajardo (2018), donde evalúan las actitudes hacia la Física y el aprendizaje del concepto fuerza, el cual revela dificultades en la enseñanza de la disciplina y su contenido mencionado. Otro estudio de reciente publicación evalúa las actitudes en estudiantes de secundaria acerca del aprendizaje del lenguaje científico en contexto mediado por las TIC, donde se “revela el complejo entramado de las actitudes implícitas y explícitas como efecto significativo de la intervención didáctica” (Salica, 2018, p. 30).

A los fines de este trabajo y en relación con los antecedentes y descripción del estado de situación acerca del aprendizaje de la C y T mediado por tecnologías, se halla que la principal preocupación de los diferentes programas y proyectos de investigación comparten el mismo propósito. Este consiste en mejorar la construcción conceptual del

conocimiento científico y tecnológico en los estudiantes de la educación secundaria. Incluso, en la revisión de la literatura científica realizada por Cardona y López (2017), coinciden con esta tendencia y destacan la necesidad de reforzar la investigación en los aspectos siguientes: fortalecer la conceptualización sobre C y T promoviendo el aprendizaje significativo y la realización de actividades experimentales con un diseño tecno-pedagógico coherente con las actuales exigencias de la educación científica y tecnológica.

El rápido recorrido realizado por algunas de las temáticas y líneas de investigación actualmente existentes en el ámbito del aprendizaje de las ciencias, y en particular la Física mediada por tecnologías, confirman tanto la diversidad y complejidad de dicho campo de conocimiento como su riqueza y potencialidad para su indagación.

A raíz del anterior desarrollo referido a los antecedentes, se presentan a continuación las preguntas y objetivos que delimita el problema de estudio para poder avanzar en su indagación.

### **1. 3) Pregunta de la investigación**

La siguiente pregunta de investigación constituye el eje conceptual que estructura el estudio de caso de la presente tesis de tipo profesionalizante:

¿Qué rasgos caracterizan el aprendizaje de la Ciencia y Tecnología en estudiantes de 4<sup>to</sup> año de la educación secundaria fundamentado en un modelo pedagógico ubicuo?

Asimismo, se formularon las sucesivas preguntas accesorias:

¿Qué rasgos caracterizan el aprendizaje ubicuo de los estudiantes?

¿Qué habilidades/capacidades/conocimientos promueven como resultado de la práctica realizada?

¿Cómo gestionan el aprendizaje ubicuo?

¿Cómo cambian las actitudes y creencias de los estudiantes de secundaria sobre la relación C y T, y la resolución de problemas de C y T?

En el marco de la presente maestría, se busca con este trabajo final evaluar un modelo pedagógico ubicuo a través de un estudio de caso, diseñado para el aprendizaje de la Ciencia y la Tecnología en la escuela secundaria. En relación con esto, se explicitan los objetivos que derivan de los antecedentes y se vinculan con la problemática de esta investigación:

#### **1. 4) Objetivo general**

Comprender los rasgos que caracterizan el aprendizaje sobre Ciencia y Tecnología en estudiantes de la educación secundaria con modalidad de aprendizaje ubicuo (u-learning).

#### **1. 5) Objetivos específicos**

Los objetivos específicos que se plantean en la investigación son los siguientes:

- Evaluar el diseño e implementación de una secuencia de aprendizaje de la Ciencia y la Tecnología con modalidad ubicua.
- Identificar en el discurso reflexivo de los estudiantes, categorías conceptuales que emergen como resultado del aprendizaje con modalidad ubicua.
- Identificar cambios, limitaciones o permanencias de los aprendizajes promovidos en los estudiantes de secundaria referidos a la Ciencia y Tecnología.
- Comprender la relación entre los componentes: cognitivo, afectivo, tecnológico y científico por medio de la indagación con enfoque mixto: cualitativo y cuantitativo.

## **CAPÍTULO 2**

### **CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **Propósito profesional académico**

El presente trabajo de tesis de maestría consiste en una producción final de intervención profesionalizante, con la cual se busca comprender y mejorar el aprendizaje de la C y T en estudiantes de 4<sup>to</sup> año de Física de la educación secundaria, con modalidad u-learning. Dado por las características del contexto socioeducativo institucional del I.F.D. N° 12, que se describirá en los párrafos siguientes, y en el marco del proceso de diseño e implementación del primer diseño curricular de la provincia de Neuquén, resulta importante diseñar una propuesta de intervención tecno-pedagógica basada en un estudio de caso. De esta manera, los resultados alcanzados y que se describen en el Capítulo 5 permitieron profundizar en marcos teóricos interdisciplinarios que ampliaron, cualificaron y retroalimentaron la práctica tecno-pedagógica acerca de los procesos de aprendizaje vinculados con la compleja relación entre C y T, en la educación secundaria neuquina. A partir de esto, en el capítulo que se inicia se desarrollan las características del contexto y la justificación de la investigación.

#### **2.1) Contexto de la investigación**

En esta sección se describirán las características del contexto local y regional, constituyendo el escenario educativo donde se realizó la indagación del estudio de caso. Este escenario se localiza en la ciudad de Neuquén, donde resulta de particular singularidad comprender las condiciones socioeconómicas, políticas y educativas en el que se realizó el modelo pedagógico ubicuo.

##### **2.1.a) Contexto geográfico nacional, regional y local**

La ciudad de Neuquén, ubicada al suroeste del territorio nacional argentino, es la capital de la provincia que lleva su mismo nombre y que a su vez toma su designación del Río Neuquén.

Asimismo, el término *Neuquén* proviene del mapudungun *Newenken* que significa «correntoso», o de la voz araucana *Ñedquén* que significa «atrevido, arrogante, audaz, altivo». La ciudad capital se ubica geográficamente en el norte de la Región Patagónica. También conocida como región del Comahue. Este término, en su voz de origen mapuche significa «lugar de riqueza», que abarca las provincias de Neuquén y Río Negro. La provincia se encuentra dividida en dieciséis departamentos, donde la ciudad capital se encuentra en el departamento Confluencia y ocupa la franja de tierra al oeste de la confluencia de los ríos Neuquén y Limay que dan origen al Río Negro.

De acuerdo con la Dirección Provincial de Estadísticas y Censos de la Provincia, y en base a Censos Nacionales, la población de la provincia en 2015<sup>9</sup> fue de 619.745 habitantes y la ciudad de Neuquén cuenta con 362.673 habitantes, este último constituye el 65,8% de la población total de la provincia.

Desde las fuentes oficiales del Gobierno de la Provincia, la principal actividad productiva consiste en la explotación de hidrocarburos. La cuenca neuquina forma parte de una inmensa zona geográfica de 124.000 km<sup>2</sup> que comparte con Río Negro, La Pampa y Mendoza. Es una de las zonas petroleras y gasíferas más importante de Argentina y ocupa una superficie de 26.000 km<sup>2</sup>. En esta región, el segundo sector productivo es el turismo y el tercero la fruticultura.

### **2.1.b) Contexto político-educativo provincial e institucional del I.F.D. N° 12 de Nivel Medio**

Desde el 2006 se encuentra en vigencia la Ley Nacional de Educación N° 26.206. Esta normativa regula y enmarca el funcionamiento del sector educativo nacional. En esta se establecen los Principios, Derechos y Garantías; los Derechos y las Obligaciones de los distintos actores de la comunidad educativa; la organización y el esquema del Sistema Educativo; y los objetivos de los distintos niveles y modalidades de Educación, entre otras cuestiones.

---

<sup>9</sup> Fecha de la última fuente oficial disponible.

En el año 2014 se inició por primera vez en la provincia, la construcción del primer diseño curricular referido al Ciclo Básico Común y Enlace Pedagógico Interciclo para la educación secundaria, aprobada por Resolución N° 1463 (2018). Actualmente se encuentra en la etapa final el diseño curricular para el Ciclo Superior Orientado. Anteriormente, los contenidos de la escuela secundaria bachiller y técnica se regían por diferentes planes de estudio, existiendo en la actualidad un total de 196 planes, los cuales comenzarán a quedar sin efecto a partir de la implementación del Diseño Curricular para la Nueva Escuela Secundaria Neuquina previsto para el año 2021.

Respecto al Instituto de Formación Docente N° 12 (Nivel Medio), ubicado en la zona céntrica de la ciudad capital de Neuquén, este es una institución educativa que recibe estudiantes de todos los puntos de la ciudad neuquina. Su población estudiantil se caracteriza por ser significativamente diversa, tanto en los aspectos socioeconómico como culturales. Cuenta con cuatro orientaciones, Bachiller Común (Plan N° 019), Bachiller Pedagógico (Plan N° 162), Perito Mercantil (Plan N° 188) y Perito Mercantil con Especialización Contable e Impositivo (Plan N° 160). La asignatura en donde se lleva a cabo la indagación se denomina Física y su Aplicación a la Técnica, corresponde al 4<sup>to</sup> año del Ciclo Superior Orientado, perteneciendo al plan de estudios del Perito Mercantil (Plan N° 160). El número de estudiantes en dicha orientación oscila entre los 15 y 25 adolescentes. La carga horaria semanal de la asignatura son de dos horas cátedras, equivalente a 80 minutos de clase por día, lo que corresponde a un encuentro presencial por semana.

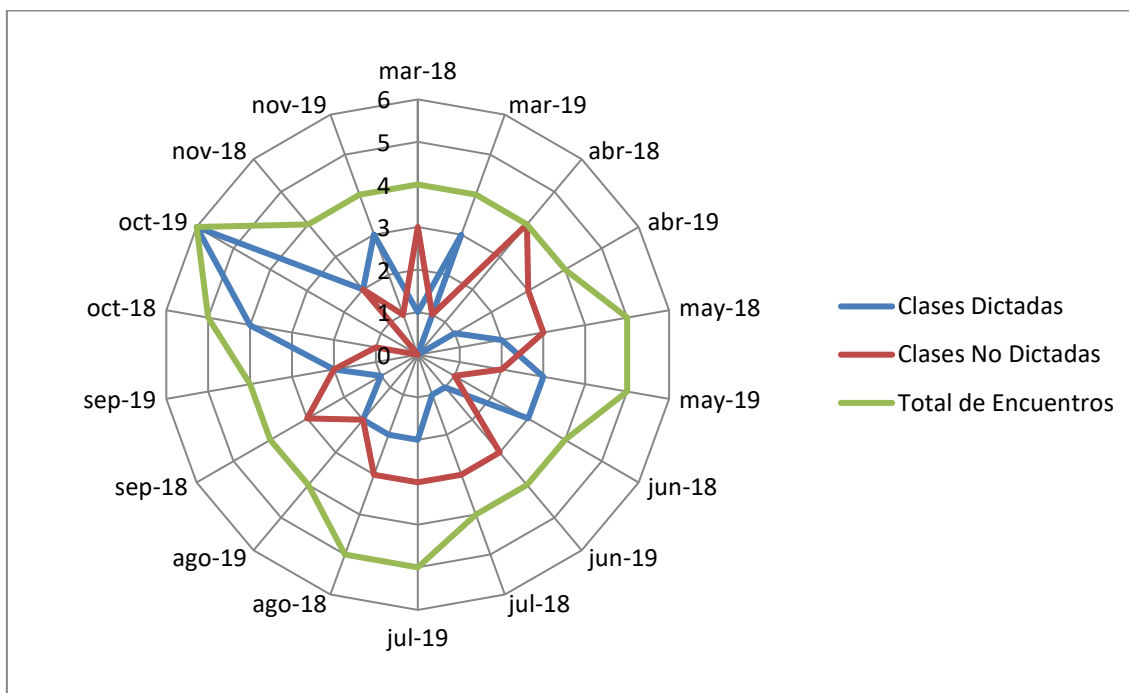
Respecto a los factores internos y externos que condicionan el desarrollo de las clases en el I.F.D. N° 12, el Calendario Educativo Único Regional (C.E.U.R.) que se aprueba por Resolución desde el Consejo Provincial de Educación y del Ministerio de Educación de la Provincia, determina todas las actividades que realiza la institución escolar y los múltiples factores internos y externos a la institución educativa que forman parte de la vida institucional escolar, y que condicionan significativamente la formación de los estudiantes. De la variedad de actividades que se encuentran, se pueden mencionar: jornadas institucionales, jornadas discusión del diseño curricular, jornadas de formación “Nuestra Escuela”, periodos de exámenes previos, libres, equivalencias, regulares, exentos y reválidas, feriados y mesas excepcionales, cierre de trimestre del calendario de la escuela secundaria, los actos escolares y salidas educativas entre otros. Respecto al plan

de estudios, se brinda poca carga horaria curricular en las asignaturas del área de las ciencias naturales, estas oscilan entre 80 y 120 minutos de clases por semana. Entre los factores externos que incidieron en esta investigación, se encuentran los reclamos gremiales, como una de las principales causas de la suspensión de las actividades educativas institucionales.

Las características socioeducativas y políticas descritas dan cuenta de la compleja y problemática tarea que implica la formación de los estudiantes, haciendo que el proceso de aprendizaje se constituya como un universo altamente desafiante, tanto para los estudiantes de la educación secundaria como para quienes deben ejercer la docencia. En consecuencia, la interrupción de las clases dado por el número de actividades anteriormente listada hace que el tiempo entre los encuentros presenciales se prolonguen, superando varias semanas. Este escenario socioeducativo y político “tensiona entre lo que piden las relaciones pedagógicas y lo que piden los sistemas políticos, toda vez que la enseñanza del docente y el aprendizaje de los estudiantes se ven atravesados por ambos universos” (Brailovsky, 2019, p. 16).

De esta manera, la asignatura donde se realiza la indagación presenta las siguientes características. En primer lugar, tiene la mínima carga horaria escolar para el dictado de sus contenidos (un encuentro de 80 minutos por semana). Por otra parte, la diversidad de actividades internas y externas antes enunciadas condicionan el dictado efectivo de las clases dentro del calendario escolar. El registro de los datos tomados corresponde al ciclo lectivo 2018 y 2019. Para el ciclo 2018, se tenía previsto 36 encuentros, del cual se concretaron 16 (44,44%) clases y se perdieron 20 (55,56%) clases. Del ciclo lectivo 2019, el número de clases previstas es de 36 encuentros (100%), se concretaron 22 encuentros que corresponde al 61,11% de las clases, perdiendo un total de 14 clases equivalente al 38,88%. La distribución de los encuentros por ciclo lectivo se puede observar en la Figura 1, donde el gráfico de tipo radial permite comparar el número de clases dictadas y no dictadas por ciclo escolar, siguiendo los puntos de cada eje radial. De esta manera, se encuentra que en ambos ciclos escolares el número total de encuentros es el mismo (36 clases), con la diferencia de que en el ciclo 2018 el promedio de clases fue menor a dos por mes ( $1,78\% = 142,40$  minutos de clase por mes), y en el 2019 el promedio de encuentros fue del 2,44% (195,20 minutos de clases por mes), más de dos encuentros presenciales en el mes. La información aquí presentada resulta importante

para comprender las características del contexto socioeducativo que caracteriza al estudio de caso, y que será contrastado con los resultados de las interacciones ubicuas del Capítulo 6, de la presente tesis.



**Figura 1.** Frecuencia de clases dictadas y pérdidas durante el ciclo escolar 2018 y 2019.

La segunda característica se refiere al contexto educativo institucional, que deriva de los datos anteriores. La discontinuidad pedagógica por ciclo lectivo antes descrito impacta en los hábitos de estudios, afectando la continuidad de las clases y en el rendimiento académico de los estudiantes de la educación secundaria. Es en este aspecto que se espera fortalecer con el modelo pedagógico ubicuo, es decir, fortalecer la interactividad pedagógica entre los estudiantes, el docente y el contenido disciplinar escolar.

La tercera característica a nivel institucional tiene que ver con las condiciones tecno-pedagógicas: la institución no cuenta con plataforma virtual educativa, y como se menciona en el Capítulo 1, la disipación del PCI conlleva al desabastecimiento de las instituciones educativas de recursos tecnológicos para el fortalecimiento del aprendizaje de la ciencia escolar. En su contraparte, surge la cuarta característica que emerge como resultado del incremento en el número de dispositivos móviles inteligentes -smartphone- en el aula, debido a su rápida evolución, producción masiva y relativo abaratamiento. En



consecuencia, el acelerado desarrollo de los teléfonos inteligentes afecta el contexto educativo a nivel institucional y áulico, generando nuevas apropiaciones culturales de los jóvenes. Este cambio se transforma en una oportunidad para indagar su efecto en el aprendizaje de los estudiantes de la educación secundaria. En otros términos, la disponibilidad masiva del celular inteligente es un aliado, para renovar los modelos pedagógicos escolares. Dado que los estudiantes en su mayoría cuentan con internet en sus dispositivos móviles o en sus hogares, integrados a sus actividades cotidianas, esto posibilita el diseño y aplicación de un modelo tecno-pedagógico para fortalecer los vínculos estudiantes-contenidos-docente y, en consecuencia, los procesos de aprendizaje. Es decir, esta característica se basa en la interactividad tecnológica ubicua, ofreciendo el potencial para mejorar la interactividad pedagógica. Esto hace que el espacio, el tiempo y la portabilidad caractericen la ubicuidad del grupo de estudiantes, generando diferentes relaciones y oportunidades de aprendizaje.

De esta manera, el conjunto de características antes enumeradas permite, de acuerdo con Tapiero Vázquez (2010), aprender a diseñar un modelo tecno-pedagógico, más que aprender a seleccionarlo. A su vez, Coll y Monereo (2008), destacan que “en todo diseño tecno-pedagógico se debe diferenciar entre la interactividad tecnológica y pedagógica” (p. 142), de la conectividad durante los procesos de aprendizaje. En línea con lo anterior, Schwartzman, Tarasow y Trech (2014), manifiestan que las tecnologías utilizadas en los diseños tecno-pedagógicos se deben poner al servicio de las ideas pedagógicas donde se generen territorios de interacción y construcción de conocimiento para el desarrollo de habilidades.

## **2.2) Justificación**

La presente tesis de maestría profesionalizante permitirá contribuir en las siguientes dimensiones que la justifican:

**2.2.a) Dimensión personal:** resignificar los procesos de aprendizaje de la C y T generando oportunidades educativas que trasciendan el aula, es decir, promover un proceso continuo y ubicuo de instrucción en función del contexto socioeducativo y situado. El aprendizaje ubicuo facilitaría a los estudiantes seguir avanzando en su

formación, accediendo en todo momento y por medio del móvil o cualquier otro dispositivo portátil, como resultado de la interactividad y conectividad. Como plantea Tapiero Vázquez (2010), los resultados que se obtengan del diseño del modelo pedagógico ofrecerían información, fortaleciendo el conocimiento tecnológico pedagógico profesional acerca de la integración de las TIC. Particularmente, permitiría conocer las ventajas y limitaciones de la propuesta de renovación didáctica en un contexto socioeducativo tradicional.

**2.2.b) Dimensión académica:** con la idea de ensanchar la mirada y articular algunos resultados provenientes de las diferentes investigaciones, se pretende con esta tesis, aportar a la idea del aprendizaje invisible como metateoría. Este enfoque metadisciplinar permitiría articular diversas teorías educativas, tales como el aprendizaje significativo, distribuido, colaborativo y ubicuo, y desde allí diseñar el modelo tecnopedagógico para el aprendizaje de la C y T en la educación secundaria neuquina. De acuerdo con Onrubia (2005):

La posibilidad de tener más conocimiento sobre lo que es potencialmente posible, es decir, «el diseño tecno-pedagógico» y «la interactividad real» hace más visible la comprensión entre lo que se aprende (o no) y, sobre todo, por qué (o por qué no) lo aprenden. (p. 8)

**2.2.c) Dimensión pedagógica y psicológica:** se busca conocer los aprendizajes promovidos en los estudiantes de Física de la educación secundaria, cuyos aspectos engloban componentes sociales, afectivos, cognitivos, científicos y tecnológicos, fundamentado en un modelo pedagógico ubicuo. En consecuencia, los efectos del diseño tecno-pedagógico ofrecerán información para caracterizar los rasgos del estudio “que implicaría percibir o demostrar (a) un cambio duradero (b) y transferible a nuevas situaciones con (c) el desarrollo de ciertas habilidades como consecuencia directa de la práctica realizada” (Pozo, 2013, p. 162).

**2.2.d) Dimensión disciplinar:** fortalecer el aprendizaje de los contenidos vinculados a la compleja trama que encierra la relación C y T, como una amalgama entre los contenidos de ciencia, tecnología y pedagogía. Esta integración ofrecerá información acerca de los desafíos, posibilidades y limitaciones que conlleva dicha propuesta,

vinculada a la capacidad de resolución de problemas de C y T, y sus implicaciones socioeducativas del grupo escolar seleccionado para la indagación.

**2.2.e) Dimensión institucional:** la instrucción brindaría un conocimiento puntual sobre un estudio de caso, desde el cual se podrá extrapolar dichos resultados al resto de la institución para repensar alternativas de modelos pedagógicos que permitan mejorar las trayectorias escolares. Los resultados permitirían pensar en ciertos criterios de eficacia siempre que se busque promover un aprendizaje mediado por tecnología y originar el cambio del modelo tecno-pedagógico en función del contexto institucional socioeducativo en que se desarrolla la propuesta de indagación profesionalizante. Por otra parte, las técnicas de la analítica ofrecerían cierta cantidad de datos para caracterizar, predecir y comprender el proceso de aprendizaje de los estudiantes en entornos ubicuos, con el propósito de mejorar sus trayectorias escolares. Al mismo tiempo, la enseñanza con modalidad ubicua basada en la tecnología móvil permitiría promover una nueva forma de aprendizaje con los siguientes propósitos institucionales: mejorar la interacción entre estudiantes, entre estudiante-docente, entre estudiante-contenido, la colaboración, promover la retroalimentación dentro y fuera del aula, ampliar los tiempos y espacios de aprendizaje y la exploración del conocimiento científico escolar articulando espacios formales y no formales de aprendizaje.

**2.2.f) Dimensión política-educativa:** los resultados de esta investigación permitirían realizar un aporte para repensar las políticas públicas educativas, generando iniciativas tales como: cambiar las estrategias de implementación de las TIC, reutilizando y redirigiendo la densidad tecnológica del medio para potenciar las prácticas educativas. De esta manera, los resultados del estudio darían lugar a la necesidad de repensar las actuales estrategias de políticas educativas basadas en la implementación vertical, uniforme y estandarizada de las tecnologías. Además, la indagación de la tecnología móvil, tan resistida en los salones de clase, abriría muchas más puertas a las investigaciones actuales y futuras, posibilitando el rediseño de los procesos de aprendizaje, seguimiento y evaluación de la educación.

## CAPÍTULO 3

### MARCO TEÓRICO

*Es la actitud, no el método,  
lo que distingue a la ciencia de la no ciencia.*

Nubiola, J. 2020

#### Introducción

Abordar el estudio del aprendizaje implica sumergirse en la psicología, siendo una de las disciplinas más ricas en cuanto a la diversidad de alternativas teóricas que la componen. Al respecto, la psicología constituye uno de los campos disciplinares en la que coexisten múltiples paradigmas, en apariencia incommensurables, pero en su diversidad de teorías, estas se integran y funcionan como un mapa que hace posible comprender los procesos del aprendizaje. Es por ello que, en este capítulo se desarrollan las diferentes teorías que componen el marco teórico del presente estudio. Se mencionan los diferentes niveles de análisis de estudio, desarrollando solo aquellos que permiten comprender los resultados del aprendizaje como efecto de la intervención tecno-pedagógico diseñada<sup>10</sup>, y que a su vez justifican y explican la necesidad del enfoque mixto del método de investigación utilizado y desarrollado en el Capítulo 5.

Dado el carácter complejo que constituyen los procesos de aprendizaje en general y en particular los procesos de aprendizaje mediados por tecnologías, tema que se ocupa la presente tesis, estos deben ser comprendidos desde distinto planos de análisis y niveles. Esto conlleva explicitar y profundizar acerca del proceso de aprendizaje realizado, dado que la concepción en la que se fundamenta condiciona el diseño del modelo tecno-pedagógico. A raíz de lo anterior, este estudio se apoya en las reflexiones que se hacen desde las siguientes ciencias: Pedagogía, Psicología Social, Cognitiva y Virtual, Didáctica de la Ciencias Naturales, Tecnologías de la Información y Comunicación.

---

<sup>10</sup> Ver Capítulo 4.

### 3.1) El Aprendizaje Invisible, Distribuido, Significativo y Colaborativo

Los estudiantes de la educación secundaria se encuentran a un clic de distancia para saber qué sucede al otro lado de las paredes de su institución educativa. Este clic implica un acceso al mundo de los datos y la información, pero no es condición suficiente para generar conocimiento y aprendizaje. El cambio en el acceso y en consecuencia de relacionarse con el conocimiento “han dado lugar a un proceso de secularización del conocimiento, con profunda influencia en la cultura del aprendizaje” (Pozo, 2013, p. 109). La conversión de la letra impresa en textos virtuales y ubicuos va cobrando mayor ímpetu a medida que progresa el conocimiento tecnocientífico. Estas transformaciones promueven nuevos escenarios y ambientes inmersos en el contexto de la escuela secundaria, pero en interacción permanente con el mundo. Omitir o negar dichas transformaciones y cambios, ante la imparable densidad tecnológica para promover el aprendizaje, ya no se percibe como una opción, o como una contraposición entre el mundo digital y el mundo real. Ambos mundos debieran ser incorporados a los procesos de aprendizaje de modo que permitan formar futuros ciudadanos capaces de aprender en: diversidad, multimodalidad, inmediatez, cantidad, ubicuidad e hipertextualidad.

En el párrafo anterior se presenta un conjunto de variables que caracterizan el escenario educativo, que de acuerdo a como se piense el diseño del modelo tecnopedagógico, dichas variables pueden interactuar de diversas maneras, pero de todo ello sería necesario profundizar en la idea de aprendizaje. De acuerdo con Gallino (2015):

El aprendizaje constituye un proceso personal, interno, permanente, dinámico y activo, tanto individual como social. Esto significa visualizar al estudiante como procesador activo de información y generador de conocimientos. Asimismo, el concepto aparece ligado a la idea de cambio con una cierta permanencia, a partir de la experiencia y referido a la comprensión, información, capacidades, competencias, conocimientos, actitudes, etc. (p. 1)

El impacto de la Ciencia y la Tecnología en la enseñanza tiene como efecto positivo la creación de diversos escenarios socioeducativos mediados por tecnologías, lo que ha llevado a una gran evolución en torno a los modelos tecno-pedagógicos. De esta interacción han surgido diferentes teorías, que han ido cobrando un protagonismo creciente conforme se ha densificado tecnológicamente el mundo.

A continuación, se desplegarán tres teorías que constituyen los antecedentes conceptuales de este proyecto, luego se focalizará en los rasgos conceptuales que definirán la construcción del objeto de estudio. El proceso educativo implica acentuar la mirada no solo en la relación docente-estudiante, sino también en la mediación entre estos dos actores. Visualizar dicha relación como vínculo «asimétrico» no implica establecer jerarquías, aunque tampoco desequilibrar las relaciones de poder en las formas de construir y otorgar significado al conocimiento. Esto último conlleva repensar en cómo las personas establecen nuevas relaciones con la tecnología para generar conocimiento y desarrollar habilidades.

De esa manera, estas nuevas relaciones son primordialmente pedagógico-comunicacional, y así originan diferentes modelos tecno-pedagógicos de aprendizaje. En la revisión bibliográfica realizada por Revelo-Sánchez, Collazos-Ordoñez y Jiménez-Toledo (2018) sobre el concepto de aprendizaje colaborativo, éstas convergen en la conceptualización elaborada por Gallino y Forestello (2015), quienes definen el *aprendizaje colaborativo* como:

un proceso en el que un individuo aprende más de lo que aprendería por sí solo, fruto de la interacción de los integrantes de un equipo, quienes saben diferenciar y contrastar sus puntos de vista, de tal manera, que llegan a generar un proceso de construcción de conocimiento. (p. 115)

Por otro lado, la diversidad de teorías exteriorizó múltiples formas de comprender la postura que se asume respecto de la persona y su relación con el ámbito físico en que se produce el pensamiento y el aprendizaje. Esta diversidad lleva a la concepción del *aprendizaje distribuido*, el cual focaliza en la idea de sistema entre la persona y el entorno, es decir, en pensar como unidad de análisis a la persona más el entorno o, como lo define Perkins (2001), *la persona-más*. A modo de ejemplo, el estudiante más el celular inteligente. Esta idea del aprendizaje distribuido adopta la concepción de la inteligencia distribuida formulada por Roy Pea (2001). El autor insiste en que “la cognición humana debería ser concebida como distribuida más allá del ámbito del organismo propio” (Perkins, 2001, p.127). Esto significa que el aprendizaje distribuido abarca a otras personas, se apoya en los medios artefactuales y simbólicos, aprovechándose del entorno.

Las conceptualizaciones antes enunciadas sobre el aprendizaje colaborativo y distribuido aportan importantes lineamientos para el diseño de un modelo tecno-

pedagógico. Al respecto, Rodríguez Illera, (2013); Schwartzman et al. (2014), plantean que el diseño de una propuesta tecno-pedagógica implica controlar sus variables, tales como: la (a) organización social de la clase, (b) la interacción comunicativa, tecnológica y pedagógica, y (c) la conectividad. Sin embargo, en las variables externas del diseño tecno-pedagógico falta incluir la variable: contenido disciplinar. De esta manera, esta última variable exige añadir los aportes de la teoría del *aprendizaje significativo*.

Organizar los contenidos disciplinares en forma de proposiciones significativas tiene como propósito promover un aprendizaje significativo (Ausubel et al., 1983). El fundamento filosófico de este trabajo hace que “los conceptos y las proposiciones que forman los conceptos sean elementos centrales en la estructura del conocimiento y en la construcción del significado” (Novak y Gowin, 1988, p. 26). La construcción de los conceptos centrales permitiría su transferencia a nuevas situaciones, otorgando una mayor comprensión y profundidad de los principios de la Ciencia y la Tecnología.

Finalmente, los diferentes enfoques conceptuales que fundamentan el diseño de un modelo pedagógico ubicuo no pretenden centrarse en una sola teoría o concepto como tal, sino que se apoyan en la idea del *aprendizaje invisible* de Cobo y Moravec (2011). Concepto que busca articular y hacer converger diferentes miradas y disciplinas sobre los procesos de aprendizaje mediados por tecnología.

### 3.2) El Aprendizaje Ubicuo

Nicolás Burbules (2014) examina el concepto de aprendizaje ubicuo y analiza sus diferentes significados, es decir, los diferentes tipos de ubicuidad que pueden generarse. Comprender la manera en que el concepto se concibe permite pensar las posibilidades y oportunidades de promover el aprendizaje ubicuo. El sentido más común que se le atribuye a este concepto es el de «aprendizaje en cualquier momento y en cualquier lugar» (Caldiero y Schwartzman, 2013). Esto se debe a la disponibilidad de dispositivos móviles o portátiles que ofrece el mercado de la tecnología, acompañado de los múltiples servicios y formas de acceso libre a internet. Esta disponibilidad permite la creación de un escenario educativo de tipo asincrónico, adaptándose a los perfiles de cada usuario, promoviendo un nivel más alto de personalización y adecuación a las preferencias de los estudiantes-

consumidores, no solo en materia de horarios, sino también, en términos de espacio de trabajo y encuentros. Superando el enfoque mercantilista del aprendizaje ubicuo, Burbules profundiza en la idea del término caracterizando su significado e importancia para los procesos de aprendizaje, sugiriendo seis dimensiones de análisis relacionados entre sí por medio del cual es posible pensar su significado de manera que pueda enriquecer los procesos de aprendizaje la C y T en la educación secundaria.

### Dimensiones del aprendizaje ubicuo

En primer lugar, se le confiere al término un sentido espacial en la ubicuidad, el de *cualquier lugar*. En la actualidad las tecnologías digitales están presentes y distribuidas en cualquier computadora y dispositivos móviles. También en los automóviles, en espacios públicos y diversos comercios, entre otros. Desde el punto de vista del aprendizaje, la ubicuidad espacial implica tener acceso continuo a la información. Esto hace difusa la diferenciación entre la educación formal y la no formal. De acuerdo con Martín (2014), la primera debe ser entendida como un proceso educativo dado y limitado en un espacio físico-temporal o virtual único, vinculada con los atributos y la sistematización propia de la organización educativa. Asimismo, la educación no formal es aquella que se aparta de las formas canónicas o convencionales de la escuela, organizada de manera extraescolar (medios sociales, aplicaciones, otras) pero que complementa la educación formal. En este orden de ideas, la conexión permanente y ubicua rompe esta diferenciación en cuanto a dónde, cómo y cuándo aprender, “entendiendo que el aprendizaje se produce a partir del complemento de ambos espacios” (Sabulsky, 2019, p.26).

En segundo lugar, existe el aspecto de *portabilidad* referido a la posibilidad de que los dispositivos portátiles siempre se pueden llevar con la persona. La portabilidad, genera nuevos tipos de prácticas sociales, como el caso de que los interlocutores siempre van a estar conectados y disponibles, los estudiantes pueden acceder a la información de manera inmediata y desde cualquier lugar. De esta manera el aprendizaje ubicuo se ve reforzado por la portabilidad, dando lugar a su integración plena en las actividades cotidianas.



En tercer lugar, existe el sentido de la *interconexión*. Este concepto genera una inteligencia extensible, en dos sentidos relacionados: tecnológicamente hablando, el conocimiento, la memoria y el poder de procesamiento de cada persona. En un sentido real una persona puede ser más inteligente porque tiene acceso a una inteligencia en red, ya sea tecnológica o socialmente distribuida, o ambas. Esta interconexión promueve en las personas el desarrollo de nuevas capacidades, habilidades y conocimientos.

En cuarto lugar, hay ubicuidad en un sentido *práctico*: la posibilidad de contar con algún tipo de dispositivo conectado a internet desde cualquier lugar, desdibujan las divisiones definidas entre las actividades de la vida tradicionalmente separadas: trabajo / juego, aprendizaje / entretenimiento, acceso / creación de información, público / privado. Esta separación de actividades entra en tensión acerca de dónde, cómo, cuándo y por qué se aprende. Además, exigen repensar los momentos de atención, de la participación y de la motivación para aprender.

Los diferentes entornos de formación facilitados por la disponibilidad tecnológica provocan experiencias de aprendizaje por inmersión en los cuales la creatividad, la resolución de problemas, la comunicación, la colaboración, la experimentación y la investigación capturan la atención de los participantes. Estos entornos o lugares son «virtuales», entendidos en relación con las dinámicas de intereses, compromiso, imaginación e interacción que podrían promover una participación activa entre el estudiante y el entorno de estudio. La ubicuidad es un concepto diferente al de “virtualidad”, pero las dos se entrecruzan en el punto en el que las actividades de instrucción se integran completamente al flujo de conocimientos cotidianos, rompiendo con la división de las actividades tradicionalmente separadas. Este cambio en las actividades formales y no formales genera oportunidades de aprendizaje significativas y relevantes para aquel que aprende.

En quinto lugar, existe la ubicuidad en sentido *temporal*. El uso y disponibilidad de la computadora o los dispositivos móviles con sus múltiples aplicaciones permiten el crecimiento constante de las vías de comunicación asincrónicas. Se producen diferentes expectativas y prácticas que cambian las relaciones personales y subjetivas acerca del concepto de tiempo, generando nuevos y variados hábitos de aprendizaje. Se genera una relación diferente con las oportunidades para aprender: fácil disponibilidad y

conveniencia, pero también un ritmo y un flujo más continuo, que permiten entrar y salir sin necesidad de ajustarse a un horario determinado, promoviendo la propia gestión y organización del tiempo. Esto último lleva a otro sentido temporal de ubicuidad, relacionada con la idea de «aprendizaje permanente». Dicho sentido temporal significa que es una fase de estudio que no acontece a una cierta edad o tiempo, en cierto espacio institucional y en un cierto grupo, sino que acontece en el *ser* mismo de aprender, es decir, *ser es aprender*.

En sexto y último lugar, existe la ubicuidad en el sentido de *redes y flujos*. Esto implica reconocer los procesos de aprendizaje en las interconexiones básicas entre personas, lugares y procesos dispares y las maneras en las que estas influyen en y afectan algunas elecciones que, a primera vista, son individuales y personales.

De esta manera, las diferentes dimensiones antes enumeradas caracterizan el aprendizaje ubicuo y permiten esbozar un modelo tecno-pedagógico para que el estudiantado pueda aprender articulándolas y, de ese modo, constituir metaespacios de aprendizaje invisible.

### **3.3) Aprendizaje de Actitudes**

Las actitudes constituyen tendencias o disposiciones psicológicas personales adquiridas, relativamente duraderas, que implican una valoración o evaluación determinada de una persona, suceso o situación, y que determinan una forma de actuar, y en consecuencia de resolver un problema. Las actitudes contienen elementos cognitivos y de conducta y por ello se debe hacer uso de conocimientos, habilidades y valores (Manassero-Mas, Vázquez-Alonso y Acevedo-Díaz, 2004; Pozo, 2013; Sanabria y Callejas, 2012).

La consistencia de las actitudes depende en buena medida de la congruencia entre sus tres rasgos o componentes: cognitivo, conductual y afectivo. El componente cognitivo se constituye por las representaciones y creencias, implícitas o explícitas. El componente conductual se refiere a la forma en que las personas se comportan ante determinado hecho o suceso. Implican una forma de actuar en esas situaciones, activando una valoración y

una representación social. Esto lleva al componente afectivo, que es otro rasgo de las actitudes y que determinan las preferencias y rechazos cognitivos hacia determinados temas, situaciones, acontecimientos, otros. De esta manera, una actitud será más firme y consistente, y con ello más estable y transferible cuando lo que se realiza es congruente con las preferencias y creencias. Cuando surgen inconsistencias entre lo implícito y explícito, las actitudes serán menos estables y en consecuencia más fáciles de modificar. Ante esta situación, la interacción entre los mundos reales y virtuales generan nuevas actitudes e identidades propias de esas mentes virtuales (Monereo y Pozo, 2008). Estas resultan tan variadas y dispersas que tiene consecuencias en ciertos contextos de aprendizaje y que deben ser trabajadas y modeladas para promover actitudes adecuadas e informadas para comprender de manera adecuada la relación C y T. Es por esta razón que, para modelar las actitudes, los estudiantes deben experimentar o pasar por situaciones de conflictos sociocognitivos, cuya resolución requiere afrontar el problema y tomar decisiones, a través de la explicitación de las ideas y actitudes o toma de consciencia. Por ejemplo, un primer tipo de conflicto sociocognitivo que se produce ocurre entre las preferencias y creencias propias y las del grupo de referencia, siendo este último el grupo de estudiantes al cual pertenecen, de esta manera las estrategias de discusión grupal fomentarán el aprendizaje colaborativo, significativo y distribuido.

### **3.4) Los diferentes niveles de análisis del aprendizaje**

En la introducción de este capítulo, se hace referencia a la necesidad de especificar y describir los diferentes niveles de análisis que caracterizan el estudio de los procesos de aprendizaje desde la psicología. A su vez, se enuncian disímiles teorías que constituyen los antecedentes y fundamentos del objeto de estudio de la presente tesis. Estas teorías se presentan desde un enfoque integrado en una especie de mapa común que permitirá comprender posteriormente los resultados alcanzados con este trabajo final de maestría. En función de lo anterior Pozo (2013) propone los siguientes niveles de análisis<sup>11</sup>: a) adquisición y cambio de representaciones (nivel representacional); b) adquisición de conocimiento o representaciones explícitas (nivel de conocimiento); c) construcción y distribución social del conocimiento (nivel sociocultural). Si bien existen muchas

---

<sup>11</sup> El mismo autor formula un cuarto nivel de análisis focalizado en las conexiones entre unidades neuronales (nivel físico), dicho nivel no se aborda en el presente trabajo dado que excede los objetivos del mismo.

propuestas de niveles de análisis del funcionamiento cognitivo y social, de modo específico y para los propósitos de esta investigación, solo se abordarán los niveles antes mencionados que son desarrollados en los párrafos siguientes.

#### Adquisición y cambio de representaciones (nivel representacional):

Las diferentes conexiones entre las unidades de información en la mente humana generan representaciones del mundo, que son las que manipulan y ejecutan los diferentes procesos cognitivos. Estas representaciones permiten analizar las fases o procesos de cambio, dado que toda representación conlleva una actividad física o concreta, pero no se limita a ella. En este nivel se sitúan los modelos clásicos de desarrollo de la información, que conciben el sistema cognitivo humano como una serie de memorias conectadas a través de ciertos procesos, como la motivación, la atención o la recuperación de lo aprendido, que constituyen algunos de los medios de aprendizaje, inclusive la disociación entre procesos cognitivos implícitos. Esto hace especialmente relevante para entender el arte de aprender y sobre todo las dificultades, en determinados dominios de representaciones específicos o conocimientos.

#### Adquisición de conocimiento o representaciones explícitas (nivel de conocimiento):

Las representaciones de una tarea o una situación (concreta, simbólica o abstracta) pueden cambiar debido a las conexiones neuronales. Incluso, pueden verse afectadas por la misma dinámica de la memoria (atención, motivación, otras), es decir, por procesos implícitos, no regulados conscientemente. Por otro lado, el sistema cognitivo humano dispone de procesos explícitos que permiten una conciencia reflexiva que hace posible acceder a las propias representaciones y modificarlas. La explicitación de las representaciones permite cambiar su propia naturaleza representacional y con ella su significado, accediendo al conocimiento. Este tipo de aprendizaje conlleva procesos como: construir, elaborar y asimilar conocimiento, constituyendo un nuevo nivel de análisis para la psicología del aprendizaje. Pero, dado por la dinámica del sistema cognitivo, los medios de explicitación admiten diversos niveles intermedios: implícitos/explicitos de representación y que operan de manera continua. Esto se debe a que la explicitación de las representaciones está mediada por los sistemas culturales de

representación. Cuestión que lleva a la posición constructivista del aprendizaje o teorías de la reestructuración.

#### Construcción y distribución social del conocimiento (nivel sociocultural):

Las diferentes teorías del aprendizaje sociocultural defienden la idea de que el aprendizaje es algo que se produce entre personas, como consecuencia de la interacción entre estos y su entorno. De este modo, las representaciones no se almacenarían únicamente en la mente, sino que estarían distribuidas entre ellos mismos. En este caso, lo fundamental no sería la representación, ni siquiera la conciencia de esa representación, es decir, el conocimiento explícito, sino los formatos de la interacción social, que originan los cambios observados en todos esos niveles. De acuerdo a estas teorías, el conocimiento también se puede desarrollar y cambiar en el marco de comunidades de aprendizaje y su contexto (social, cultural, artefactual, simbólico), regidos por formas de organización y estrategias de trabajo o influencia social. Este tipo de organización origina diferentes enseñanzas que no solo se constituyen por las metas establecidas y el sentido de las tareas, sino también por una conciencia reflexiva. A su vez, y dentro del nivel sociocultural, la formación estaría constituida por las interacciones que ocurren entre los sujetos que aprenden, sus contextos y las demandas sociales que hacen necesarios los sistemas culturales de representación, así como los cambios que estos sistemas producen en el sistema cognitivo.

De esta manera, los diferentes niveles de análisis sobre el aprendizaje permiten aproximar diversas formas para comprender cómo ocurre la activación de los procesos que tienen lugar en metaespacios intermedios, es decir, lugares donde se hace difusa la diferenciación tradicional entre la instrucción formal y no formal, implícito y explícito. Es justamente en estas zonas intermedias donde surgen las oportunidades para comprender los procesos de formación mediados por tecnologías.

## CAPÍTULO 4

### MODELO PEDAGÓGICO UBICUO

*Toda institución educativa debiera aprender a producir modelos pedagógicos en lugar de seleccionarlos.*

**Tapiero Vásquez, 2010.**

Como el objetivo principal de esta tesis se focaliza en comprender el aprendizaje acerca de la relación C y T, con modalidad u-learning, se desarrollan en este Capítulo 4 los fundamentos tecno-pedagógicos y las características del diseño de la Secuencia de Aprendizaje con modalidad ubicua (SA). Además, se desarrolla la trama conceptual que conlleva la relación C y T constituyendo el eje conceptual de la SA. Por otra parte, el diseño de la SA constituye uno de los instrumentos de investigación de la presente tesis, que junto a los demás instrumentos de indagación que se desarrolla en el siguiente Capítulo 5 componen una especie de amalgama entre la intervención tecno-pedagógica y la indagación.

De esta manera, en este capítulo se desarrollan los elementos del modelo denominado pedagógico ubicuo, que son representados por medio del triángulo interactivo pedagógico-didáctico, que será explicitado en los próximos párrafos.

#### 4.1) El Aprendizaje Mediado por Tecnologías

El aprendizaje mediado por tecnologías conlleva una compleja tarea de diseño tecno-pedagógico de modo que funcione y articule el conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido disciplinar (Koehler et al., 2015), originalmente conocido como TPACK por sus siglas en inglés Tecnología, Pedagogía y Conocimiento del Contenido. Además, su diseño supone un análisis de los cambios que los nuevos entornos provocan al integrar la tecnología como procesos y recursos (Gallino y Forestello, 2015). Estos entornos comportan transformaciones, nuevos procesos y resignificaciones al interior de las interacciones, constituyendo espacios educativos distribuidos, colaborativos y

significativos. De este modo, los espacios mediados por tecnologías estarían dirigidos al desarrollo de diferentes habilidades y capacidades. De esta manera, el modelo se centra en la recuperación de los contenidos significativos, con enfoque crítico, social e histórico, no-neutral y contextualizado, como formas de transmitir la cultura. En línea con Gallino y Forestello (2015), los aprendizajes mediados por tecnologías constituyen «herramientas cognitivas», que configuran fuertemente los proyectos didácticos y se tornan invisibles en las prácticas educativas.

## 4.2) Del e-learning al u-learning

El aumento y la mejora en la conectividad y la velocidad de internet provocó hace ya más de dos décadas el inicio de una revolución educativa, basada en el desarrollo de aplicaciones soportadas por las TIC. La integración de las TIC en los procesos de aprendizaje<sup>12</sup> ha dado lugar al desarrollo de nuevos y diversos modelos tecno-pedagógicos. Un modelo tecno-pedagógico determina y fundamenta una particular relación entre el docente, el saber y el estudiante, además delimita la función de los recursos didácticos y tecnológicos por emplear. En el diseño confluyen “tecnologías digitales disponibles, necesidades e intenciones pedagógicas y decisiones didácticas que las consideran” (Schwartzman et al., 2014). Es una construcción teórica que en términos de Onrubia (2005), articula lo abstracto dado en el «diseño tecno-pedagógico» y lo real, que se concreta mediante la «interactividad real» desplegada efectivamente por los estudiantes. Estos van desde los más antiguos como el modelo e-learning, conocido principalmente desde sus orígenes como educación a distancia (1945) hasta los más actuales, tales como: *blended-learning*, *móvil-learning* y *ubiquitous-learning*. En otro sentido, los diferentes modelos antes mencionados pueden considerarse como variaciones del e-learning, generando modelos híbridos. Sin embargo, para algunos expertos la implementación del e-learning todavía se encuentra en desarrollo, dejando lugar a que el modelo reproduzca o potencie algunas prácticas del modelo tradicional. Las experiencias realizadas por Camacho y Tíscar (2011), llevaron a comparar el m-learning frente al e-learning, ubicando al m-learning como:

---

<sup>12</sup> Si bien, la relación enseñanza y aprendizaje son dos procesos que se conciben en interacción permanente; esta tesis se focaliza exclusivamente en describir el aprendizaje y sus procesos, entendidos también como efectos de la enseñanza promovida por el docente.

más ubicuo, y en ocasiones disruptivo, más personalizado y personalizable; más interactivo, más divertido, con acciones más cortas y directas, consumido al instante y facilitador de procesos de creación y no solo de consumo. Además, fomenta en mayor medida la generación de un conocimiento compartido. (Camacho y Tíscar, 2011, p. 30)

El carácter ubicuo del modelo pedagógico discurre por diferentes contextos que articulan la presencialidad, la interactividad, la conectividad, la virtualidad y la portabilidad. En este modelo ubicuo convergen diferentes componentes provenientes de modelos pedagógicos disímiles, con el objetivo de articular la comunicación y organizar los procesos de aprendizaje mediados por tecnología en un mismo evento, dentro de un marco más amplio de conocimientos, destrezas/habilidades y actitudes. Cabe aclarar que estas categorías no serían excluyentes, sino consecutivas y complementarias.

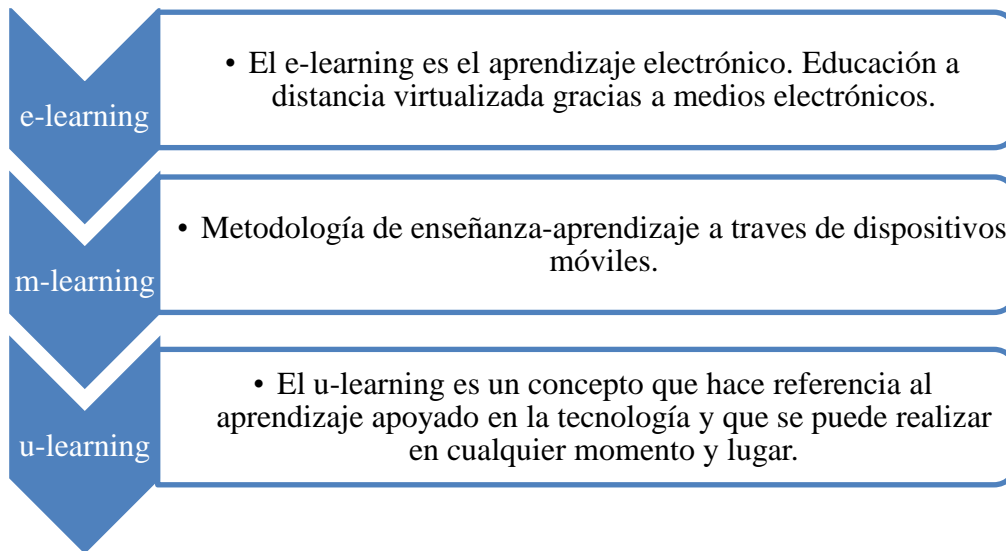
En primera instancia, el diseño tecno-pedagógico ubicuo concierne las siguientes dos categorías conceptuales: a) el aprendizaje electrónico móvil y b) la tecnología ubicua. Al respecto Coll y Monereo (2008), definen estas dos categorías que, si bien son diferentes, resultan complementarias:

a) El aprendizaje electrónico móvil (m-learning): esta se refiere a las modalidades de enseñanza y aprendizaje que se valen del uso de dispositivos móviles (ordenadores portátiles, agendas electrónicas, teléfonos móviles o smartphome, tablets PC, i-pods, otros) y de la conectividad inalámbrica para establecer comunicaciones entre los agentes educativos con una finalidad instruccional. (p. 49)

b) La tecnología ubicua: se refiere a la progresiva integración de los medios informáticos en los distintos contextos de desarrollo de las personas, de forma que no se perciben como objetos diferenciados. (p. 50)

De este modo, el m-learning constituye una extensión del e-learning, o una expresión alternativa del mismo. Esto significaría que el m-learning es una ampliación de los espacios y tiempos formativos, orientados a optimizar el aprendizaje. Por consiguiente, se abre la posibilidad de aprender en cualquier lugar y en cualquier momento. Como consecuencia, el m-learning se halla muy relacionado con el u-learning. A modo de síntesis, la transición del e-learning al u-learning se representa en la siguiente Figura 2:





**Figura 2.** Transición del e-learning al u-learning. Fuente: Camacho y Tíscar (2011).

De acuerdo con Camacho y Tíscar (2011), el u-learning representaría una evolución del e-learning, alcanzado el punto de madurez de la educación virtual, el estado final del encuentro entre los procesos de aprendizaje y la integración de las TIC.

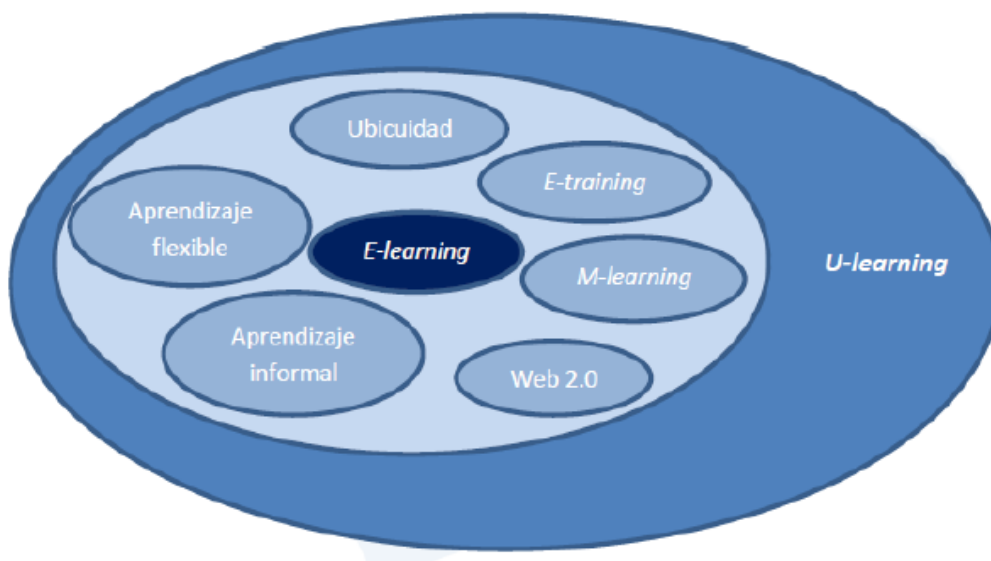
La tecnología ubicua permite articular los clásicos encuentros presenciales en horarios escolares con actividades a distancia mediante el uso de diferentes soportes y dispositivos móviles en contexto de estudio. Por otro lado, el diseño permite transferir el trabajo de determinados procesos educativos fuera del aula (asincrónico), y lograr que el tiempo escolar en el aula (sincrónico) resulte más efectivo para la adquisición y práctica de conocimientos. Las actividades de enseñanza se pueden desarrollar independientemente del lugar físico en el que se encuentran las personas, con conexión a internet o sin ella (on-line/off-line). El e-learning se ve favorecido por los dispositivos portátiles, ofreciendo nuevas oportunidades de aprendizaje basado en los postulados<sup>13</sup> siguientes:

- El e-learning tiene que aprovechar el auge de estos dispositivos para ofrecer unos contenidos de formación adecuados, desde el punto de vista metodológico, ya que podrán llegar a más usuarios que requerirán de contenidos de más calidad.

<sup>13</sup> Estos postulados fueron socializados en la conferencia A New Culture of Learning de John Seely Brown y Doug Thomas, 2011.

- Los dispositivos móviles permiten el intercambio continuo de datos y archivos entre los miembros de un curso (*Peer to Peer*).
- El usuario tiene acceso a la información generada por el colectivo del curso de forma continua, cuando y donde quiera. Cobra aquí especial relevancia la comunicación con el tutor.
- El aprendizaje se flexibiliza al poder usarlo en cualquier momento y lugar. Se crean entornos abiertos y personalizados, y se permite la planificación de la educación no formal.
- Permite la resolución de dudas en el entorno laboral y aplicar contenidos para lograr la competencia en su trabajo.
- Esto permite una devolución en el momento que fomenta que los cursos sean más interesantes y amenos.

En la siguiente Figura 3, se representan las ideas conceptuales que caracterizan el u-learning, de acuerdo a los postulados antes enunciados, y como resultado de la evolución del e-learning.



**Figura 3.** Relación entre los conceptos de e-learning, m-learning y u-learning. Fuente: Camacho y Tíscar (2011, p. 46).

### 4.3) El Modelo Pedagógico Ubicuo

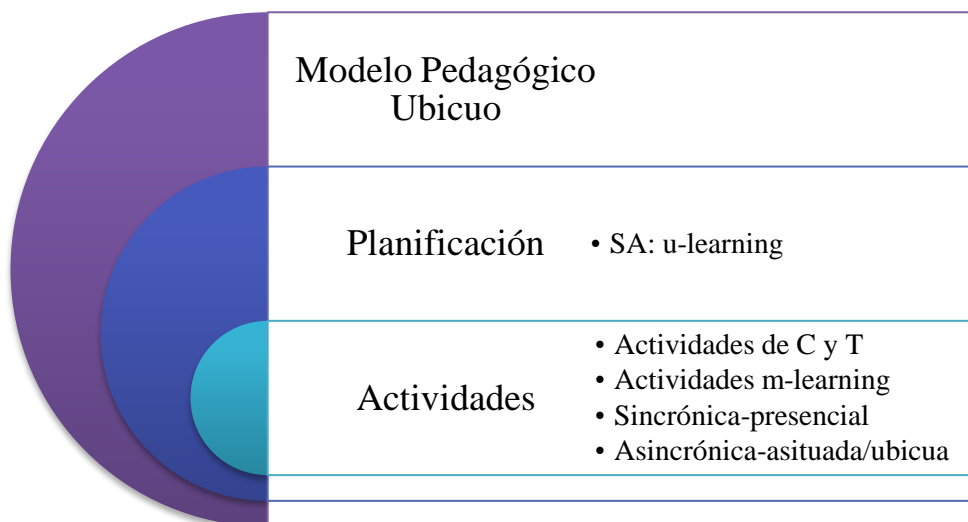
Partiendo de los postulados anteriores, estos sientan las bases para el diseño de una propuesta pedagógica que potencie el aprendizaje de los contenidos disciplinares

mediante el uso de sistemas de capturas de datos en tiempo real y aplicaciones disponibles en los smartphones. Respecto a la relación docente-contenido-estudiante o triángulo interactivo, el modelo pedagógico ubicuo implica reconocer la diferencia entre la *conectividad tecnológica* respecto de la *interactividad pedagógica* (Coll y Monereo, 2008). En el caso de la conectividad tecnológica esta se basa en la capacidad de los dispositivos de poder ser conectados en red con acceso a las aplicaciones, archivos o sistemas de comunicación y colaboración en el trabajo. Para el caso de la interactividad pedagógica, esta se centra en la distribución de ayudas educativas ajustadas provocando el entrenamiento del estudiante. Tanto la conectividad como la interactividad facilitan una experiencia instructiva más distribuida en el tiempo y espacio (Caldiero y Schwartzman, 2013; Burbules, 2014), además suscitan metaespacios intermedios que potencian las oportunidades de aprendizaje ubicuo (u-learning) y retroalimentación en tiempo real (Amo y Santiago, 2017, p. 159) mediante la tecnología electrónica móvil. De esta manera, el modelo pedagógico ubicuo se concibe en términos de Cobo y Moravec (2011), como un «arquetipo conceptual sociotecnológico». Dicho arquetipo constituye un enfoque, que “busca promover una relación diferente con el aprendizaje entendido como un *continuum* que se prolonga durante toda la vida y que puede ocurrir en cualquier momento o lugar” (Cobo y Moravec, 2011, p. 23).

A partir de los fundamentos anteriores que describen las características del modelo pedagógico ubicuo, la siguiente Figura 4 representa de manera global y holística los principales componentes del modelo constituido por: la planificación de la Secuencia de Aprendizaje con modalidad ubicua o u-learning, la Secuencia de Aprendizaje sobre C y T (SA) y la Secuencia de Actividades m-learning (SA: m-learning). El modelo es pues, un mapa de navegación, una ruta explícita cuyos elementos planificados y organizados determinan un estado de cosas que permiten comprender e interpretar el proceso de instrucción, con el fin de favorecer los aprendizajes y la adquisición de nuevos conocimientos.

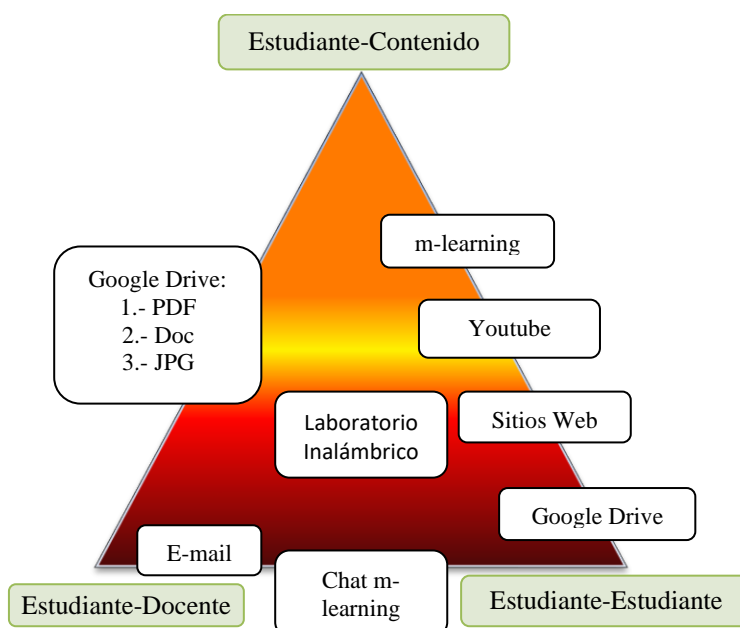
Retomando la premisa de Tapiero Vásquez (2010), quien desde una perspectiva crítica propone que toda institución educativa debiera aprender a producir modelos pedagógicos en lugar de seleccionarlos, y con el fin de promover la autonomía institucional, considera que estas deberían ser generadoras de conocimiento e información en pedagogía. De esta manera y en acuerdo con el mismo autor, el esquema

de la Figura 4 del modelo pedagógico ubicuo constituye una expresión teórico-conceptual de esta idea.



**Figura 4.** Componentes del diseño pedagógico ubicuo.

La integración de las TIC en los procesos de aprendizaje invita a repensar cómo ocurren estos procesos, para lograrlo se debería iniciar reconociendo las potencialidades que ofrecen las tecnologías, particularmente el carácter ubicuo de estas, siendo este el objeto de estudio de la presente tesis. A partir de las precedentes líneas, se presenta en la Figura 5, el triángulo interactivo y las actividades ubicuas que la configuran.



**Figura 5.** Actividades ubicuas y triángulo interactivo.

En el triángulo interactivo mediado por las TIC, se pueden distinguir dos tipos de tecnologías. El primero consiste en el sistema de captura de datos en tiempo real, que se ubica en el centro del triángulo. Este reside en un sistema inalámbrico con el cual se realizan las prácticas de indagación científica. El funcionamiento de la tecnología inalámbrica (instrumentación) se basa en la realización de procedimientos científicos escolares, para la determinación y control de las variables de diseño del prototipo elaborado por los estudiantes. Este dispositivo es la base de las prácticas de indagación de la SA y complementa las prácticas de diseño constituido por el kit de piezas de encastre y el sistema de potencia electromecánico. El segundo tipo consiste en la tecnología electrónica móvil, constituido principalmente por los smartphones, tablets-PC y en algunos casos las Netbook. El uso de la tecnología ubicua orienta el ambiente de aprendizaje mediante el uso de diferentes aplicaciones en línea, tales como Youtube, Google Drive, WhatsApp, Chat, correo electrónico, lector de archivos: PDF y Word, cámara de fotos, etc. Las diferentes aplicaciones y estrategias conforman los recursos que darán lugar a las actividades del aprendizaje electrónico ubicuo, que puede entenderse como un conjunto de estructuras pedagógicas y didácticas para una formación activa e interactiva, basadas en la interactividad tecnológica y pedagógica, la cual se halla distribuida en el espacio y tiempo, formal y no formal, articuladas por medio de la SA: m-learning. De esta manera, el segundo tipo de tecnología tiene por objetivo promover y articular los procesos de socialización y comunicación entre los tres componentes del triángulo: docente-estudiante, estudiante-estudiante y estudiante-contenido.

De allí, se encuentra la particular importancia que para esta modalidad pedagógica tienen los diferentes recursos tecnológicos para que los estudiantes entren en contacto con los contenidos. Estos recursos se hallan organizados y estructurados por medio de lo que se denomina materiales didácticos. Estos constituyen una parte fundamental del “diálogo didáctico mediatizado que tiene lugar entre docentes y alumnos” (Perkins, 2016, p. 1). Parfraseando a Area Moreira (2003), la naturaleza didáctica del material se caracteriza por estar diseñado y desarrollado específicamente para ser utilizado en un proceso de aprendizaje. El conjunto de recursos, herramientas, soportes, y demás medios artefactuales y simbólicos que componen la secuencia de aprendizaje presencial y electrónico móvil, buscan en el estudiante un papel activo en relación a la construcción del conocimiento, abandonando el lugar de receptores pasivos de la información (Mena, Rodríguez, Diez, 2005). En este sentido, al ser el modelo pedagógico ubicuo el resultado

de la combinación de los encuentros presenciales y virtuales por medio del m-learning, el modelo constituye una de las variantes de la educación a distancia mixta o b-learning. Este modelo tecno-pedagógico combina la formación virtual (m-learning) con sesiones presenciales periódicas (García-Peñalvo, 2015), resultando un modelo mixto enriquecido donde ambos tipos de interacciones (presencial y virtual) se retroalimentan.

Los diferentes componentes que conforman el material didáctico lo hacen el instrumento central de mediación, por tal motivo, se toma la definición de material didáctico que proponen Mena, Rodríguez y Diez, (2005):

Es el conjunto de informaciones, orientaciones, actividades y propuestas que el sistema a distancia elabora ad-hoc para guiar al alumno en su proceso de aprendizaje, contenidos en un determinado soporte o en varios (impreso, audiovisual, informático) y que son enviados a los destinatarios por diferentes vías. (p. 18)

La importancia de esta idea se basa en la necesidad de permitir la mediatización del proceso de aprendizaje de los estudiantes. De esta manera, el material didáctico que compone el modelo pedagógico ubicuo es una pieza clave para alcanzar los objetivos de la enseñanza de la C y T.

En síntesis, las anteriores Figura 4 y 5 son dos formas de representar los componentes del material didáctico utilizado en el modelo pedagógico, desde lo teórico-conceptual y lo práctico-concreto. La organización y planificación del material didáctico constituye desde lo concreto, una forma de vehiculizar la propuesta didáctica, la selección y organización de los contenidos, junto con las estrategias educativas diseñadas. Estas permitirán generar conocimiento e información acerca de los procesos de formación ubicuo vinculado a las finalidades que justifican las diferentes dimensiones descritas en el Capítulo 2 de la presente tesis de maestría, tal como lo sugiere Tapiero Vásquez (2010).

#### **4.4) Secuencia de Aprendizaje sobre Ciencia y Tecnología**

El diseño del modelo pedagógico ubicuo se compone de la Secuencia de Aprendizaje para el desarrollo de los contenidos sobre C y T. Para ello, se tiene en cuenta los resultados mencionados por los diferentes autores que estudian los procesos de

integración de las TIC en las fases de enseñanza citadas en esta tesis profesionalizante. En este marco de trabajo, el modelo pedagógico ubicuo de la SA constituye una propuesta de renovación pedagógica en función del contexto socioeducativo. Al respecto, se acuerda con Área Moreira (2011), en que las condiciones de aprendizaje son también establecidas por las características del diseño del modelo pedagógico ubicuo, aunque no son las únicas. Estas condiciones quedan restringidas a las variables externas (organización material), ya que las internas (conocimientos previos, actitudes, habilidades) se vinculan con los procesos educativos del estudiante (Pozo, 2013). Dado que las condiciones externas pueden ser manipuladas con independencia de los intereses del alumnado, las características del modelo pedagógico ubicuo que define la SA buscan aproximar las variables (interno-externo) y comprender sus efectos en el aprendizaje de las actitudes, conocimientos y habilidades.

En este caso de estudio, el éxito del modelo pedagógico ubicuo dependerá de las «habilidades y actitudes» que puedan poner en marcha los estudiantes y articuladas por las estrategias facilitadas por el docente. Tanto las habilidades como las actitudes del aprendizaje posibilitarán abordar problemas de *resolución progresiva* y de *conocimiento*. Los de progresiva son aquellos que “requieren un acercamiento gradual hacia la meta, sin que ninguno de los pasos que conducen a esta constituya un impedimento significativo para ser superado, en el cual, la solución se presenta rápidamente y de manera acabada” (Minervino, 2005, p. 158), con la complejidad que ello significa, incluyendo los aportes de diseño, cálculo y fundamentos científicos y tecnológicos, propios de la relación C y T. Además, la habilidad para resolver problemas de C y T exige el desarrollo de actitudes informadas y un cierto conocimiento y posicionamiento valorativo en el área. En línea con lo anterior, el empleo de los procedimientos de resolución de problemas de C y T en el contexto educativo conlleva la planificación y diseño didáctico de doble dimensión, es decir: *de solución progresiva y de gestión del conocimiento*. Los problemas que requieren *conocimientos*, Minervino (2005), lo define “como aquellos problemas que no se pueden resolver mediante el uso exclusivo de estrategias generales de razonamiento, sino que estos requieren, además, un conocimiento en el área a la que pertenece el problema” (p. 159). Esta busca originar el aprendizaje de conceptos y su transferencia a contextos y contenidos diferentes a los trabajados en el aula. Pero para alcanzar la transferencia de conceptos inter-contexto es necesario afianzarlos de manera intra-contexto y para ello se debe consolidar y fortalecer los procesos cognitivos de *recuperación* conceptual.

Los conceptos son representaciones de las categorías de objetos que nos rodean. Las funciones que desempeñan en el sistema cognitivo son esenciales. Una de las más importantes consiste en predecir cómo se va a comportar un objeto presente y programar una respuesta adecuada a la situación”. (Cobos y Peraita, 2001, p. 12)

De esta manera, la recuperación conceptual implica planificar, diseñar y predecir resultados acerca de un objeto, conlleva el desarrollo de actitudes vinculadas al *saber hacer* y *saber decir*, propios de la C y T. Tal como se describe en el marco teórico de la presente tesis, las actitudes están conformadas por procesos implícitos vinculados al *saber hacer* y los explícitos al *saber decir*. Estos procesos hacen posible acceder a las propias representaciones conceptuales. Para lograr esto último, es necesario exponer a los estudiantes a “situaciones de conflictos sociocognitivos, cuya resolución requiere de la toma de conciencia para su modificación” (Pozo, 2013, p. 424). Con el fin de generar este proceso cognitivo con el modelo tecno-pedagógico como estrategia metodológica y ponerlo en práctica, se toman los aportes de la gamificación<sup>14</sup> o ludificación, como vehículo catalizador para promover un aprendizaje motivador por medio del juego (Frasca, 2011). En esta tesis, se aborda el concepto de gamificación que se argumenta en el artículo de Bonilla González (2015), como aquellas estrategias o elementos de los juegos y videojuegos aplicados en un contexto no lúdico, o ajenos al juego, como en este caso de estudio de indagación, que es educativo. Estas estrategias se basan en el desarrollo de pensamientos y mecánicas de juegos para motivar a las personas y resolver problemas, cuya finalidad “no se trata de convertir la experiencia en un juego, sino de hacer la experiencia más entretenida” (Bonilla González, 2015, p. 110).

Por otra parte, las estrategias lúdicas consisten en el desarrollo de prácticas de indagación y diseño para el desarrollo del pensamiento científico y tecnológico (Furman, 2016). Esto permite potenciar y articular la aplicación de las TIC y la indagación a través de la lógica del juego con propósitos educativos. A su vez, es necesario tender puentes entre la interactividad tecnológica y pedagógica, para generar una renovación pedagógica que integre las TIC y cambiar hacia las TAC.

---

<sup>14</sup> Término anglosajón introducido por Richard Barlow por primera vez en 1980, traducido al castellano como ludificación.



## Estructura que define la secuencia de aprendizaje

La SA contiene el plan articulado de actividades de aprendizaje orientadas a promover el cambio en las actitudes de los estudiantes participantes. Estas se fundamentan en la investigación y son adaptadas teniendo en cuenta los aspectos siguientes: el nivel de formación, las características y contenidos del dominio sobre C y T, los supuestos epistemológicos, las perspectivas de aprendizaje, los enfoques pedagógicos actuales y las características del contexto educativo.

Las actividades de enseñanza siguen una estructura didáctica que se basa en el “ciclo de aprendizaje 7E” (Eisenkraft, 2003 citado en Vázquez-Alonso y Rodríguez, 2013) que propone un esquema de siete fases: extraer, enganchar, explorar, explicar, elaborar, extender y evaluar. Tal como se menciona, el nombre de cada fase de la estructura didáctica empieza con la letra E, donde el proceso que conlleva cada proceso se describe a continuación. Extraer o Elicitar: hacer emerger las concepciones previas de los estudiantes, para diagnosticar sus necesidades en las próximas fases. Enganchar: motivar e involucrar a los estudiantes, despertar su interés y curiosidad, teniendo en cuenta también su diversidad. Explorar: progresar en la comprensión a través de las actividades de aprendizaje (diseñar proyectos o experimentos, resolver problemas, tomar y analizar datos, sacar conclusiones, desarrollar hipótesis, hacer predicciones, discutir temas, etc.) Explicar: usar conceptos, terminología, hechos, leyes, etc. para interpretar y reforzar los resultados de la fase de exploración. Elaborar: transferir y aplicar lo aprendido a nuevos dominios del entorno próximo (proponer preguntas o resolver problemas nuevos). Extender: transferir y aplicar el aprendizaje a nuevos dominios, cuestiones y contextos más alejados de los estudiantes (creatividad). Evaluar: aplicar métodos e instrumentos de evaluación formativa a todos los aspectos relevantes del aprendizaje.

La articulación de la SA a nivel conceptual se realiza por medio de la relación Ciencia y Tecnología, mientras que a nivel concreto se utiliza un kit de juegos de encastre con su sistema de potencia electromecánico y un sistema de laboratorio inalámbrico. Estos recursos constituyen el hilo conductor y eje de trabajo didáctico y científico escolar, con las siguientes características: a) contextualización del contenido sobre C y T como objeto de aprendizaje y eje conceptual, b) las implicancias sociales de la Ciencia y la Tecnología, c) las prácticas de diseño e indagación como enfoque organizador de la SA,

con metodología de proyecto de investigación donde se problematiza el eje conceptual, d) la interactividad tecnológica y pedagógica, dado por medio de la comunicación ubicua (estrategias e instrumentos).

#### 4.5) Relación Ciencia y Tecnología

La relación C y T constituye un conocimiento complejo, ya que abarca su origen, su contexto de relevancia social y su inserción curricular en el aula. Este hecho pone de manifiesto que, en la relación C y T, existe una dimensión cognitiva, fáctica, afectiva y valorativa que la torna particularmente interesante. Promover el aprendizaje de la C y T despierta una diversidad de posiciones de difícil consenso. En relación a esto último, en esta investigación la interacción entre C y T por medio de las TIC adquiere un enfoque holístico y significativo con auténtica relevancia para el estudiante. Para lograr dicho enfoque, estas ideas “se apoyan tanto en el diseño científico como en el funcionamiento y operación de las tecnologías científicas (instrumentación), así como en el conocimiento tecnológico, que se sostiene tanto en el conocimiento científico como en el práctico” (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2013a, p. 631). La complejidad que determina la relación C y T es de carácter multifacético, dado que “la ciencia y la tecnología afectan a la sociedad y se ven afectadas por ella; entender algunas de sus principales interacciones resulta esencial en una propuesta de aprendizaje que quiera promover la alfabetización científica” (de Pro, 2012, p. 171). En coincidencia con Acevedo-Díaz (2009) se asume que los estudiantes pueden mejorar sus conocimientos sobre la C y T mediante experiencias adecuadas con una metodología basada en “hacer ciencia en la escuela - *doing science*, en inglés-” (Acevedo-Díaz, 2009, p. 360). De modo que los estudiantes logren vislumbrar las implicancias sociales de la ciencia estrechamente vinculada con su aprendizaje o, dicho de otro modo, del tipo de actividades de aprendizaje en que se vean involucrados.

En la sección anexos se encontrará el desarrollo completo que compone el modelo pedagógico ubicuo, constituido por:

**Anexo A.1) Contenidos de la asignatura: Física y su Aplicación a la Técnica:** contiene la red conceptual disciplinar de los contenidos de toda la disciplina.

**Anexo A.2) Contenidos de la SA sobre Ciencia y Tecnología:** contiene la ampliación de contenidos de la red conceptual anterior, vinculadas particularmente con los contenidos que se desarrollan en la SA.

**Anexo A.3) Planificación de la SA: u-learning:** describe las acciones programadas por el docente y realizada por los estudiantes, junto a la metodología de trabajo, recursos y tiempos pedagógicos-didácticos ubicuos.

**Anexo A.4) Secuencia de Aprendizaje sobre Ciencia y Tecnología:** constituye el material de trabajo concreto que utilizan los estudiantes y guían el proceso de aprendizaje.

**Anexo A.5) Secuencia de Actividades: m-learning:** describe la secuencia de actividades realizadas por los estudiantes de manera asincrónica y los recursos y materiales que complementan el proceso de aprendizaje ubicuo.

## CAPÍTULO 5

### FUNDAMENTOS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

Con el propósito de responder a las preguntas de indagación de la presente tesis de maestría, en este capítulo se presentan los fundamentos y la planificación de la metodología de la investigación basada en el estudio de caso. En ella se describen los fundamentos, los instrumentos y estrategias del método de investigación de naturaleza cuantitativa y cualitativa que la componen y caracterizan.

#### 5.1) Fundamentos

El estudio de caso, de acuerdo con Neiman y Quarantana (2006) es definido como un determinado fenómeno ubicado en tiempo y espacio, constituido por un grupo de estudiantes, en el marco de una institución educativa particular. Este es “construido a partir de un determinado y siempre subjetivo y parcial recorte empírico y conceptual de la realidad social, que conforma el problema de la investigación” (Neiman y Quarantana, 2006, p. 218).

Los estudios de casos tienden a focalizar en un número limitado de hechos y situaciones para poder ser abordados con la profundidad requerida para su comprensión holística, significativa y contextual. Para ello se realizó una intervención tecnopedagógica-didáctica fundamentada en el aprendizaje ubicuo. Para la aplicación de la SA: u-learning de C y T se seleccionó un grupo de estudiantes de secundaria de un curso de 4<sup>to</sup> año del ciclo superior orientado del I.F.D. N° 12, cuya asignatura se denomina: Física y su Aplicación a la Técnica.

Dado que la indagación de los procesos de formación mediados por las TIC constituyen un fenómeno complejo; y tal como se ha venido sosteniendo en los capítulos anteriores, autores como Cobo y Moravec (2011); Schwartzman, Caldiero y Trech (2013) y Burbules (2014), reconocen que cuando el aprendizaje es más ubicuo y diverso con el uso de las TIC, es más probable que se desarrollen nuevas habilidades y aprendizajes y

que estos resulten invisibles o ignorados si se aplicara un solo tipo de procedimiento de medición y registro del proceso de aprendizaje.

Debido a que todo tipo de enseñanza posee un fuerte componente tácito, además del explícito (Cobo y Moravec, 2011), este se halla cargado de valores, afectividad, actitudes y creencias, que, de acuerdo con Castorina et al. (2007), “exige ser estudiado en el contexto en el que tiene lugar” (p. 224). Esto último se debe a la articulación o conexión entre el conocimiento implícito, que se manifiesta durante las prácticas y destrezas de trabajo (*saber cómo*), y el conocimiento explícito dado por los conceptos, teorías y principios (*saber qué*). Por otro lado, Vázquez-Alonso et al. (2009) coinciden con los autores antes mencionados en la naturaleza compleja que conlleva la evaluación de los aprendizajes como indicadores de la alfabetización científica y tecnológica. Sin embargo, la Psicología Sociocognitiva y la Didáctica de las Ciencias Naturales reconocen que lo más efectivo consiste en la combinación de métodos cualitativos y cuantitativos, ya que constituyen diferentes aproximaciones al estudio del fenómeno del aprendizaje. Los datos cuantitativos ofrecen cierta perspectiva sobre el problema como: frecuencia, amplitud y magnitud, mientras que los datos cualitativos ofrecen profundidad y complejidad, generalización y comprensión (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). Es por ello que se recurre a métodos y técnicas de investigación con enfoque mixto, dado que responde a la necesidad de lograr un mayor entendimiento del aprendizaje ubicuo. De esta forma, los datos estadísticos obtenidos como resultado del análisis cuantitativo permiten una mejor comprensión del objeto de estudio al ser presentado con segmentos de la entrevista o del registro proveniente de la observación participante. De la misma manera, las inferencias obtenidas de los resultados cualitativos se apoyarían con mayor solidez junto a los datos cuantitativos que si se emplearan de manera aislada. En síntesis, el enfoque mixto permite explorar diferentes niveles del problema de estudio vinculados a los procesos educativos, dado por su naturaleza dinámica y cambiante.

En función de lo anterior, los instrumentos de investigación mixta seleccionados para esta tesis consisten en: (1) el diseño y aplicación de una secuencia de aprendizaje sobre Ciencia y Tecnología con modalidad u-learning, (2) la aplicación de un test con repetición de medidas (pretest y postest) para evaluar las actitudes referidas a: la relación y resolución de problemas en C y T, (3) la entrevista para la autoevaluación-autorregulación metacognitiva, (4) la observación participante y analítica del aprendizaje.

Cada uno de estos instrumentos y conceptos serán desarrollados en los siguientes apartados del presente capítulo.

El esquema de la Tabla 1 muestra la planificación de los momentos de intervención didáctica a través del modelo pedagógico ubicuo; el número de participantes en la disciplina y la distancia temporal entre cada aplicación del pretest y postest, de modo que la evaluación exhiba los cambios del aprendizaje y su consolidación en los estudiantes. Como directriz general, los momentos temporales, ambientales y físicos de aplicación son equivalentes. Este protocolo permite reducir los efectos de recuerdo<sup>15</sup> entre cada aplicación del test y garantizar la equivalencia de los resultados.

**Tabla 1.** Diseño del proceso metodológico.

	Instrumentos:			
Asignatura: Física y su Aplicación a la Técnica.	(1) Modelo Pedagógico ubicuo	(2) Postest	(3) Entrevista	
	(4) Observación participante y analítica del aprendizaje			
Participantes	<i>Estudiantes de 4<sup>to</sup> año 2018 y 2019 (N ≅ 28)</i>			
Tiempos Orientativos	<i>x/01/20xx</i>	→	<i>x/03/20xx</i>	<i>x/03/20xx</i>

Para facilitar la comprensión del objeto de estudio, se encuentra en Rincón, Arnal, Latorre y Sans (1995), el enfoque conceptual para diferenciar los instrumentos y estrategias para la obtención de datos mixtos, simplificados e integrados en la Tabla 1. Las estrategias o técnicas se refieren a modos, maneras o estilos de recoger la información, mientras que los instrumentos son herramientas concretas de cada técnica o estrategia que permiten llevar a la práctica la obtención de la información.

Para realizar el análisis cuantitativo se utilizó el software estadístico SPSS, mientras que para el análisis cualitativo se identificarán las unidades de significado de las entrevistas y su codificación respectiva, con el fin de identificar las categorías conceptuales emergentes.

<sup>15</sup> El efecto de recuerdo, es un fenómeno psicológico indeseado durante la realización del postest. Es aleatorio y puede provocar en la persona la necesidad de responder el postest intentando recordar las respuestas del pretest. Dicho comportamiento se debe evitar, para que el postest se responda como resultado de la intervención tecno-pedagógica aplicada y no del pretest.

A continuación, se describirá cada uno de los instrumentos y estrategias de obtención de información utilizado:

## 5.2) Instrumento 1: secuencia de aprendizaje m-learning

La estructura didáctica de la SA<sup>16</sup> se basa en el “ciclo de aprendizaje 7E” definida en el Capítulo 4. Este ciclo se compone de siete fases<sup>17</sup> diseñadas para promover las habilidades y actitudes en C y T. A su vez, estas siete fases se encuentran organizadas en torno a una estructura global de tres actividades: inicio, desarrollo y cierre que se describen a continuación: *Actividad de Inicio*, consiste en la contextualización y detección de ideas previas en las que el estudiantado responde de manera individual y sin el uso de fuentes de información acerca de las ideas claves de la actividad de C y T. La *Actividad de Desarrollo*, se inicia con las preguntas siguientes: ¿qué es la eficiencia en un automóvil? ¿Qué variables físicas determinan la eficiencia de un dispositivo en función de su diseño? ¿Cómo la C y T se pueden relacionar para mejorar la eficiencia? Estas preguntas permiten problematizar la actividad e introducirlas en la idea del diseño, elaborando una hipótesis que relacione sus características con los parámetros físicos del dispositivo.

En lo que respecta a la actividad de desarrollo, en ella se utilizan elementos de gamificación y se subdivide en torno a dos ejes de trabajo didáctico denominadas *prácticas de diseño* y *prácticas de indagación* (Furman, 2016). Las *prácticas de diseño*, basadas en estrategias lúdicas, consisten en la exploración de un kit de juegos de encastre y sistema de potencia<sup>18</sup> para el diseño del móvil. En ella los estudiantes indagan, planifican y diseñan alternativas de construcción del móvil; identifican las variables que determinan la configuración automotriz y resuelven los problemas de diseño mediante pruebas de funcionamiento. La *estrategia de diseño* se encuentra condicionada por un número de piezas limitadas que componen el kit de armado. En relación a las *prácticas de indagación*, en esta etapa se utiliza el sistema de laboratorio inalámbrico iOLab<sup>19</sup> para medir y registrar los parámetros físicos del móvil, como distancia, tiempo, velocidad,

---

<sup>16</sup> En el siguiente link se puede acceder al memorial de la experiencia didáctica estudiada: <https://profchelofca.wixsite.com/fisicadidactica>

<sup>17</sup> Ver Anexo A.2 y A.3.

<sup>18</sup> El kit de piezas y sistema de potencia es armado por el mismo docente-investigador.

<sup>19</sup> Sitio web oficial del iOLab: <http://iolab.science/index.html>

aceleración, peso y masa. Esta permite realizar varios ensayos para aprender a registrar, controlar y analizar las variables físicas, mediante la lectura y análisis de datos gráficos y cálculos fisicomatemáticos. Con toda la información obtenida, el estudiantado redefine el diseño del móvil y propone su reajuste para poner a prueba su hipótesis de diseño. La última etapa exige identificar una o más variables físicas y volver a evaluar sus hipótesis con el sistema de capturas de datos inalámbrico (iOLab<sup>20</sup>) para contrastar predicciones iniciales.

Por último, se desarrolla la *Actividad de Cierre: esta es una actividad final* que integra, supervisa y recupera lo aprendido; en esta actividad los estudiantes retoman la actividad inicial para autoevaluar sus respuestas metacognitivamente<sup>21</sup>. Esto los lleva a recontextualizar todo el proceso, enfatizando la visión global<sup>22</sup> de la tarea realizada y resignificar el sentido del aprendizaje. Se finaliza la SA de C y T solicitando al estudiantado la elaboración y presentación de informes científicos-escolares: la tarea final consiste en recopilar toda la información obtenida y organizarla en un documento colaborativo para comunicar los resultados y conclusiones.

### 5.3) Instrumento 2: cuestionario de evaluación de las actitudes

Para la evaluación de las actitudes, se aplicaron dos cuestionarios<sup>23</sup> extraídos del banco de datos de 100 ítems, denominados Cuestionario de Opinión Ciencia, Tecnología, Sociedad: COCTS (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2013b). Cada cuestionario corresponde a un tema y subtemas de referencia que representan las distintas dimensiones de las relaciones C y T, y su implicancia en la sociedad. Los temas seleccionados para esta investigación son: tema 1 «Ciencia y Tecnología, subtema: interdependencia / relación (10411)»; tema 2 «Influencia de Ciencia/Tecnología sobre la Sociedad, subtema: resolución de problemas (40411)», a su vez cada COCTS se compone de sub-ítems con

---

<sup>20</sup> Acrónimo en inglés del sistema de laboratorio inalámbrico.

<sup>21</sup> Disponible en la Tabla 3.

<sup>22</sup> La planificación y su SA se hallan disponibles en la sección Anexos A.3, A.4 y A.5.

<sup>23</sup> Los cuestionarios son instrumentos que se basan en el modelo de respuesta múltiple, dado que son mejores para representar las opiniones de las personas. La utilización de este tipo de cuestionarios, evita las dificultades metodológicas y aporta una evaluación cuantitativa válida y fiable, que permite contrastes estadísticos de hipótesis y la discusión de resultados cualitativos. Las pruebas de fiabilidad fueron verificadas con el alfa de Cronbach. Información disponible en Vázquez-Alonso y Manassero-Mas (2013b).



frases dentro de cada cuestionario ordenado alfabéticamente (A, B, C...), de modo que los participantes valoran siguiendo una escala tipo Likert. El COCTS es un cuestionario de respuesta de opción múltiple que permite a los estudiantes participantes expresar sus propios puntos de vista en una amplia gama de temas. Todos los ítems tienen el mismo formato: se inicia con una introducción de pocas líneas donde se plantea un problema respecto al cual se desea conocer la actitud del participante, seguido de una lista de frases que ofrecen diferentes justificaciones sobre el tema planteado y, por último, dos opciones fijas que recogen diversas razones para no contestar, como «No entiendo» y «No sé».

Cada una de las frases alternativas fue clasificada por un panel de expertos como adecuada (A), plausible (P) o ingenua (I), según la cual se valoran las respuestas dadas por los participantes con el Método de Respuesta Múltiple —MRM— (Vázquez-Alonso, Manassero-Mas, Acevedo-Díaz y Acevedo Romero, 2006). En la siguiente Tabla 2 se puede conocer el modelo y el contenido de los dos cuestionarios aplicados en la presente investigación:

**Tabla 2.** Contenido de los dos cuestionarios: 10411) relación C y T; 40421) resolución de problemas de C y T.

---

**10411 La ciencia y la tecnología están estrechamente relacionadas entre sí:**

- A. Porque la ciencia es la base de los avances tecnológicos, aunque es difícil ver cómo la tecnología podría ayudar a la ciencia.
- B. Porque la investigación científica conduce a aplicaciones prácticas tecnológicas, y las aplicaciones tecnológicas aumentan la capacidad para hacer investigación científica.
- C. Porque, aunque son diferentes, actualmente están unidas tan estrechamente que es difícil separarlas.
- D. Porque la tecnología es la base de todos los avances científicos, aunque es difícil ver cómo la ciencia puede ayudar a la tecnología.
- E. Ciencia y tecnología son más o menos la misma cosa.

---

**40421 En tu vida diaria, el conocimiento de la ciencia y la tecnología te ayuda personalmente a resolver problemas prácticos (por ejemplo, lograr sacar el coche de una zona de hielo, cocinar o cuidar un animal).**

**El razonamiento sistemático aprendido en las clases de ciencias (por ejemplo, hacer hipótesis, recoger datos, ser lógico):**

- A. Me ayuda a resolver problemas en mi vida diaria. Los problemas diarios se resuelven de manera más fácil y lógica si se tratan como problemas de ciencias.

- B. Me da una mayor comprensión y conocimiento de los problemas diarios. Sin embargo, las técnicas que aprendí para resolver un problema no me son útiles directamente en mi vida diaria.
- C. Las ideas y hechos que aprendí en las clases de ciencias a veces me ayudan a resolver problemas o tomar decisiones sobre cosas como cocinar, no enfermarse o explicar una amplia variedad de sucesos físicos (por ejemplo, el trueno o las estrellas).
- D. El razonamiento sistemático y las ideas y hechos que aprendí en las clases de ciencias me ayudan mucho. Me sirven para resolver algunos problemas y entender una amplia variedad de sucesos físicos (por ejemplo, el trueno o las estrellas).
- E. Lo que aprendí en las clases de ciencias generalmente no me ayuda a resolver problemas prácticos; pero me sirve para percibir, relacionarme y comprender el mundo que me rodea.

**Lo que aprendí en las clases de ciencias NO se relaciona con mi vida diaria:**

- A. Biología, química, geología y física no me resultan prácticas. Tratan detalles teóricos y técnicos que tiene poco que ver con mi mundo de cada día.
  - B. Mis problemas cotidianos son resueltos por mi experiencia pasada o por conocimientos que no están relacionados con la ciencia y la tecnología.
- 

Fuente: Elaboración propia

Una vez que los participantes valoran el grado de acuerdo/desacuerdo de las diferentes justificaciones de cada ítem en una escala Likert del 1 (donde 1 es muy desacuerdo) al 9 (muy de acuerdo), estas valoraciones se transforman en los índices actitudinales normalizados (comprendido entre el: +1 y -1), utilizando el MRM. En esta escala de valoración, las frases adecuadas se valoran tanto más alto cuanto la puntuación dada por una persona se aproxime al 9, las ingenuas cuanto más cercana esté al 1 y las plausibles (que incluyen aspectos parcialmente adecuados) cuanto más cercana esté al 5 (valor central de la escala).

Los datos se obtienen mediante la administración en papel y lápiz. Los estudiantes participan libremente, como una actividad de autoevaluación dirigida a explorar sus actitudes.

#### **5.4) Instrumento 3: entrevista de autoevaluación-autorregulación metacognitiva**

Los aspectos cualitativos se evaluaron al finalizar el desarrollo de la SA. Para ello se tomó como base el cuestionario de la entrevista elaborado por Hugo, Olavegogeoascoechea, Salica, Orlandini y Avila (2014), el cual fue adaptado para

promover los procesos de metacognición y autorregulación, con el fin hacer explicitar las habilidades promovidas en los estudiantes e identificar las categorías conceptuales en función de las características del contenido de la SA de C y T y el modelo pedagógico ubicuo. En la Tabla 3 se halla disponible el cuestionario adaptado para la entrevista.

**Tabla 3.** Entrevista de autorregulación y metacognición

---

### **Actividad final: integra, supervisa y recupera aprendizajes**

---

#### ***PARTE A: Responde a las siguientes preguntas teniendo en cuenta los aspectos conceptuales del tema de Ciencia y Tecnología desarrollado:***

---

- ¿En qué han cambiado tus ideas iniciales en cuanto a la relación Ciencia y Tecnología?  
Antes creía...  
Ahora...
- ¿En qué momento/actividad crees haber utilizado o generado conocimiento de la **Ciencia**?
- ¿En qué momento/actividad crees haber utilizado o generado conocimiento de la **Tecnología**?
- ¿Qué nuevas *inquietudes, dudas, preguntas* te han surgido acerca de la *relación* Ciencia y Tecnología desarrollada desde la asignatura

#### ***PARTE B: Teniendo en cuenta la metodología de trabajo del proyecto escolar áulico de la materia Física y su Aplicación a la Técnica, responde lo siguiente:***

---

- ¿De quién o quiénes y cómo aprendiste?
- ¿Qué dificultades se te presentaron durante la marcha? ¿Cómo las resolviste? ¿Qué decisiones importantes tomaste a nivel personal?
- ¿Cuáles fueron tus contribuciones al trabajo en grupo y áulico (convivencia en el grupo clase)?
- ¿Cómo te sentiste en esta propuesta de trabajo durante la tarea escolar y extraescolar (explicitar emociones)? ¿Por qué? ¿Cuándo?
- ¿Qué tipo de recursos o herramientas de las Tecnologías de la Información y Comunicación utilizaste para realizar *tu tarea* en el proyecto? Relaciona la tarea con la herramienta utilizada.
- ¿Cómo crees que el uso del celular (Grupo de WhatsApp) te ayudó (o no) en la realización de las tareas del proyecto sobre Ciencia y Tecnología? Para esto debes tener en cuenta los dos espacios de trabajo siguiente:

Actividades realizadas en el horario de trabajo en clase:...

Actividades realizadas fuera del horario escolar:...

---

## 5.5) Instrumento 4: la observación participante y analítica del aprendizaje

La modalidad pedagógica ubicua implica un espacio asituado y asincrónico donde se producen ciertas prácticas sociales ubicuas, mediadas por la portabilidad de los dispositivos inalámbricos. Para comprender este tipo de prácticas, se requiere de la realización de una aproximación etnográfica para el estudio de la interacción mediada por dispositivos portátiles en el ámbito educativo. Recordando a Coll y Monereo (2008), estos autores postulan que los modelos tecno-pedagógicos se basan en una interactividad pedagógica y tecnológica. En consecuencia, la etnografía virtual o en línea es necesaria cuando el objetivo no se limita al estudio de los recursos en línea, sino también, cuando se desea conocer las prácticas sociales, resultando significativo las prácticas y experiencias realizadas en la virtualidad (Ardévol, Bertrán, Callén y Pérez, 2003). En la etnografía como método de investigación surge una tensión epistemológica entre el investigador y el sujeto de estudio, característico de la investigación social. Dicha tensión se da por medio de la técnica denominada *observación participante*<sup>24</sup>, que permite la integración del observador en el espacio y tiempo de la comunidad o grupo de sujetos que se desea observar, en este caso en el grupo de estudiantes de 4<sup>to</sup> año (2018 y 2019) de la escuela secundaria. Guber (2012) señala que la tensión ocurre en el momento en que se participa para observar y cuando se observa para participar. Esto deriva en una ambigüedad implícita de la propia técnica. Por otro lado, la diferencia entre observar y participar radica en el tipo de relación cognitiva que el investigador entabla con los sujetos observados mediada por la tecnología. Esta última establece las condiciones de la interacción pedagógica y tecnológica para el estudio de caso de esta tesis. De esta manera, la técnica requiere del investigador un desempeño que incida en la conducta de los sujetos informantes (estudiantes de 4<sup>to</sup> año) y que a su vez influya en la suya. Esto hace necesario detectar y describir las características de la interacción (tecno-pedagógica) para descubrir los sentidos que estos le dan al encuentro que ocurre en la ubicuidad.

La observación participante en línea o virtual permite un estudio detallado de las relaciones que allí ocurren, mediante el uso de dispositivos portátiles que son cotidianos en la vida de las personas, generando reglas de comportamiento, sentimiento de

---

<sup>24</sup> Ameigeiras, A., R. (2006), El abordaje etnográfico en la investigación social. En Vasilachis (Coord.) *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona, España: Gedisa.

pertenencia al grupo, situaciones de conflicto, entre otros hábitos. Se intenta encontrar características específicas que soportan y definen el aprendizaje de la C y T con modalidad u-learning. Una de ellas se debe a la ausencia del contacto físico cara a cara, y el carácter multimodal no físico (textual, audiovisual, verbal y no verbal) que caracteriza el uso de aplicaciones disponibles en los smartphones.

La etnografía en línea permite obtener información significativa acerca de la dinámica del modelo pedagógico ubicuo. Los datos etnográficos permitirán desnaturalizar las características del diseño, para revelar los efectos de la modalidad ubicua en el aprendizaje de la C y T. En este tipo de observación dada por la tecnología móvil, las interacciones de las personas generan un caudal importante de datos y con gran rapidez. Para poder caracterizar el tipo de interacción que ocurre en estos espacios, se requiere de nuevas aproximaciones metodológicas y técnicas para conocer, predecir, evaluar y comprender las interacciones y procesos implicados. Los fundamentos antes mencionados llevan a incorporar las técnicas de la «analítica del aprendizaje (en inglés: learning analytics)», como forma de enriquecer y retroalimentar las estrategias etnográficas en línea. Así, la decisión de adoptar esta combinación de técnicas y estrategias permitirá obtener una narración de la enseñanza a través de los datos (Amo y Santiago, 2017), basados en un análisis cualitativo y cuantitativo.

El procedimiento para la caracterización del grupo completo es principalmente cualitativo, basado en el registro de datos etnográficos digitales en línea, que genera un historial de las interacciones. A su vez, éstas generan datos crudos, que se obtienen mediante el uso de aplicaciones que pueden registrar automáticamente las interacciones, las cuales permiten transcribir literalmente toda la actividad tecno-pedagógica que allí ocurre. Estos datos crudos se deben almacenar en un lugar seguro, denominado *log*. “Un log en el contexto educativo es un registro de interacciones de roles educativos, que puede ser un archivo de texto plano, con formato CSV, TXT, o convertido en hojas de cálculo” (Amo y Santiago, 2017, p.86). De esta manera, la mediación tecnológica está presente en todo momento, desde la observación participante hasta el registro, análisis y construcción de datos. Finalmente, los datos crudos presentan ciertas características que pueden ser tratados de manera cualitativa o cuantitativa mediante el uso de técnicas de análisis estadístico.

Para el caso de la presente tesis, las aplicaciones de libre acceso como: WhatsApp, Google Docs y Gmail constituyen los principales instrumentos digitales de fuente de datos, cuya articulación conforma una plataforma de interacción ubicua y distribuida en el tiempo y espacio, presencial y virtual. Además, cada participante asiste con su smartphone o dispone de las Netbook de la institución escolar o cualquier dispositivo portable personal o disponible en sus hogares, como PC de escritorio, Tablet PC, otros.

La observación participante virtual es de tipo asincrónica realizada en el grupo de trabajo en línea focalizada en la aplicación denominada WhatsApp. Esta aplicación canaliza las conexiones entre las líneas de texto y otras modalidades de comunicación no verbal que ofrece la aplicación a través de la pantalla, “donde el sentido de la interacción para los participantes no se encuentra en el texto, sino en los implícitos que los participantes asumen sobre el significado de sus acciones” (Ardévol et al., 2003, p. 76).

## **5.6) Procedimiento de análisis cuantitativo**

Los resultados de las medidas repetidas del COCTS se presentan a partir de los índices actitudinales globales (IAG) para la caracterización del grupo de estudiantes completo y comparando los efectos pretest y postest.

El análisis de los datos se realizó con el programa informático SPSS<sup>®</sup>, con ANOVA de medidas repetidas, pruebas de significación “*p*-value”, aplicando pruebas no paramétricas, cálculo de “*d*” de Cohen para evaluar el tamaño del efecto y “*r*” de Spearman. Se evalúa el estadístico *p*-valor para grupos de participantes relacionadas y de contraste entre aplicaciones para comparar los IAG antes y después del desarrollo de la SA de C y T, con un valor de significación menor o igual que el nivel de significación 0,05. Los IAG de cada frase constituyen indicadores que permiten realizar análisis comparativos exhaustivos, para caracterizar las actitudes entre cuestionarios (frases y categorías) apoyados en indicadores cuantitativos para contrastar hipótesis (Vázquez-Alonso et al., 2006).

Las hipótesis de contraste buscan determinar diferencias significativas antes y después de la aplicación de la SA de C y T para el grupo completo de participantes. Por

otro lado, el componente actitudinal del tratamiento se analiza comparando los resultados de la evaluación con las puntuaciones del pretest y posttest aplicado al grupo completo. El tamaño del efecto se considera relevante cuando es mayor que 0,30 ( $d > 0,30$ ) y la dirección del efecto de mejora se determina por el signo del estadístico de acuerdo a la dirección predicha (negativo para el pretest y positivo a favor del posttest). Debido al caudal y densidad de datos que se obtiene con el cuestionario de evaluación de las actitudes, la determinación del tamaño del efecto permite describir y maximizar el efecto cualitativo de la SA de C y T en los estudiantes.

### 5.7) Procedimiento de análisis cualitativo

El análisis cualitativo de los datos de la entrevista y de los registros obtenidos de la observación participante se focalizó en la identificación de categorías conceptuales, lo que técnicamente es denominado segmento (unidad básica) y que posteriormente se trata de describir e interpretar por su validez de contenido. Los segmentos podrán ser “anidados”, entrelazados y yuxtapuestos en varios niveles de profundidad en función del dominio específico del contenido que representen.

Los datos de la actividad tecno-pedagógica almacenados en el *log*, permite obtener transcripciones literales capturadas en el chat de WhatsApp y como respuesta al cuestionario de la entrevista individual. A partir de la base de datos se identifican las unidades de sentido *in vivo* referidas a las categorías que permiten caracterizar las habilidades y conocimientos promovidos por los estudiantes.

La búsqueda de los datos llega a efectuarse sobre la base de códigos expresados en un carácter, una palabra o en palabras múltiples, dado que los esquemas de codificación pueden modificarse. El tratamiento de los datos obtenidos permite abordar subjetividades que caracterizan o dan sentido al conjunto de datos, para una mejor comprensión teórica y práctica de las personas en interacción tecnológica y pedagógica, junto a su socialización en los encuentros presenciales. La categorización se establece como el proceso en el que se identifican las unidades de significado, referidas a las experiencias, ideas, hechos relevantes y con significado sobre los procesos de aprendizaje sobre la relación C y T. En resumen, la riqueza del análisis cualitativo permite una mejor

aproximación y comprensión del fenómeno donde la combinación con las técnicas cuantitativas otorga mayor rigurosidad lo que formará parte de la *triangulación* de las fuentes de información (Hernández et al., 2006) y de esa manera se espera vincular los datos con el aprendizaje de los estudiantes (Amo et al., 2020).



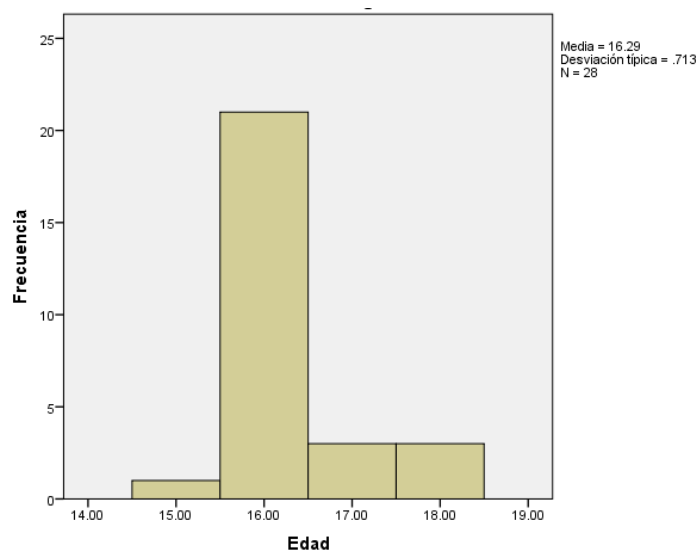
## CAPÍTULO 6

### ANÁLISIS Y RESULTADOS

En la presente sección, se exponen los resultados y el análisis por cada instrumento de recolección de datos. Así, entre los subtemas del capítulo se hallará: a) análisis y resultados de la observación participante, b) análisis y resultados de la entrevista, c) análisis y resultados del cuestionario: pretest y posttest, y d) análisis de los resultados cualitativo y cuantitativo.

#### 6.1) Característica del grupo de estudio

La investigación se basa en un estudio de caso aplicado a los estudiantes de dos cohortes de 4<sup>to</sup> año (2018 y 2019), de la asignatura Física y su Aplicación a la Técnica de la educación secundaria, perteneciente al I.F.D. N° 12. Las dos cohortes, constituyen la población completa, compuesta por 28 estudiantes. La misma está integrada por 18 mujeres (64,30%) y 10 hombres (35,70%) con una edad promedio de 16,29 años (Desv. Tip.: 0,71). En el histograma de la Figura 6 se representa la edad promedio de la población completa.



**Figura 6.** Histograma de frecuencias de edad del grupo de estudiantes

Dicha población (N = 28) se compone de un total de 16 adolescentes del ciclo lectivo 2018 (Grupo A) y 12 estudiantes del ciclo lectivo 2019 (Grupo B). El primer grupo (A), inicialmente estaba conformada por un total de 26 estudiantes, de los cuales 10 dejaron de asistir a la institución durante el primer trimestre. Otros retomaron las actividades escolares hacia el final del ciclo lectivo. Se presume que la deserción de estos 10 estudiantes se debió a diversos motivos personales y familiares. En el caso del segundo grupo (B), el número de participantes se mantuvo constante durante todo el ciclo escolar. Las variaciones en la continuidad pedagógica de los estudiantes, reflejan el problema en la cual se inscribe la presente indagación, situación que dificulta conseguir una población mayor de estudiantes de la disciplina y de allí el tipo de investigación diseñada. Con bases en lo anterior, el análisis estadístico pretest y posttest estará constituido por el grupo completo A y B.

## **6.2) Análisis y resultados de la observación participante**

La observación participante como estrategia de la etnografía virtual se vehiculiza a través de la herramienta tecnológica denominada WhatsApp. En esta aplicación se desarrollaron determinadas actividades mediante una Secuencia de Actividades m-learning, disponible en la sección Anexos: A.5. De esta manera, dicha secuencia complementa el modelo pedagógico ubicuo, orquestando una determinada organización tecno-pedagógica. A medida que se avanzaba en el desarrollo de la SA sobre C y T, la interacción pedagógica y tecnológica fortalecían los procesos de aprendizaje entre los encuentros de las clases presenciales de la asignatura Física y su Aplicación a la Técnica.

En este sentido, el dato etnográfico resulta de un proceso de abstracción y de una técnica de transformación donde la mediación de la tecnología es una parte constitutiva de la interacción observada (Casanovas, 1998; Ardévol et al., 2003). A partir de lo anterior, en la siguiente sección se describirán los datos, tanto cuantitativos como cualitativos en contexto referidos a la modalidad ubicua del modelo tecno-pedagógico de la SA sobre C y T desarrollada. De esta manera, las herramientas tecnológicas para la transformación de los datos etnográficos permiten la aplicación de la analítica del aprendizaje, es decir, “la narración del aprendizaje a través de los datos para la mejora

del rendimiento y la personalización de los procesos de aprendizaje” (Amo y Santiago, 2017, p. 13).

### Contexto de participación: logs de interacción m-learning

Es importante destacar el contexto de desarrollo del modelo pedagógico ubicuo como parte del registro etnográfico, dado que esto permite comprender cada uno de los eventos o *logs de interacciones* que hacen al fenómeno lo más cercano posible, por ser un registro temporal. Como se describió en el Capítulo 2 de la presente tesis, el proyecto se desarrolló en un contexto de conflicto sociopolítico y educativo complejo, dado por las constantes luchas por la mejora de las condiciones económicas y laborales de los docentes. Esto incide directamente en la continuidad de los estudiantes, afectando su retención, permanencia y rendimiento académico. Por otra parte, los estudiantes se encuentran en situación de alerta, provocada por los traumas de abuso sexual denunciados en otras instituciones de la ciudad capital de Neuquén<sup>25</sup>. Hecho que genera desconfianza en los vínculos entre docentes y estudiantes. Estas circunstancias ponen en tensión los vínculos que se desee construir con los estudiantes y particularmente genera desconfianza cuando se quiere hacer uso de la tecnología móvil. A pesar de ello, la propuesta de trabajo es pautada y acordada con los estudiantes, haciendo explícitos sus propósitos y objetivos, incluso destacando las ventajas que esto tiene para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes y fortalecer de ese modo los vínculos docente-estudiantes. En relación al contexto de desarrollo del proyecto, se transcribe a continuación el extracto 1 en la Tabla 4, que dan a conocer los momentos de inicio del proyecto en el grupo de WhatsApp.

**Tabla 4.** Logs de interacción (extracto 1).

---

23/8/18 21:47 - Los mensajes en este grupo ahora están protegidos con cifrado de extremo a extremo. Toca para más información.
23/8/18 13:48 - +54 9 299 Estudiante 1: creó el grupo "Física 4°6°"
23/8/18 21:47 - +54 9 299 Estudiante 1: te añadió
23/8/18 22:12 - +54 9 299 Estudiante 2: 😊
24/8/18 06:05 - +54 9 299 Estudiante 3: Jajajajajaj
24/8/18 10:17 - Profesor: Buenos días, antes que nada les agradezco su participación por este medio, el objetivo es simple pero muy valioso para Uds, es decir, fortalecer las producciones de clase y acompañarlos de modo que tengan un buen rendimiento académico. Por otro lado, este espacio lo usaremos para lo más elemental, que es dudas, consultas y recordarles las tareas y su entrega.
24/10/18 10:05 - Profesor: Buenos días: queridos/as estudiantes, como tan solo nos quedan tres clases descontando el día de examen y jornada y la mayoría de Uds no está en las mejores

---

<sup>25</sup> Ver noticia en La Mañana Neuquén: <https://www.lmneuquen.com/alumnos-la-epet-6-reclaman-la-separacion-un-docente-denunciado-abuso-sexual-n649659>

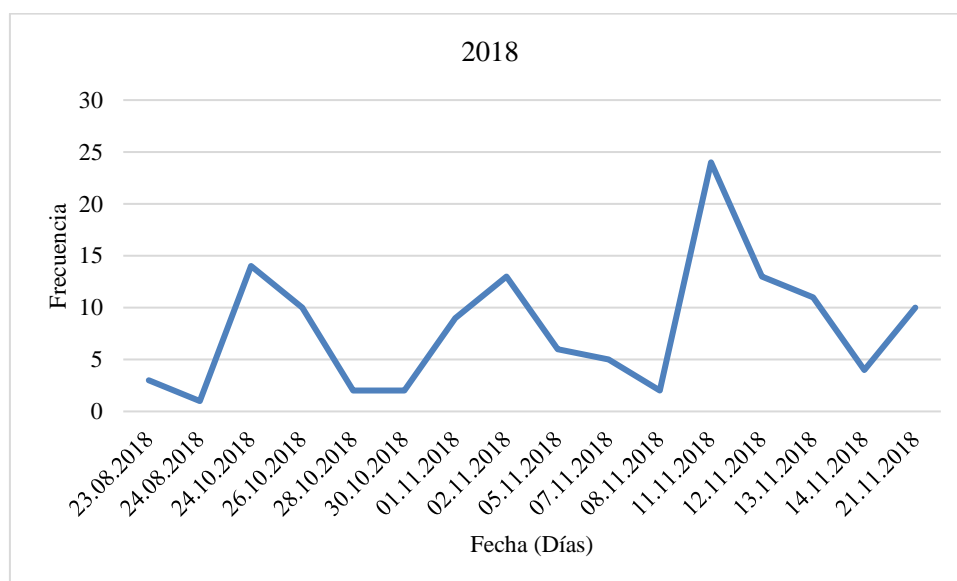
En el evento del extracto 1, se encuentra la creación del grupo realizado por los estudiantes, que luego añaden al docente y dan acceso a los demás estudiantes. Esto da cuenta de que el grupo es creado y administrado por los estudiantes, constituyendo una de las pautas de trabajo m-learning. De ese modo, la construcción de la confianza es mutua, depositando el compromiso y responsabilidad en los estudiantes. De manera indirecta la relación de autoridad docente-estudiante emerge desde el respeto y compromiso mutuo para la gestión de las relaciones tecno-pedagógicas. Posteriormente se realiza una breve presentación de la tarea en términos generales para dar inicio a la actividad. En este extracto se muestra el inicio del proceso de aprendizaje referido a la gestión de las interacciones y organización tecno-social. Esto conlleva en los estudiantes adquirir la capacidad de comunicación ubicua, el trabajo colaborativo y la flexibilidad espaciotemporal.

### **Evolución de las interacciones tecno-pedagógicas**

En primera instancia, la descarga y transformación de los datos desde la aplicación permite obtener una transcripción literal del historial de toda la actividad tecno-pedagógica ocurrida en el grupo de WhatsApp. A partir del conjunto de datos se puede caracterizar la interacción tecno-pedagógica, en función de la frecuencia de participación por: fecha, periodo del día, número de participación de cada estudiante y docente. Este conjunto de datos se obtiene por medio de los números de celulares con el que se comunican los estudiantes. En las Figuras 7 y 8, que se presentan más adelante, se representa la evolución de las interacciones tecno-pedagógicas realizadas entre los estudiantes y el docente.

Estas interacciones se realizaron desde principios del proyecto de C y T, iniciando el 23-08-2018: Grupo A y 11-09-19: Grupo B, hasta la finalización de la SA de C y T en el 19-11-18: Grupo A y el 21-11-19: Grupo B, alcanzando tres meses de actividad por cada grupo. Contrastando los grupos, se observa en la Figura 7 del Grupo A, tres picos principales que muestran la evolución de las interacciones ocurridas entre el mes de octubre y noviembre. Este comportamiento sigue en paralelo conforme se desarrolló la

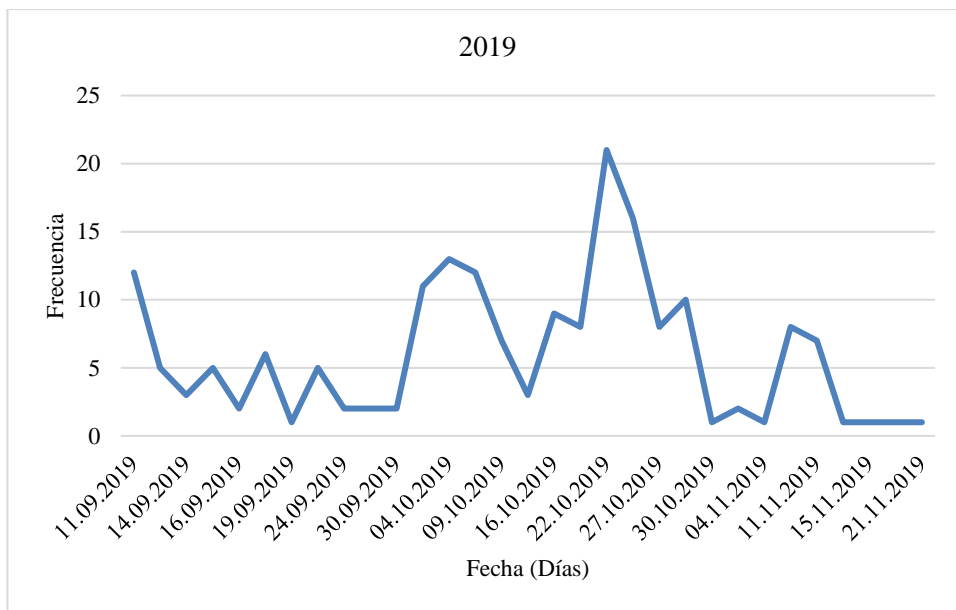
actividad escolar formal, atenuándose en el mes de noviembre, dado por la finalización de las clases. En el mismo gráfico se puede apreciar una distancia temporal desde el primer día de actividad m-learning del 27-08-2018, donde el docente habilita el grupo de trabajo por WhatsApp y 56 días después los estudiantes inician su participación con fecha 22-10-2018. Esta pausa de casi dos meses se debe a los factores externos al grupo de estudio que condicionaron la continuidad pedagógica (ver Capítulo 2). La experiencia vivida por los estudiantes y su docente llevó a que ellos tomen conciencia de las condiciones socioeducativas en que se desarrollan las clases, dando cuenta de los factores que afectan su trayectoria escolar y rendimiento académico. De esta manera, ellos reconocen la importancia de la propuesta de trabajo escolar mediante el uso de la aplicación como medio de interacción y de esa forma se involucran activamente en el proyecto. Esto se ve reflejado en las variaciones de las frecuencias de las interacciones (Figura 7), donde dichos cambios están asociados con el incremento de los encuentros presenciales y con las actividades de desarrollo que implica las prácticas de diseño e indagación de la SA de C y T, concentrándose toda la actividad en dos meses.



**Figura 7.** Evolución de las interacciones tecno-pedagógicas: Grupo A.

En la Figura 8, se encuentra la frecuencia de las interacciones del Grupo B realizado dentro de los tres meses de actividad. Las interacciones se hallan distribuidas conformando tres picos de interacción principales, con un incremento notable en la participación de los estudiantes en el mes de octubre y noviembre.

Este incremento, tanto en el Grupo A (2018) como el B (2019) tiene relación con el momento de desarrollo de la actividad de C y T, vinculada con la finalización de las actividades de ensayo, prueba y evaluación del diseño del dispositivo electromecánico, incluyendo la elaboración del informe final. En cada grupo, las SA: m-learning se realizaba posterior a cada encuentro presencial, siendo este encuentro una clase de 80 minutos por semana. La media de las interacciones ocurrió el día 07-11-18 y 12-10-19 respectivamente.



**Figura 8.** Evolución de las interacciones tecno-pedagógicas: Grupo B.

Los estadísticos de la Tabla 5 y 6, describen el momento o periodo del día en que los estudiantes y su docente se conectaban o participaban en el grupo para realizar las actividades de aprendizaje ubicuo de C y T. Estas actividades comprenden tareas como realización de la SA: m-learning, socialización de dudas, consultas, inquietudes, comentarios, avisos, recordatorios, datos, notas, fotos, audios, enlaces de videos, archivos de texto (PDF, Doc.). Como el grupo de estudiantes asistía al I.F.D. N° 12 en el turno tarde comprendido en el horario de 13:30 a 18:20, y el horario de clases de la asignatura se realizaba de 13:30 a 14:50, las actividades m-learning se ejecutaban antes o después del horario de clase formal.

**Tabla 5.** Estadísticos descriptivos de la frecuencia interactiva temporal del Grupo A (Estudiantes 2018).

Estadísticos		Estudiantes		Docente	
		A.M.	P.M.	A.M	P.M.
Periodo del día:		A.M.	P.M.	A.M	P.M.
N = 297	Válidos	40	154	26	77
Media		10:25	7:41	10:49	6:31
Mediana		11:14	8:29	11:17	7:22
Desv. típ.		2:23	2:56	1:11	2:37
Mínimo		0:07	1:20	8:25	1:23
Máximo		12:49	11:46	12:50	10:27

Como se puede observar en la Tabla 5, el docente participó en un 34,68% (Nd = 103)<sup>26</sup> de toda la actividad m-learning, los estudiantes participaron en un 65,31% (Ne = 194)<sup>27</sup>. En este Grupo A, la diferencia en el porcentaje de participación permite observar una mayor interacción entre los estudiantes, respecto al docente, en términos de presencia virtual del grupo de estudio. En este grupo, la tendencia en la frecuencia de participación ocurría mayormente en horarios de la tarde, extendiéndose hasta altas horas de la noche. Este comportamiento denota un hábito de trabajo de los estudiantes, vinculado a los momentos de ocio que ocurre posterior al horario escolar, dando lugar al cumplimiento de sus obligaciones escolares, utilizando un amplio margen de horario nocturno.

Para el caso del Grupo B, se puede observar en la Tabla 6 que el docente participó en un 52,94% (Nd = 99) de toda la actividad m-learning, los estudiantes participaron en un 47,05% (Ne = 88). Este último porcentaje constituye un rendimiento de participación importante, siendo mayor la necesidad de la presencia del docente en el Grupo B, respecto del Grupo A, considerando el total del porcentaje de interacciones por cada grupo. Comparando los datos de las Tablas 5 y 6 el margen de interacción tecno-pedagógica entre docente y estudiantes resultaba virtualmente sincrónico, dado que el horario de esta comunicación se sostenía dentro del mismo momento temporal en que se realizaba la actividad.

<sup>26</sup> Nd = Número de participación del docente.

<sup>27</sup> Ne = Número de participación de los estudiantes.

**Tabla 6.** Estadísticos descriptivos de la frecuencia interactiva temporal del Grupo B (Estudiantes 2019).

Estadísticos		Estudiantes		Docente	
		A.M.	P.M.	A.M	P.M.
Periodo del día:		A.M.	P.M.	A.M	P.M.
N = 187	Válidos	34	153	23	76
Media		10:34	6:16	10:42	5:58
Mediana		10:48	7:14	10:48	6:45
Desv. típ.		1:41	2:59	0:44	2:43
Mínimo		1:46	01:06	8:59	01:06
Máximo		11:46	12:04	11:43	10:42

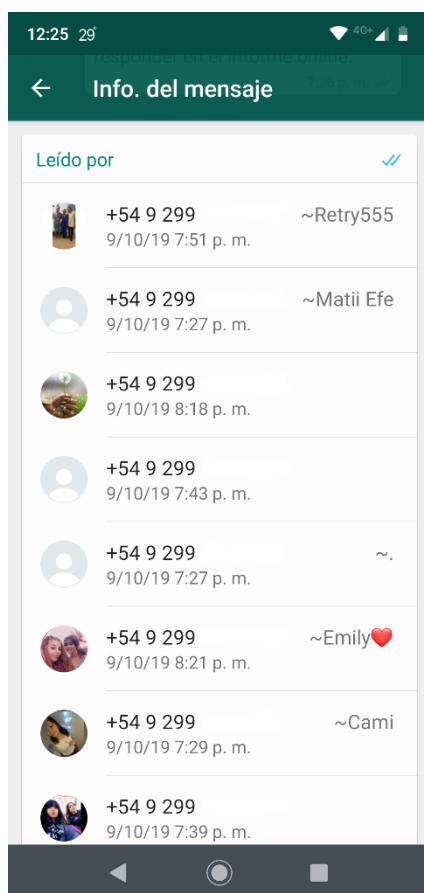
La relación m-learning docente-estudiante en el turno mañana se concretaba en promedio a las 11:15 AM del Grupo A y 10:48 AM del Grupo B, la relación m-learning docente-estudiante en el turno tarde para ambos grupos se concretaba en promedio entre las 7:22 P.M - 8:29 P.M. (Grupo A) y 6:31 P.M - 7:14 P.M. (Grupo B). Estos datos indican que los estudiantes incorporaron la modalidad de trabajo ubicua, aprendiendo un nuevo estilo de participación no formal, el cual se sostenía en el tiempo y espacio durante todo el desarrollo de la SA de C y T. Por otra parte, la coordinación de las actividades ubicuas refleja un perfil de usuarios donde los mismos demuestran capacidad para «*Gestionar los Tiempos de Aprendizaje Ubicuo*», generando una sincronía de actividades virtuales de tipo temporal.

La práctica realizada revela la capacidad de las aplicaciones para transformar las actitudes y conductas de las personas para generar y compartir la experiencia de aprendizaje. Del mismo modo, las interacciones establecidas por medio de la aplicación, ofrece un mayor potencial para forjar relaciones ubicuas y en constante desarrollo. En otros términos, la interacción establecida por medio de la portabilidad de los dispositivos inteligentes hace posible nuevas formas de expresión y de formulación de conocimiento tecno-social, constituyendo habilidades propias del aprendizaje invisible y distribuida.

La Figura 9, es una captura de pantalla del grupo de WhatsApp, el cual es muy utilizado por el docente para verificar la lectura del contenido de la SA: m-learning, cada vez que es publicada en el grupo. Esta información se conoce por medio de la función «Información del Mensaje», disponible en el menú de funciones de la misma aplicación. El tipo de registro es muy valioso para tener un seguimiento de los comportamientos de



los estudiantes, en cuanto al día y horario en que cada uno de los contactos accede y revisa las tareas. Además, la función de la aplicación otorga la posibilidad de que el docente pueda tener un registro tangible y convincente donde conste el historial que da cuenta de la recepción de las tareas y materiales de estudio por cada estudiante.



**Figura 9.** Captura de pantalla del menú información en la aplicación de WhatsApp.

En la misma Figura 9 se puede observar que los estudiantes accedían al material en el mismo día y dentro del mismo margen de horarios. En el caso de detectarse que algún estudiante no se visualizara en la lista, o lo hiciera en día y horario diferente al resto y este comportamiento se diera con cierta frecuencia, el rastreo de dichas conductas permitía prever posibles problemas o dificultades en el cumplimiento de las tareas del estudiante. Al detectarse este tipo de conductas con cierto tiempo, permitía prevenir y focalizar la atención en él. De esta manera, el uso de dicha función admitía predecir posibles problemas de aprendizaje, en el caso que esto surgiera debido a inconvenientes de acceso a la información, a los materiales tecno-pedagógicos y demás actividades que ocurrían en el grupo. Por otra parte, esta función representa una interacción de tipo

implícita, es decir, el log de interacciones ofrece información explícita basada en los celulares que realiza algún tipo de interacción en el grupo, lo que no necesariamente este log de interacciones informa acerca de la participación de cada estudiante mediante la realización de algunas de las actividades. La visualización de los contactos con la función «Información del Mensaje (Recibido, Visto y Leído)» no se descarga en el log de interacciones. Es por ello que resultaba necesario su visualización y registro cada vez que se publicaba alguna actividad de la SA: m-learning por parte del docente. La visualización de este tipo de interacción virtual constituye una interacción tecnológica social efectiva, donde todos interactúan de manera obligatoria e implícitamente. Esto genera hábitos y conductas que moldean los vínculos y actitudes entre los participantes para el desarrollo del trabajo colaborativo y distribuido.

### **Comparación de las frecuencias de interacciones: presencial versus virtual**

Las interacciones entre estudiante-docente son de dos tipos, las presenciales realizadas en el aula, siendo aquella modalidad donde el proceso de aprendizaje se da en el mismo espacio y tiempo con todo el estudiantado, de manera simultánea y sincrónica. Y los encuentros virtuales son aquellas donde existe separación de espacio y tiempo entre el docente y los estudiantes, pudiendo ser sincrónicas o asincrónicas, realizadas durante las actividades del grupo de WhatsApp. Con el registro del número de asistencia presencial en el aula y el número de clases efectivas comprendidas entre los meses de agosto y noviembre del 2018 y 2019, se puede comparar la frecuencia de participación de los estudiantes en el grupo en línea, es decir: la interacción tecno-pedagógica respecto a la interacción pedagógica presencial. Esta información se obtiene a partir del log de interacciones que se descarga desde la aplicación y mediante técnicas estadísticas se puede identificar los días de mayor interacción en línea. Las diferentes variables se hallan descritas en la siguiente Tabla 7.

La frecuencia de interacciones pedagógicas presencial y virtual se determinó mediante el periodo de tiempo en el cual se desarrolló el proyecto, comprendiendo tres meses seguidos (agosto a noviembre). Para este análisis se contrastaron las siguientes cuatro variables. Estas son: a) Los *encuentros presenciales* corresponden al número de clases físicas dictadas en cada mes realizado en el aula escolar. b) Las *interacciones presenciales* se obtienen como producto del número de estudiantes presentes y el número

de clases efectivas dictadas por mes. Para esta variable se asume como mínimo una interacción estudiante-docente durante las actividades de trabajo áulico. c) Los *encuentros virtuales* corresponden al número de publicaciones en línea concentradas en diferentes días del mes. d) Las *interacciones virtuales* corresponden a las relaciones tecno-pedagógicas ubicuas entre docente y estudiantes.

**Tabla 7.** Comparación de las interacciones pedagógicas entre grupos: presencial y virtual.

<b>Grupo:</b>	<b>Mes</b>	<b>Días x Calendario</b>	<b>Encuentros Presenciales</b>	<b>Interacciones Presenciales</b>	<b>Encuentros Virtuales</b>	<b>Interacciones Virtuales</b>
A: 2018 N = 16	Agosto	5	2	32	2	4
	Septiembre	4	1	16	0	0
	Octubre	5	4	64	4	28
	Noviembre	4	2	28	14	28
	<b>Promedio A</b>	<b>4,5</b>	<b>2,25</b>	<b>35</b>	<b>5</b>	<b>15</b>
B: 2019 N = 12	Agosto	4	2	24	0	45
	Septiembre	4	2	24	11	44
	Octubre	5	5	60	13	121
	Noviembre	4	3	36	8	21
	<b>Promedio B</b>	<b>4,25</b>	<b>3</b>	<b>36</b>	<b>8</b>	<b>58</b>
N = 28	<b>Promedio A y B</b>	<b>4,37</b>	<b>2,62</b>	<b>35,5</b>	<b>6,5</b>	<b>36,5</b>

Las interacciones se concretaban mediante la lectura o visualización del contenido publicado, ya sea confirmando con algún comentario, respondiendo a las actividades o simplemente visualizándolo. Para cuantificar esta interacción, se toma como dato la frecuencia de interacciones en línea en el grupo de WhatsApp, identificando los números de celulares con el que participa cada adolescente. De esta manera, el análisis comparativo permite identificar las variaciones en las interacciones pedagógicas entre grupos y tipos de interacciones. Como resultado, se observa que el Grupo A (2018), alcanza un promedio menor a tres clases por mes (2,25 clases = 180 minutos de clases); mientras que el Grupo B (2019), concreta tres encuentros mensuales equivalente a 240 minutos, esta diferencia se ve condicionada particularmente por las características del contexto socioeducativo y político descriptos en el Capítulo 2. Comparando los encuentros virtuales, en ambos grupos mejoran notablemente las interacciones tecno-pedagógicas incrementando un 68,96% (N = 5) y 72,72% (N = 8) respectivamente, cuyo incremento promedio de 70,84% potencia la participación y el rendimiento académico del estudiantado, lo que lleva a la mejora del problema de la continuidad pedagógica de los estudiantes, aprovechando la

ubicuidad de la tecnología portátil. Dicho incremento trae como consecuencia la mejora en la comprensión de los contenidos sobre la relación C y T como se verá en los apartados siguientes. Por último, comparando el promedio de los días de clases por calendario (4,37), y los días de clases efectivos (2,62) respecto del número de encuentro virtuales (6,50), se encuentra en los datos un incremento notable promovido por el modelo pedagógico ubicuo, favoreciendo la mejora del proceso de aprendizaje de los estudiantes.

En lo que respecta a las interacciones tecno-pedagógicas, estas no se limitaban a su realización dentro de los días hábiles de la semana de actividad escolar, sino que trascendía a los días del fin de semana o no escolares. A continuación, se transcribe en la Tabla 8 una secuencia de este tipo de evento ocurrido el día domingo 27 de octubre de 2019:

**Tabla 8.** Logs de interacción (extracto 2)<sup>28</sup>.

---

27/10/19 1:33 p. m. - +54 9 299	Estudiante 4: Profe una pregunta
27/10/19 1:33 p. m. - +54 9 299	Estudiante 4: Para el informe
27/10/19 1:33 p. m. - +54 9 299	Estudiante 5: Me guío por lo que me dejó en el informe escrito
27/10/19 1:33 p. m. - +54 9 299	Estudiante 4: O por el organigrama de trabajo?
27/10/19 2:26 p. m. -	Profesor: Por el informe.
27/10/19 2:27 p. m. - +54 9 299	Estudiante 4: Gracias
27/10/19 2:27 p. m. -	Profesor: El organigrama es solo para organizar las actividades
27/10/19 2:27 p. m. - +54 9 299	Estudiante 4: Ahhh bueno

---

Por último, dentro de la frecuencia como variable para caracterizar la interacción tecno-pedagógica, los datos obtenidos en línea permiten conocer la intensidad de participación de cada estudiante en el grupo de WhatsApp, calculado por medio de los números de celular. Este análisis determina una alta frecuencia de participación de aquellos estudiantes que tenían el rol de coordinador de la actividad de cada grupo de trabajo en el diseño y armado del móvil. En consecuencia, los estudiantes que realizaban esta función son los que se mantenían en permanente contacto con el docente y con los demás integrantes del grupo de trabajo colaborativo. Esta capacidad revela el desarrollo de una actitud colaborativa, en un marco de responsabilidad y compromiso compartido, para lograr los objetivos comunes. Además, esta actitud colaborativa implica desarrollar la comunicación interpersonal, al interactuar entre los estudiantes y docentes-estudiantes. En síntesis, esta actitud conlleva la gestión de la comunicación y organización ubicua.

<sup>28</sup> Los números de teléfonos fueron eliminados para proteger los datos personales de los estudiantes.

## Características del ambiente tecno-pedagógico de aprendizaje

La técnica de extracción de datos textuales, audiovisual y no verbal obtenida del espacio de trabajo virtual permitió adquirir información sobre la relación que los estudiantes tienen con sus compañeros, analizando el tipo de comentarios que hacen en el grupo de WhatsApp, además este tipo de análisis se constataba con las actitudes en las clases presenciales, validando la interpretación de estas relaciones. A continuación, se transcriben en la Tabla 9 tres eventos diferentes con su posterior interpretación:

**Tabla 9.** Logs de interacción (extracto 3).

---

17/9/19 9:20 p. m. - +54 9 299 Estudiante 7: Sofia: minuto 11:46 = *bosquejo, dibujos o modelos*
17/9/19 9:45 p. m. - +54 9 299 Estudiante 8: Que chicos responsables
17/9/19 9:46 p. m. - +54 9 299 Estudiante 4: La verdad que si

---

En el extracto del evento 3, una de las estudiantes responde a la consigna de la SA: m-learning n° 2, donde deben ver un video y compartir sus respuestas, ante la rápida y adecuada participación, los demás compañeros felicitan y destacan el compromiso del grupo, a esto se suma otro estudiante que resalta el mismo comentario. La situación que se observa en este extracto revela un ambiente de trabajo en línea amistoso y cordial que se da entre ellos mismos.

Continuando con la Tabla 10, el extracto 4 expone un ejemplo de interacción tecno-social focalizada en la búsqueda de la cooperación tecno-pedagógica.

**Tabla 10.** Logs de interacción (extracto 4).

---

1/10/19 7:16 p. m. - +54 9 299 Estudiante 9: Cuando tengamos el informe hay que enviarlo a esa dirección?
1/10/19 7:17 p. m. - Profesor: Exacto. 👍
1/10/19 7:17 p. m. - Profesor: Deben saber usar google drive, el editor de texto online para acompañarlos en el proceso de edición del informe.
1/10/19 7:18 p. m. - +54 9 299 Estudiante 9: Ah ok muchas gracias!

---




En el log de interacción del extracto 4, surge una consulta de parte del estudiante dirigida al docente, posterior a la respuesta, se observa actitudes de respeto y compromiso entre la interacción estudiante-docente. Esta actitud se ve motivado por el acompañamiento pedagógico didáctico que ofrece el docente desde la virtualidad, con el objetivo de alcanzar los objetivos de aprendizaje. Respecto al desarrollo de la actividad

desde Google Drive, los integrantes del grupo elaboran su informe y envían sus borradores en diferentes estados de producción. En función de ello, el docente realiza diferentes devoluciones para ir mejorando el proceso de elaboración. Esta etapa de retroalimentación permite afianzar el conocimiento de los estudiantes, tanto a nivel disciplinar como a nivel procedimental, donde el informe final constituye la producción final del proyecto de C y T.

En la situación del evento del extracto 5 de la Tabla 11, originada por una consulta sobre la elaboración del informe final del proyecto de C y T, esta es respondida por un compañero diferente al que realizó la consulta, esta singular situación originó en los estudiantes un momento de miedo acerca de la tarea. En consecuencia, el docente reforzó su acompañamiento fomentando el trabajo colaborativo en el proceso de elaboración del informe.

**Tabla 11.** Logs de interacción (extracto 5).

---

4/10/19 2:56 p. m. - +54 9 299 Estudiante 9: Esta tarea es más que nada para aquellos que les corresponde armar el informe?
4/10/19 3:12 p. m. - +54 9 299 Estudiante 4: Yes
4/10/19 3:14 p. m. - Profesor: Si. Son los responsables primeros
4/10/19 3:20 p. m. - +54 9 299 Estudiante 4: Me mete miedo profe
4/10/19 3:20 p. m. - +54 9 299 Estudiante 12: :( tengo miedo
4/10/19 3:21 p. m. - Profesor: Tranquila, justamente vayan mirando y la idea de que yo pueda editar y ver lo que van haciendo es para que no estén solos en la producción
4/10/19 3:21 p. m. - Profesor: Cualquier duda o inquietud lo comparten aquí   

---

En esta situación, emergen conflictos socioafectivos y cognitivos asociados a los desafíos que representa para el estudiante la elaboración de la actividad final, en sus diferentes etapas de producción. Dichos conflictos se originan por la modalidad de trabajo tecno-pedagógico y que emergen o se manifiestan al momento de interpretar las diferentes consignas de trabajo propuestas en la SA: m-learning. Entre las preguntas que los alumnos plantean, se vinculan tanto a los aspectos organizativos, como procedimentales y conceptuales. Responder estas inquietudes evidencia la dificultad de los alumnos para comprender el objetivo de la tarea en un contexto de aprendizaje significativo y la relación de dependencia en la cual el docente se ubica como centro de la interacción pedagógica ubicua.

Esto se debe a que las consignas inciden directamente en el control y la autonomía de los estudiantes cuando las reciben. Como resulta más habitual que las consignas sean transmitidas de manera verbal en los encuentros presenciales dentro del aula escolar, al cambiar el modelo de aprendizaje estas consignas se presentan en primera instancia de forma escrita, sin la tradicional explicación verbal que se suele hacer de forma inmediata de parte del docente. En consecuencia, esto lleva a la duda e incertidumbre en el estudiante cuando realiza su interpretación acerca de la consigna. Este hecho hace que el alumno explicita su inquietud cargada de miedos e incertidumbre, situación que requiere de la explicación verbal del docente por medio de un archivo de audio o texto escrito compartido en el mismo grupo de trabajo colaborativo, cuyo contenido afirma o despeja la duda acerca de la interpretación realizada en la consigna. La situación se repite tanto para las consignas o dudas que surgen del interior de cada grupo o para las que son presentadas por medio de la SA: m-learning. En cualquiera de los casos, estas son comunicadas por medio del grupo de WhatsApp de manera abierta, resultando de utilidad para cada integrante, cuya función puede conducir a los procesos de aprendizaje siguientes: afirmar el proceso de producción iniciado, redireccionar la tarea o revisar diferentes etapas de producción.

Los efectos en este tipo de interacción marcan la diferencia entre las consignas verbales que generan cierta dependencia, respecto de las consignas escritas que son interpretadas de manera asincrónica de parte del estudiante, generando una experiencia de independencia al momento de realizar su interpretación. Situación que se resuelve con la inmediata participación en el grupo de WhatsApp, donde cualquiera de los integrantes puede responder en todo momento y tiempo. Esta interacción tiene como efecto generar dependencia del grupo, donde sus integrantes actúan como asesores colaborativos. De esta manera, la gestión del proceso de aprendizaje ubicuo oscila o se distribuye entre el docente y los diferentes estudiantes que forman parte del grupo<sup>29</sup>. Y de manera gradual, el docente toma distancia de la etapa de formación a medida que los integrantes adquieren confianza y autonomía para resolver los diferentes problemas o situaciones que surgen durante el desarrollo de la SA.

---

<sup>29</sup> Este comportamiento puede observarse revisando los datos de la Tabla 5 y 6 de la página 72 y 73, respectivamente.

Las interacciones identificadas en los extractos anteriores muestran el cambio socio-pedagógico centrado en el problema emocional que despiertan las actividades. Los extractos analizados hasta aquí exponen la capacidad de gestionar la comunicación interpersonal de manera efectiva entre los participantes. Dichas interacciones revelan la habilidad promovida por los participantes para sumar actitudes y generar confianza en un entorno tecno-social y desde allí reforzar las actitudes proactivas para enfrentar el problema y alcanzar las metas educativas.

Los diferentes extractos presentados en esta sección suponen un cambio en las actitudes del estudiantado, donde utilizan activamente estrategias cognitivas, socioafectivas y conocimientos previos para enfrentar sus limitaciones que surgen por medio de los temores y dudas respecto a la consigna. Dichas actitudes implican un proceso intelectual que proporciona el desarrollo y la reestructuración de los esquemas conceptuales existentes. Las consignas son la explicitación de las tareas que los estudiantes desarrollan, favoreciendo su autonomía, entendida como la capacidad para decidir cómo resolver una tarea, para aprender de manera consciente acerca de cómo desarrollarla y cómo identificar las estrategias más acertadas para lograrlo, tanto en un proceso individual o de manera colaborativa y distribuida.

### **6.3) Análisis y resultados de la entrevista**

La entrevista aplicada a los estudiantes se realizó de manera individual, formando parte de la actividad final de la SA de C y T; fue realizada en papel y lápiz o de manera digital, utilizando cualquier procesador de texto. Su realización era opcional, de modo que los estudiantes se sentían cómodos para poder responder libremente las preguntas, con la finalidad de que pudieran reflexionar sobre todo lo realizado con la SA de C y T y la SA: m-learning. El objetivo de este instrumento consistió en recabar los conocimientos explícitos de los estudiantes, reflexionando acerca de las ideas que han construido o se encuentren conflictuadas, y con el propósito de que reflexionen meta-cognitivamente más allá de los contenidos de la disciplina, para luego contrastar sus respuestas con los resultados obtenidos con el instrumento cuantitativo.



Un obstáculo que presenta este tipo de actividad se da en que los estudiantes no están acostumbrados a realizar actividades metacognitivas y metaafectivas, los cuales están acostumbrados a responder preguntas de tipo fácticas y cerradas, asentada en contenidos meramente disciplinares basados en la búsqueda bibliográfica. Por este motivo, es que, durante el desarrollo de las actividades de la SA de C y T, y al finalizar cada encuentro presencial, se realizaba una pregunta metacognitiva como actividad de cierre del encuentro, con el fin de que se puedan ir familiarizando con el tipo de actividad.

Respecto a la estrategia para obtener las entrevistas, del total de estudiantes (N = 28), el 100% respondió a cada una de las 10 preguntas que compone el instrumento, de los cuales 7 (25%) respondieron en papel y lápiz, y 21 (75%) en formato digital. Del conjunto de respuestas, en esta sección se describirán los resultados correspondientes a la segunda parte de la entrevista, dado que la primera corresponde a los conocimientos interdisciplinares sobre la relación C y T, estos serán analizados junto al cuestionario de opinión sobre C y T.

Con las respuestas obtenidas se realizó el análisis de cada una, identificando el segmento con la unidad o unidades de significado en función de los objetivos de la tesis. Cada unidad de significado fue agrupada para obtener las subcategorías y categorías que describen los procesos de aprendizaje. De esta manera, el estudio cualitativo permitió identificar las siguientes cinco subcategorías: (1) Gestión del tiempo de concentración y dedicación al trabajo escolar; (2) Grado de satisfacción y contenido escolar; (3) Gestión de la indagación en C y T; (4) Gestión de la frustración ante el cambio de modelo didáctico; y (5) Gestión de las habilidades (inter-/intra-) personales. Como puede observarse, estas subcategorías constituyen diferentes dimensiones de una categoría más amplia a la que se ha denominado «*Gestión del Aprendizaje en la resolución de problemas de diseño e indagación escolar*».

En la siguiente sección, se presentan las subcategorías identificadas en las entrevistas realizadas a los estudiantes y su interpretación respectiva. Los ejemplos citados en cada subcategoría corresponden a diferentes estudiantes del grupo completo (N = 28) que respondieron a la totalidad del instrumento 3. El criterio de selección de los ejemplos citados para cada subcategoría, se fundamentan en la densidad y riqueza en significados y difícilmente reproducibles por su vinculación al contexto y momentos

determinados del proceso de aprendizaje. Además, poseen un carácter polisémico, es decir, muestran y ocultan múltiples significados, generando una frecuencia de subcategorías que reflejan su aparición simultánea en los diferentes participantes.

A continuación, las subcategorías y sus ejemplos:

### **Subcategoría 1: Gestión del tiempo de concentración y dedicación al trabajo escolar**

#### **Ejemplo:**

- «aprendí que hay que tener un *orden en la comunicación y ayudarnos mutuamente*, tratando siempre de tener el *orden necesario* para la *concentración máxima*, siendo muchas personas para poder realizar adecuadamente el proyecto. Aprendí de mi compañero a ponerle el motor al vehículo colocándoles las ruedas traseras y su forma de armarlo, aprendí *observando mientras lo realizaba*».

En la presente subcategoría se identifican las siguientes unidades de sentido que la caracterizan: «el orden y la organización en torno a la comunicación». Estas unidades dan cuenta de la capacidad en los estudiantes para gestionar la tarea escolar con la que se realiza una acción comunicativa. La gestión surge como necesidad de aprender por sí mismo y reconociendo en el otro (compañero) las posibilidades de aprender de manera colaborativa para resolver los problemas de diseño e indagación. El desarrollo de estas habilidades surge como consecuencia de la dinámica de trabajo escolar que implica: aprender a utilizar dispositivos inalámbricos (iOLab), utilizar piezas de encastre y aplicar el contenido disciplinar de C y T que deben comprender de manera conjunta. La variedad de recursos exige en el estudiantado su organización, con una adecuada comunicación y observación entre sus integrantes y de ese modo gestionar la tarea escolar. Por otra parte, la actividad fortalece la concentración, condición necesaria que lleva al estudiantado a la optimización, dedicación y el esfuerzo para resolver los posibles contratiempos y desafíos que exige realizar las actividades de diseño.

### **Subcategoría 2: Grado de satisfacción y contenido escolar**

#### **Ejemplo:**

- «Al principio tenía *miedo* de este proyecto porque pensé que no podría lograr nada o no entendería el tema, pero después *me resultó muy interesante*, aunque el

tiempo era limitado. Me resultó *un poco pesado* el trabajo, pero las cosas que aprendí *me encantaron*, aunque *me costó* entender algunos temas. Cuando tenía que realizar o buscar los conceptos de fuerza, fue *un poco frustrante* ya que los conceptos eran muy cortos y *difíciles* de entender, me llevó un poco de tiempo *armar* uno que todos mis compañeros entendieran. Pero cuando había terminado, *me sentí orgullosa* de nuestro grupo, tal vez sea algo mínimo, pero me gustan cuando después de mucho esfuerzo las cosas quedan bien».

En relación a la satisfacción y su relación con el aprendizaje de los contenidos escolares, se identifica la dinámica de «las emociones como principio de acción» que permite sacar al estudiante de sus emociones iniciales y promover habilidades de modo que le permita «construir una idea escolar» del concepto interdisciplinar que resulte útil para los demás integrantes del grupo de trabajo. Se encuentra en esta categoría la capacidad de gestionar la frustración para generar aprendizaje del contenido sobre C y T articulando la emoción y la razón, alcanzando una gran satisfacción por ella. Dado que la frustración es un sentimiento aversivo en la cual aparece una mezcla de tristeza, rabia y decepción, incluso provoca cierto estrés en las personas, como consecuencia de la imposibilidad de alcanzar una meta o deseo de manera más rápida acorde a lo previsto por los implicados y que suele suceder con las actividades de aprendizaje típicos basado en la resolución de problemas cerrados. Concretamente dificulta el logro inmediato de los objetivos escolares, tal como se identifica en esta subcategoría. Por otra parte, la forma de superar la frustración y suscitar el aprendizaje se logra por medio del carácter lúdico de la actividad que utiliza el ensayo y error como herramienta pedagógica para el estudio, donde la información que provee este tipo de práctica retroalimenta el ejercicio, permitiendo la superación de la frustración y el éxito de la tarea de C y T.

### **Subcategoría 3. Gestión de la indagación y conocimiento en ciencia y tecnología**

#### **Ejemplo:**

- «Las dudas que me surgieron durante el proyecto son: ¿el peso del vehículo va a afectar su velocidad al transitar en diferentes terrenos? Si el vehículo funciona con dos tipos de ruedas y luego lo pruebo con cuatro iguales, ¿se obtendrán resultados diferentes? Nuestro móvil al tener dos tipos de ruedas diferentes es lento. Si le cambiamos el motor por uno más potente, pero no las ruedas, ¿será más rápido?».

La elaboración de preguntas durante el desarrollo de la actividad de C y T constituye una herramienta pedagógica-didáctica que articula la interdependencia entre estos dos campos de conocimiento y promueve el pensamiento crítico al generar alternativas que conlleva discernir entre el conocimiento científico del conocimiento tecnológico. Este tipo de tratamiento fortalece de desarrollo de habilidades cognitivas en la medida que contribuye a la gestión del conocimiento en los estudiantes. El contenido de las preguntas formuladas por los participantes permite inferir que estas constituyen pautas de desarrollo e interacción con la adquisición y dominio de ciertas dimensiones cognitivas, psicomotoras y afectivas.

#### **Subcategoría 4: Gestión de la frustración ante el cambio de modelo didáctico**

##### **Ejemplos:**

- «en el cambio de las tareas también se me presentó una dificultad porque al no necesitar de lo que yo iba a realizar tuve que *buscar una alternativa* que tal vez no era con la que me sentía más cómoda, pero Eva me ayudó con eso».
- «Al principio *me pareció una idea divertida* de aprender la materia, después me sentí agobiado porque *se presentaban muchos problemas y más cosas para hacer*. En general *me gustó* porque fue un trabajo que pude hacer con mis amigos, *intercambiando ideas* e intentando coincidir en la forma de pensar para *tomar ciertas decisiones*. También me gustó porque salimos un poco de la rutina habitual».

El cambio del modelo de aprendizaje en los estudiantes conlleva un conflicto de emociones, es decir, resulta divertido, pero también agobiante y frustrante. Estas emociones, como el particular caso de la frustración identificada en la subcategoría 2, soporta en los sujetos un cambio de concepción y de actitudes que promueve un proceso de pensamiento reflexivo que les permite afrontar las dificultades y superar el desafío. Esto lo hace receptivo a las nuevas ideas, permitiendo resolver los problemas que antes no creían poder hacerlo, con el fin de tomar decisiones y alcanzar resultados con éxito. El cambio de modelo didáctico da lugar a repensar el valor de la dimensión afectiva en los escenarios educativos socio-instruccionales.

### **Subcategoría 5: Gestión de las habilidades (inter-/intra-) personales**

#### **Ejemplos:**

- «Aprendí a *trabajar en equipo*, y pude *comprender mejor* los conceptos de los que dudaba. Aprendí bastante de Nahir, *pasé gran parte del trabajo con ella* para *construir* el móvil, aprendí a *probar todas las posibilidades* para hacer funcionar algo. *Enfrenté un momento de desesperación* por la falta de ideas para construir el móvil, la única manera de resolverlo que se me ocurrió fue *recorrer los puestos de los demás grupos solo para ver* cómo eran sus móviles, así fue como salí de mi problema y pudimos seguir con la construcción».

Las características de la SA de C y T focalizada en el diseño de un dispositivo con piezas de encastre permiten al estudiantado salir de un lugar pasivo y asumir una actitud activa, es decir, «actuar con mente y cuerpo». En esta subcategoría se encuentra el poder del «pensamiento contrafáctico», que permite al alumnado ensayar diferentes posibilidades para resolver un problema, organizar y superar el desafío que se le presenta, tal como señala la alumna cuando decide observar las acciones de los otros grupos en busca de nuevas ideas. De esta manera, se activa un conjunto de habilidades interpersonales e intrapersonales que guían y fortalecen sus acciones para explorar y comprender el complejo entramado de la relación C y T.

Así, las diferentes subcategorías obtenidas de la entrevista permitieron conocer desde las experiencias de cada estudiante, sus aprendizajes promovidos. Por otra parte, las subcategorías se entrelazan como resultado de la riqueza de sus diferentes unidades de sentido vinculadas al contexto y momentos determinados del proceso de aprendizaje.

#### **6.4) Análisis y resultados del cuestionario: pretest y postest**

En la siguiente sección se presentan los resultados del análisis de los índices obtenidos de cada uno de los cuestionarios aplicados con el test sobre los subtemas y del COCTS<sup>30</sup>. Dichos subtemas son: Interdependencia/Relación Ciencia y Tecnología (10411) y Resolución de Problemas sobre Ciencia y Tecnología (40421).

---

<sup>30</sup> Ver Tabla 6, p. 73.

Los datos del Grupo A y B fueron agrupados para conformar un solo conjunto de análisis ( $N = 28$ ). Para esto se plantean las siguientes hipótesis de contraste:

---

$H_0$  : las actitudes globales del grupo de estudiantes A y B observadas son semejantes.

$H_a$  : las actitudes globales del grupo de estudiantes A y B observadas no son semejantes.

---

Con bases a la prueba Chi-Cuadrado del IAG para cada grupo resulta  $p = 0,252 > \alpha = 0,05$  y  $p = 0,126 > \alpha = 0,05$ . Estos resultados determinan que las actitudes globales entre los grupos A y B no presentan diferencias estadísticamente significativas, permitiendo su agrupación para el posterior análisis del pretest y postest.

El tratamiento de los datos se realizó con diferentes pruebas no paramétricas, debido a que el grupo no sigue las condiciones de parametricidad y su tamaño es pequeño ( $N_{exp.} = 28 < N_{Teo.} = 30$ ). Las pruebas se seleccionan en función de las características de los datos y de los objetivos de la investigación. El análisis se realizó con el Software SPSS® V 20.5. Se determinó el «índice actitudinal», por cuestionario ( $N = 2$ ) y por frase de cada cuestionario ( $N = 12$ ), esto representa la actitud global. Para el cálculo se utilizaron dos vías que dan lugar a los diferentes *índices*:

a) Índice de actitud global ponderado (IAG): La media del conjunto de las 12 frases de un total de 2 cuestionarios aplicados por individuo. De este conjunto de datos se obtiene un siguiente subíndice, donde se puede discriminar los índices por cuestionario que sigue: *Índice de actitud global medio por cuestionario (IAC)*, es decir IAC del cuestionario sobre la Relación Ciencia y Tecnología (10411), y el IAC del cuestionario sobre Resolución de Problemas de Ciencia y Tecnología (40421).

b) Índice de actitud global medio de las frases (IAF): La media aritmética del conjunto de todas las frases por cuestionario. De ello se obtiene un subíndice que

corresponde a la media por categoría (A: adecuada, P: plausible e I: ingenua) por cada ítem de cada cuestionario. A partir de esto se determina el promedio con las medias de las tres categorías, lo que permite obtener el índice por cuestionario o para el conjunto de subtemas.

A continuación, se presenta el enunciado de las hipótesis de contraste:

---

- Existen diferencias entre los IAG por subtema de cada cuestionario antes/pretest y después/postest de la intervención tecno-pedagógica.
  
  - Existen diferencias entre los IAG por cada una de las frases antes/pretest y después/postest de la intervención tecno-pedagógica.
- 

Las hipótesis de contraste permitirán comprender los efectos de los IAG por cada subtema en función de los contenidos desarrollados por la SA, focalizando en las prácticas de diseño e indagación escolar.

#### **6.4.a) Resultados del índice de actitud global por cuestionario**

En la siguiente sección se realiza la descripción y análisis de los resultados obtenidos a partir de la aplicación del cuestionario<sup>31</sup>: 10411) relación C y T; 40421) resolución de problemas de C y T. Durante la aplicación del pretest y postest, los 28 estudiantes respondieron a cada cuestionario. Sin embargo, durante la realización del pretest se encontró que 7 estudiantes no respondieron a la totalidad de las frases, donde un estudiante no respondió una de las frases del cuestionario 10411, y 6 estudiantes no respondieron una o más frases del cuestionario 40421. Como respuesta usaron la opción “no sé” o “no entiendo”. Al finalizar el desarrollo de la SA de C y T, y posterior a la realización de la entrevista individual, se aplicó el postest. En esta ocasión, estos mismos

---

<sup>31</sup> El contenido de cada cuestionario se halla en la Tabla 2, página 58 del Capítulo 5.

estudiantes pudieron responder valorando la totalidad de las frases que antes no habían respondido. Este cambio en el número de respuesta antes y después del desarrollo del modelo pedagógico ubicuo evidencia en primera instancia el cambio en la alfabetización tecno-científica y en segundo lugar da cuenta de la complejidad del contenido de las frases que representa para los estudiantes, donde la mayor dificultad se dio al momento de responder el cuestionario referido a la resolución de problemas sobre C y T. Aspecto que se podrá profundizar con el análisis estadístico de cada cuestionario y su contraste con las respuestas a la entrevista individual. Tarea que se ampliará a continuación.

### Análisis del cuestionario 10411: relación ciencia y tecnología

En la siguiente Tabla 12, se encuentran los resultados del análisis estadístico realizado a las valoraciones que cada estudiante respondió al cuestionario 10411: sobre el tema relación C y T. Estas valoraciones se transforman en un índice normalizado que representan sus actitudes. Por ser un número de estudiante menor a 30, (N = 28), este dato constituye un punto de corte para la selección del tipo de análisis estadístico que se aplicó en función del grupo completo, constituido por la cohorte 2018 (grupo A) y cohorte 2019 (grupo B), definido y caracterizado al principio del presente capítulo.

De esta manera, el análisis estadístico para contrastar la hipótesis de igualdad entre dos medias del pretest y postest consistió en la prueba de Wilcoxon para el grupo completo antes definido. Particularmente se encuentra que el conjunto de datos del tema 10411 no es estadísticamente significativo ( $p = 0,733 > \alpha = 0,05$ ). Sin embargo, la prueba del tamaño del efecto resulta relevante, dado que el valor obtenido es mayor al criterio de corte, es decir; valor experimental = 0,50 > valor teórico = 0,30.

**Tabla 12.** Estadísticos descriptivos del cuestionario 10411

Subtema	N	Error Tip de la Media	Media	Desv. típ.	Min/Max	Sig. Bilateral	“ d” de Cohen	Tamaño del Efecto
Relación C y T:	28	0,07	0,02	0,37	Min = -0,45 Max = 0,75 Min = -0,46 Max = 0,61	<b>0,733</b>	1,16	0,50



Estos resultados permiten verificar que los efectos de la intervención de la SA de C y T aplicada es positiva y con efectos relevantes para los estudiantes. Por otra parte, la característica del instrumento aplicado permite realizar un análisis estadístico por cada frase del mismo cuestionario, posibilitando de esta manera una comprensión más profunda acerca de las representaciones implícitas. Estos resultados se exponen en la siguiente Tabla 13.

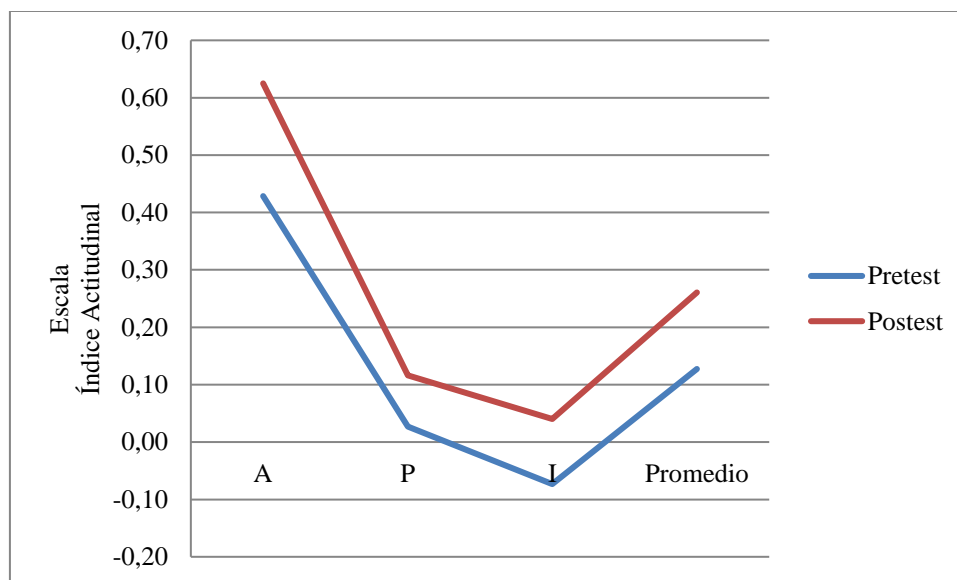
**Tabla 13.** Estadísticos por frase del cuestionario 10411

Frases/Ítem:	A	B	C	D	E
Categoría:	I	A	A	I	P
Índice Pretest:	-0,04	0,59	0,27	-0,10	0,03
Índice Posttest:	-0,05	0,78	0,47	0,13	0,12
Z	-.058 <sup>b</sup>	-2.352 <sup>c</sup>	-1.380 <sup>c</sup>	-1.175 <sup>c</sup>	-.454 <sup>c</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,954	<b>,019</b>	,168	,240	,650

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon  
b. Basado en los rangos positivos.  
c. Basado en los rangos negativos.

El análisis entre el contenido de los ítems y el resultado del estadístico aplicado a cada frase del mismo cuestionario demuestra que las actitudes de los estudiantes encuentran dificultades para comprender la relación C y T. Esto se debe a que, en 4 de 5 frases (A, C, D y E), los índices pretest y posttest no exhiben diferencias aritméticas sustanciales y no son estadísticamente significativas. Respecto a la frase B, el índice pretest = 0,59 y el posttest = 0,78 son estadísticamente significativos ( $p = 0,019 > \alpha = 0,05$ ). Este hecho puede explicarse a partir de la doble dimensión que implica dicha relación, dado en el contenido de la misma frase B: “la investigación científica conduce a aplicaciones prácticas tecnológicas, y las aplicaciones tecnológicas aumentan la capacidad para hacer investigación científica”. Es decir, la relación C y T conlleva identificar que los objetivos de la ciencia (comprender el universo y su funcionamiento) y el de las tecnologías (moldear el universo para satisfacer las necesidades humanas) se diferencian, ya que existe un efecto simultáneo de realimentación entre sus campos de conocimiento, esto último es entendido como interdependencia C y T. De esta manera, se encuentra en el contenido de la frase B el carácter dual y simultáneo que caracteriza la interdependencia C y T, esto permite explicar las dificultades y obstáculos que representa para los estudiantes comprender el complejo entramado de la relación C y T.

Los resultados expuestos en la siguiente Figura 10 muestran los índices actitudinales por categoría de frases (Adecuada: A, Plausible: P e Ingenua: I) antes y después de la aplicación de la SA de C y T en el grupo de estudiantes.



**Figura 10.** Índice de actitudes por categoría del cuestionario 10411

Estos índices permiten observar una mejora global en los conocimientos de los estudiantes sobre la relación C y T, dando cuenta que estos pueden identificar y diferenciar el contenido de cada frase vinculado al contenido del tema del cuestionario. Esta misma discriminación entre categorías de frases ofrece información para comprender cuáles son las actitudes más informadas y desinformadas en los estudiantes sobre el tema. De esta manera, la categoría adecuada son las actitudes que mejoran significativamente, tal como se describió en los párrafos anteriores. Respecto a las categorías Plausibles (Frase: E) e Ingenuas (Frase: A y C), y retomando el contenido de las frases que corresponden a estas categorías, estos índices demuestran que los estudiantes encuentran dificultades para visualizar y diferenciar cómo opera la Ciencia y la Tecnología por separado, para luego retroalimentar sus procesos y resultados. Esta comparación permite comprender y dimensionar la dinámica de los efectos de cambio que se producen como consecuencia de la aplicación de la SA de C y T.

## Análisis del cuestionario 40421: resolución de problemas sobre ciencia y tecnología

En la siguiente Tabla 14, se encuentran los resultados del análisis estadístico realizado a las valoraciones que cada estudiante respondió al cuestionario 40421: vinculado al tema resolución de problemas de C y T.

**Tabla 14.** Estadísticos descriptivos del cuestionario 40421

Subtema	COCTS N°:	N	Error Tip de la Media	Media	Desv. típ.	Min/Max	Sig. Bilateral	“ d” de Cohen	Tamaño del Efecto
Resolución de Problemas de C y T	40421	28	0,06	0,25	0,34	Min = -0,10 Max = 0,90 Min = -0,46 Max = 0,57	<b>0,00</b>	13,68	0,98

Del mismo modo que se explicó para el cuestionario 10411, las valoraciones de los estudiantes se transforman en un índice normalizado que representan sus actitudes. Por ser un número de estudiante menor a 30 ( $N = 28$ ), el análisis estadístico para contrastar la hipótesis de igualdad entre dos medias consistió en la prueba no paramétrica de Wilcoxon, para un grupo de participantes conformado por dos cohortes (2018 y 2019). En esta ocasión, se encuentra que el conjunto de datos del tema 40421 es estadísticamente significativo ( $p = 0,00 < \alpha = 0,05$ ) a nivel global. Además, la prueba del tamaño del efecto resulta muy relevante, dado que el valor obtenido es mayor al criterio de corte, es decir; valor experimental =  $0,98 >$  valor teórico =  $0,30$ . Este dato revela que el efecto de la aplicación de la SA de C y T a nivel cualitativo resultó ser muy significativo respecto del tema.

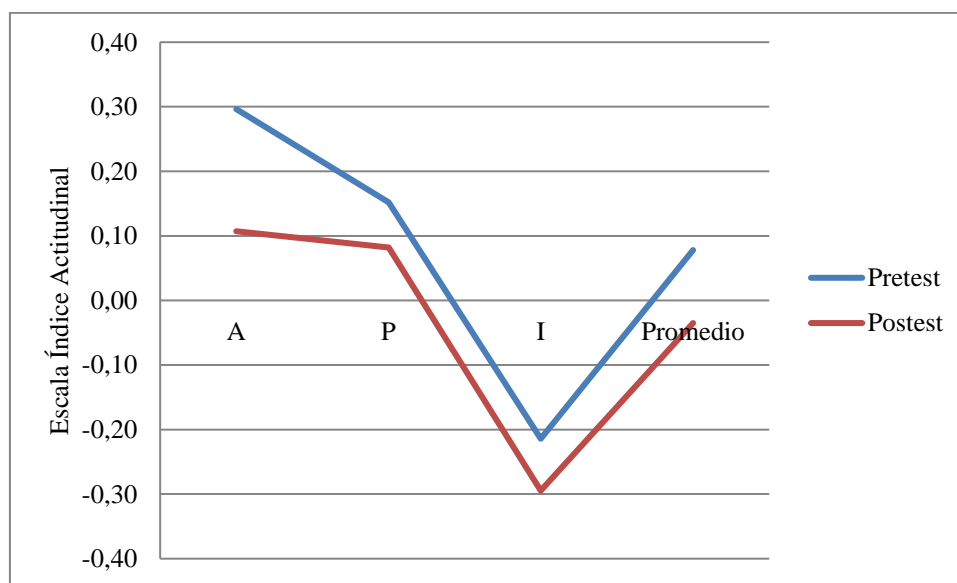
Para el caso de este cuestionario, se ofrecen 7 frases donde los estudiantes deben identificar y diferenciar su contenido. Por esta razón, el análisis estadístico realizado por cada frase del mismo cuestionario exige la realización de un análisis más profundo. Estos resultados se exponen en la siguiente Tabla 15.

**Tabla 15.** Estadísticos por frase del cuestionario 40421

Frases/Ítem:	A	B	C	D	E	F	G
Categoría:	I	P	P	P	P	A	P
Índice Pretest:	-0,21	0,32	0,39	-0,07	0,11	0,30	0,00
Índice Posttest:	-0,29	0,21	0,54	-0,29	-0,05	0,11	0,00
Z	-,781 <sup>b</sup>	-,971 <sup>b</sup>	-1,221 <sup>c</sup>	-1,620 <sup>b</sup>	-,820 <sup>b</sup>	-,995 <sup>b</sup>	-,343 <sup>c</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,435	,331	,222	,105	,412	,320	,732

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon  
b. Basado en los rangos positivos.  
c. Basado en los rangos negativos.

De esta manera, los datos de la Tabla 15, muestran que en ninguna de las frases los índices son estadísticamente significativos antes y después de la intervención del modelo pedagógico ubicuo. Se observa particularmente que los índices cambian de positivo a negativo de acuerdo a la escala, a nivel global por cada frase y por cada categoría del mismo cuestionario, como podrá observarse en la siguiente Figura 11.



**Figura 11.** Índice de actitudes por categoría del cuestionario 40421

Los resultados obtenidos en el cuestionario 40421: resolución de problemas de C y T, resultan coherentes entre los índices actitudinales de cada frase y en consecuencia con cada categoría, aunque pueden resultar contradictorios con el hecho de que resulte a nivel global estadísticamente significativos y con un tamaño del efecto muy alto. Este contraste lleva a un resultado interesante, que requiere de una interpretación cuidadosa.

De esta manera, la valoración negativa de los aspectos que conciernen a las ideas sobre la resolución de problemas sobre C y T no deben interpretarse necesariamente como un efecto negativo en los estudiantes como resultado de la intervención de la SA de C y T. De hecho, estar de acuerdo en que el conocimiento sistemático y lógico de la C y T no pueden aplicarse a todos los eventos y situaciones de la vida cotidiana, revela en los estudiantes una actitud particularmente sensata, un pensamiento reflexivo y en consecuencia destacable. Pensar de manera absolutamente contraria implicaría una actitud totalmente ingenua sobre los alcances y límites de la C y T. Adoptar esta actitud, sería caer en el denominado cientificismo ciego de la C y T, cuestión que llevaría a posibles errores o problemas de mayor envergadura. Por otra parte, es importante tener presente que, en la interpretación de estos resultados, se debe tener en consideración el modelo pedagógico tradicional a la cual están habituados los estudiantes. Es decir, por lo general las asignaturas trabajadas principalmente de manera disciplinar, sin relación alguna con otras disciplinas, se caracterizan por tratar detalles teóricos y técnicos, que tiene poca relación con la realidad de los estudiantes, de allí a que encuentren obstáculos para vincular los contenidos, ideas y hechos impartidos por la SA de C y T, con las situaciones de la vida cotidiana. De esta manera, la compleja relación entre la C y T para resolver problemas se puede hallar socavado por los conocimientos de los estudiantes basados en la experiencia pasada, de sentido común, generando un impedimento para transferir el pensamiento científico y tecnológico más allá de las aulas de ciencias. Esto último puede deberse a la necesidad de fortalecer en los procesos de aprendizaje actividades que promuevan habilidades del pensamiento científico y tecnológico, como es: hacer inferencias y encontrar patrones a partir de datos obtenidos mediante el uso de tecnología de captura de datos en tiempo real. El uso de este tipo de tecnología en el aula constituye para los estudiantes una experiencia educativa totalmente novedosa e innovadora, dado que nunca antes realizaron otro tipo de experiencia similar. De allí que los estudiantes, encuentren imposible transferir este tipo de práctica fuera del aula, y en consecuencia se vean reflejados en los índices de las actitudes del cuestionario 40421.

#### **6.4.b) Comparación de las actitudes sobre ciencia y tecnología, y resolución de problemas**

La representación del índice global medio por subtema (relación C y T; resolución de problemas de C y T) permite visualizar este doble sentido en los índices (Índices

positivos en el cuestionario 10411, índices negativos en el cuestionario 40421) de las actitudes en el grupo completo por cada categoría de frases, al poner en relieve el efecto de la métrica de los índices. Este contraste de índices de cada subtema revela el efecto de la SA de C y T en la globalidad de las actitudes, promovidos por los participantes. El comportamiento en los resultados pone al descubierto la actitud crítica desplegada por los estudiantes durante la realización de dicha SA, favoreciendo el desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico, como capacidad clave para discernir entre el pensamiento científico y tecnológico. Es decir, la diferencia entre cada categoría evidencia la reorganización del esquema cognitivo conceptual, articulando los dominios disciplinares de C y T. En esta reorganización conceptual el pensamiento crítico actúa como sistema de gestión y supervisión del conocimiento, que permite traspasar el dominio disciplinar de C y T a un sistema teórico común, pero de tipo interdisciplinario. Esta transferencia habilita en los estudiantes la necesidad de reflexionar acerca de los alcances y limitaciones del complejo entramado que conlleva la relación C y T.

#### **6.5) Análisis mixto de los datos: contraste cualitativo y cuantitativo**

En los apartados anteriores de este mismo capítulo, se han presentado los análisis y resultados de las respuestas obtenidas por cada tipo de instrumento utilizado en esta investigación. A continuación, se ampliarán los resultados cualitativos y cuantitativos desde un enfoque mixto, dado que los resultados obtenidos encuentran mayor sentido y contraste con las respuestas obtenidas en la entrevista individual realizada a cada estudiante. En la sección Antecedentes del Capítulo 1 y en los Fundamentos de la Investigación del Capítulo 5, se argumentó la necesidad del enfoque mixto que justifican este tipo de estudios. Retomándolos, se busca con este tipo de análisis relacionar el conocimiento implícito vinculado con el *saber cómo*, que se manifiesta en las prácticas y destrezas del trabajo, mientras que el conocimiento explícito tiene que ver con los conceptos, el *saber qué*. Estos fundamentos orientaron la planificación de la investigación, determinando cuándo y cómo aplicar cada instrumento. De esta manera, la entrevista individual con la cual se busca conocer el saber qué, fueron respondidas antes del cuestionario tipo Likert (postest), donde los estudiantes explicitan sus propios conocimientos mediante la reflexión metacognitiva. Respecto al cuestionario sobre opiniones de C y T, se aplicó el pretest tres meses antes del desarrollo de la SA de C y T, y posterior a la entrevista individual. Este protocolo evita los posibles efectos de recuerdo

en los estudiantes, tanto en las valoraciones que ellos realicen como en la memorización de las afirmaciones del mismo cuestionario que podrían influir en las respuestas de la entrevista individual.

A continuación, se transcriben en la Tabla 16, respuestas que ilustran esta vinculación entre los datos cuantitativos y cualitativos, es decir, se realiza un paralelismo para contrastar el contenido de las respuestas ofrecidas por los estudiantes y el contenido de las frases de cada cuestionario. Este análisis permite identificar tres categorías vinculadas a las formas en que los estudiantes representan conceptualmente la relación C y T.

**Tabla 16.** Vinculación entre los resultados cualitativos y cuantitativos

<b>Pregunta 1 de la Tabla 3, Parte A: ¿En qué han cambiado tus ideas iniciales en cuanto a la relación Ciencia y Tecnología? (Antes creía: ..., ahora: ...)</b>			
<b>Categorías</b>	<b>Afirmación (Ejemplo del estudiante)</b>	<b>N ; (%)</b>	<b>Afirmación (IAG)</b>
<b>Independientes</b>	-----	0 (0,0%)	Sin opción
<b>Dependientes</b>	“la ciencia es la base de la tecnología, son muy similares y van de la mano, sin la ciencia no se hubiera descubierto la tecnología. Por eso pienso que no se pueden separar”	3 (10,71%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La tecnología es la base de todos los avances científicos, aunque es difícil ver cómo la ciencia puede ayudar a la tecnología (IAG = 0,13)</li> <li>• Ciencia y tecnología son más o menos la misma cosa (IAG = 0,12)</li> </ul>
<b>Interdependientes</b>	<p><b>Tipo A:</b> “pienso que la Ciencia y la Tecnología tienen una relación muy vinculada, de forma que, aunque se las separe, están en constante relación. Esto me hace reflexionar que aun cuando la tecnología no era como la de hoy en día, siempre la hubo acorde a la época que se hable y de alguna manera todos los estudios tuvieron participación de la ciencia y tecnología”</p> <p><b>Tipo B:</b> “ahora sé que el movimiento no es el desplazamiento, sino que es el cambio de posición de aquel objeto. Siempre pensé que la ciencia iba muy acompañada de la tecnología; El año pasado tuvimos un taller y empezábamos a ver algo de física, por lo que me di cuenta de que esta materia se apoyaba mucho en la</p>	8 (28,56%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La investigación científica conduce a aplicaciones prácticas tecnológicas, y las aplicaciones tecnológicas aumentan la capacidad para hacer investigación científica (IAG = 0,78)</li> </ul>

	tecnología y viceversa. Por ejemplo, en la construcción de un auto (móvil) se necesitan analizar su eficiencia y todas las variables físicas que requiere éste, al igual que tuvimos que hacerlo con nuestro móvil. Debimos de aplicar los conocimientos de ciencia para que el proyecto resultara eficiente”.		
<b>No comprende la pregunta</b>	“son importantes”	5 (17,85%)	Ns/Nc = 7 estudiantes

El análisis del conjunto de respuestas generó tres tipos de categorías acerca de cómo los estudiantes piensan que opera la C y T. Estas categorías son:

**La C y T son independientes:** esta categoría no posee un número de respuesta en función del número de estudiantes determinado. El proceso de análisis permitió observar que los estudiantes conservan esta idea antes y después de la intervención de la SA de C y T. En los argumentos que expresan los estudiantes, esta idea se presenta de manera implícita, de forma poco definida en cada una de sus ideas.

**La C y T son dependientes:** en esta categoría, la idea de que la C y T son dependientes se mantiene en el pensamiento de los estudiantes antes y después de la intervención de la SA, incluso en algunos casos se reafirma esta posición conceptual. De hecho, el contraste entre el porcentaje de respuestas obtenidas en la entrevista (10,71%) permite dimensionar el bajo índice actitudinal obtenido por el cuestionario 10411. Por otra parte, el tipo de respuestas dadas en la entrevista posee el mismo contenido que se pueden encontrar en las respuestas del cuestionario. De esta manera, la dependencia entre la C y T se debe al fuerte vínculo que existe entre estos dos campos de conocimiento, por un lado, los participantes ubican a la Ciencia como base de todo desarrollo, sin embargo, el cuestionario exhibe la idea de que la Tecnología es la base del desarrollo de la Ciencia. En síntesis, los instrumentos revelan posiciones encontradas acerca de cómo se origina la dependencia entre C y T.

**La C y T son interdependientes:** si bien la Ciencia y la Tecnología tienen propósitos diferentes, donde la primera busca profundizar y ampliar el conocimiento sobre la realidad y el mundo de los fenómenos, la Tecnología proporciona los medios para satisfacer determinadas necesidades que impliquen la resolución de problemas. En



la Tabla 16 se puede observar que el 71,42% de los estudiantes identifican esta compleja relación entre la C y T. Este porcentaje es consistente con el índice (IAG = 0,78) obtenido en el grupo completo. Así, el contenido de la respuesta de los estudiantes como el del cuestionario citado en la Tabla 16 hacen saber que la interdependencia entre C y T se debe a las contribuciones de cada campo de conocimiento de manera independiente, pero simultáneamente estos conocimientos potencian los vínculos entre estos de acuerdo a sus necesidades, promoviendo el desarrollo en uno u otro campo. Dentro de estas subcategorías se hallaron dos tipos de respuestas identificadas como A y B. En la **Tipo A**, el contenido del ejemplo se caracteriza por ser verbal y conceptual. El aprendizaje alcanzado da cuenta de la comprensión de los conceptos de C y T, donde no se trata de aprender la C y T como dos campos yuxtapuestos, uno al lado del otro, sino de comprender por qué se relacionan así y no de otro modo. Esto implicaría un aprendizaje de tipo *epistémico*. En la respuesta de **Tipo B**, el contenido del ejemplo se caracteriza por ser de naturaleza *pragmática*, es decir, los estudiantes describen la interdependencia de la C y T por medio de procedimientos, como resultado de la práctica de C y T. En este tipo de respuesta, la comprensión del conocimiento conceptual acerca de cómo interactúa la C y T es implícito, donde los estudiantes se focalizan en describir esta interacción por medio de los hechos, técnicas y procedimientos. Estos procedimientos están vinculados a las prácticas de indagación, como la identificación de variables físicas, cálculos, mediciones y elaboración de hipótesis, y los procedimientos vinculados a las prácticas de diseño, propio de la elaboración del dispositivo. Estos dos tipos de respuestas no son uno mejor que el otro, solo responden a modos o estilos de aprendizaje de los estudiantes. A su vez, este resultado permite explicar y comprender mejor el índice global negativo obtenido en el cuestionario 40421. Dicho resultado dado por el 42,85% de la respuesta Tipo B se vincula con el pensamiento pragmático que caracteriza a los estudiantes de la educación secundaria. Este pensamiento hace difícil la transferencia del conocimiento acerca de la relación C y T para resolver problemas, que implican inferir y predecir resultados. Las prácticas de diseño e indagación no son aplicables a cualquier práctica cotidiana, dentro y fuera del aula, así como tampoco constituye una necesidad de los estudiantes, por lo que estos recaen en un pensamiento que los lleve a encontrar respuestas rápidas y sencillas.

Para finalizar este apartado, se encuentra que el 17,85% de los estudiantes (N = 5) no ofrecieron una respuesta elaborada explicitando sus conocimientos referidos al

contenido de la pregunta, en su lugar solo respondieron dando cuenta de que el tema trabajado en la SA de C y T es “muy importante”. Este porcentaje es similar al encontrado en el caso del pretest, donde 7 estudiantes no respondieron a la totalidad de las frases del cuestionario 40421. Al respecto, las preguntas 3 y 4 de la Parte A de la entrevista realizada se orientaron a la búsqueda de respuestas donde los estudiantes explicitan momentos en los que consideran haber aplicado conocimientos de C y T por separado, durante la construcción del móvil con el kit de piezas de encastre y sistema de potencia junto al sistema de captura de datos en tiempo real inalámbrico. Estos resultados se exponen en la siguiente Tabla 17.

**Tabla 17.** Porcentaje de respuestas divergentes sobre C y T

<b>Preguntas:</b>	<b>Respuestas:</b>	
	<b>Adecuada Fr (%)</b>	<b>Inadecuada Fr (%)</b>
¿En qué momento/actividad crees haber utilizado o generado conocimiento de la <b>Ciencia</b> ?	N = 23 (82,14%)	N = 2 (17,86%)
¿En qué momento/actividad crees haber utilizado o generado conocimiento de la <b>Tecnología</b> ?	N = 21 (78,50%)	N = 4 (21,50%)

Los resultados obtenidos con las preguntas 3 y 4 vinculadas a la identificación de conocimientos sobre Ciencia y Tecnología, respectivamente, se focaliza en la necesidad de que los estudiantes reflexionen y expliciten sus conocimientos, diferenciando los procesos que caracterizan estos dos campos de conocimiento. Por otra parte, se debe destacar que el contexto de formación de la escuela secundaria se basa en un modelo pedagógico tradicional. Es decir, la enseñanza de las ciencias es mayormente disciplinar, aborda un solo campo de conocimiento, de modo que el desarrollo del modelo pedagógico interdisciplinario representa todo un desafío para los estudiantes, conduciendo a un posible obstáculo para el aprendizaje de la C y T. A partir de esto, se tiene que el 82,14% de los estudiantes identifican adecuadamente los diferentes procesos que caracterizan las prácticas de indagación, tales como: cálculos, medición, elaboración de hipótesis, predicción, comparación de datos y resultados, discusión, otros. Un porcentaje (17,86%) muy bajo no identifica dichos procesos.

Respecto a la identificación de los procesos que caracterizan a la Tecnología el 78,50% reconoce los procesos como las prácticas de diseño, planificación, armado,

evaluación, ensayo y error, resolución de problemas, uso y manipulación de instrumentos tecnológicos científicos. Estas respuestas describen dimensiones de la tecnología referidas a sus aspectos técnicos (16 estudiantes = 57,14%) o como a la dimensión ideológica/cultural (12 estudiantes = 42,85%), esta última vinculada con los aspectos sobre las finalidades y objetivos de la tecnología, sistemas de valores y creencias. Esta dimensión se concreta en las respuestas ofrecidas por los estudiantes a la pregunta 3: ¿Qué nuevas *inquietudes, dudas, preguntas* te han surgido acerca de la *relación* Ciencia y Tecnología desarrollado desde la asignatura? Las respuestas formulan reflexiones y preguntas focalizadas en cuestiones: disciplinares sobre la relación C y T, en aspectos utilitarios de los usos que recibe la Tecnología, sobre el valor que estas reciben de acuerdo a los efectos en la sociedad y en aspectos sociohistóricos vinculados al pasado, presente y futuro de la Tecnología. Por último, y en relación a las respuestas inadecuadas, el 21,50% no identifica dichas etapas, citando nuevamente los procesos de la ciencia, antes descriptos.

En este capítulo se han presentado los análisis y sus resultados respectivos, por cada instrumento y estrategia de obtención de datos como el tratamiento cualitativo, cuantitativo y mixto. Dicha estrategia permitió dimensionar los efectos del modelo pedagógico ubicuo para el aprendizaje de la C y T en estudiantes de 4<sup>to</sup> año de la educación secundaria. Las conclusiones que derivan de éstos se desarrollaran en el siguiente Capítulo 7.

## CAPÍTULO 7

### CONCLUSIÓN

El presente trabajo de tesis profesionalizante se focalizó en la problemática de la continuidad pedagógica, en un grupo de estudiantes de 4to año que estudian Física y su Aplicación a la Técnica del I.F.D. N° 12 (Nivel Medio). Dicha discontinuidad afecta los procesos de aprendizaje, generando dificultades vinculadas a la comprensión de la compleja trama que conlleva la relación C y T en el estudiantado de ciencias. Para abordar la problemática de estudio, se ha formulado la siguiente pregunta general: *¿Qué rasgos caracterizan el aprendizaje de la Ciencia y Tecnología en estudiantes de 4to año de secundaria fundamentado en un modelo pedagógico ubicuo?*

La problemática de la investigación constituye un área de estudio emergente, limitada y compleja, dado por su naturaleza móvil, distribuida y ubicua que caracteriza los comportamientos e interacciones sociales. Para lograr su indagación, se propuso la elaboración de una investigación mixta que permitió caracterizar el aprendizaje de la C y T con modalidad ubicua, fundamentado en los siguientes campos disciplinares: la Didáctica de las Ciencias Naturales y el campo de las Psicología Socioeducativa, Cognitiva y Virtual, mediadas por las Tecnologías de la Información y Comunicación.

Con el objetivo de caracterizar el aprendizaje de la Ciencia y Tecnología en estudiantes de 4<sup>to</sup> año de secundaria fundamentado en un modelo pedagógico ubicuo, en este estudio se focalizó en los efectos del modelo u-learning, basado en el m-learning. El modelo integra la relación C y T, y la secuencia de actividades m-learning. Capturar este tipo de conocimiento por medio del modelo pedagógico ubicuo representó la principal dificultad de este trabajo para su documentación, dado que el proceso de aprendizaje ubicuo se caracteriza por su naturaleza asituada y distribuida, soportada en la portabilidad de los dispositivos móviles de conexión inalámbrica. Por otra parte, la relación y resolución de problemas en C y T implica su comprensión interdisciplinaria.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, se presentan a continuación los principales aportes de esta tesis, respecto a:

- La pregunta principal de la investigación.
- Los objetivos de la investigación.
- Derivaciones e implicancias del modelo pedagógico ubicuo referido a la metodología de la investigación basada en el diseño y aplicación de la SA de C y T.

### **La pregunta principal de la investigación**

En base a la pregunta general que orientó el desarrollo de esta tesis profesionalizante de maestría, vinculada con el aprendizaje de la C y T mediante un modelo pedagógico ubicuo, abordar su respuesta exige ante todo advertir y explicitar la siguiente idea: todo proceso de aprendizaje, o el aprendizaje en sí mismo implica cambiar determinados conocimientos y conductas previas, que no necesariamente conlleva modificar totalmente lo previamente ya aprendido.

En cuanto a la definición de aprendizaje tomada en esta investigación, se abordó principalmente el aprendizaje invisible, como arquetipo conceptual que articula el aprendizaje ubicuo, significativo y distribuido. Por lo tanto, los resultados del estudio permitieron extraer o identificar determinados rasgos que caracterizan el aprendizaje de la C y T con modalidad ubicua. En primer lugar, se logró fortalecer la continuidad pedagógica del estudiantado por medio de las interacciones tecnológicas y pedagógicas del aprendizaje electrónico móvil. En este sentido, el incremento de la continuidad pedagógica es uno de los principales rasgos que caracterizan la educación y que en consecuencia promueve el cambio de las actitudes de los estudiantes como forma de fortalecer sus motivaciones, intereses y dedicación por el aprendizaje de la C y T en el contexto escolar. Este cambio no exige necesariamente modificar todos los hábitos de estudios anteriores, sino más bien, incorporar nuevas formas de implicarse con el proceso educativo, resignificando la forma de relacionarse con los demás estudiantes, con el docente, con los contenidos y con el contexto no formal, constituido por todo aquel lugar que subyace fuera del ámbito escolar institucional. Para lograr este cambio en la

enseñanza, es necesario aprender a gestionar los tiempos de formación ubicua administrando los espacios, los tiempos, los recursos y los procesos.

Otro de los rasgos que caracterizaron el aprendizaje ubicuo se encuentra la gestión del aprendizaje en la resolución de problemas de diseño e indagación escolar sobre C y T. Esta capacidad implica aprender a gestionar las emociones, desarrollar diferentes habilidades del pensamiento, generar nuevos modos de relaciones (inter e intra) personales vinculados al cambio de ciertas actitudes relacionada con el aprendizaje de las prácticas de indagación y diseño de la C y T. Esta última, corresponde a una formación de tipo conceptual, que implica promover determinados cambios en las formas de relacionar la C y T, identificando ante todo su complejo entramado permitiendo conocer cómo puede operar la interacción C y T.

Para cerrar, se encuentra que el aprendizaje, además de ser una definición escurridiza, se exhibe de múltiples formas, exponiendo su riqueza y flexibilidad casi ilimitada. Esto lleva a reconocer su complejo entramado, haciendo que la misma idea resulte difícil de percibir y demostrar, pero que sin embargo no deja de ser la misma especie conceptual que se manifiesta de diferentes formas, cuyos resultados dependerá del prisma con que se lo mire y de los efectos observados.

### **Respecto a los objetivos de la investigación**

A continuación, la conclusión de la investigación se aborda en relación a los efectos del modelo pedagógico ubicuo y el aprendizaje de la C y T.

### **El aprendizaje de la relación Ciencia y Tecnología**

La enseñanza de la C y T en el contexto de la educación formal de tipo disciplinar representa todo un desafío para el currículum escolar tradicional. Este desafío implica en primer lugar, reconocer el cambio de modelo de enseñanza, es decir, pasar de la enseñanza disciplinar «Ciencia o Tecnología», a una enseñanza interdisciplinar «Ciencia y Tecnología». Dicho cambio demanda poner en acción la compleja relación entre el conocimiento científico y el tecnológico, haciendo evidente la retroalimentación entre

ellos. Estos dos campos de conocimientos son al mismo tiempo dependientes e independientes, ya que sus límites se tornan cada vez más difusos; esta particular forma de interactuar entre la C y T ha sido un núcleo conceptual problemático para los expertos desde sus inicios, es decir, poder definir como se vinculan y se nutren mutuamente. Si se parte de estas ideas y se trasladan a las concepciones del estudiantado acerca de la relación C y T, es de esperar que sus representaciones conceptuales resulten difusas y conflictivas al momento de identificar los límites y relaciones de cada campo de conocimiento. Estos conflictos se identificaron en los resultados de los índices del cuestionario sobre la relación C y T (10411) en los que, sus tres categorías muestran mejoras junto a los resultados de la entrevista. Particularmente la idea de la frase “B” representa el cambio cuantitativo acerca del contenido clave de la idea del cuestionario que hace referencia al eje conceptual que articula la propuesta de investigación de esta tesis, referido a cómo la investigación científica da sustento a la tecnología, y de cómo esta última mejora las aplicaciones al incrementar la capacidad de la investigación científica.

Como contraparte, los resultados del cuestionario sobre resolución de problemas de C y T (40421) tienden a una desmejora global estadísticamente significativa en las categorías adecuadas, plausibles e ingenuas. El cambio en términos cuantitativos resulta despreciable antes y después de la aplicación del modelo tecno-pedagógico, pero su contenido representa diferencias cualitativas. Para comprender este resultado, es necesario formular conjeturas en dos niveles de análisis que articula lo individual o personal (nivel micro) del estudiantado con el contexto educativo formal disciplinar (nivel macro), del cual forman parte.

En primer lugar, y como se observó en los resultados cualitativos, el estudiantado experimenta un conflicto vinculado a la interdependencia C y T, dado que sus experiencias educativas de tipo interdisciplinarias y la educación con tecnología inalámbrica previas a la experiencia de aprendizaje experimentado, son escasas o prácticamente nulas, incluyendo la modalidad de trabajo pedagógico ubicuo. En consecuencia, las vivencias educativas de tipo interdisciplinaria permiten pensar que éstos carecen de escaso desarrollo del pensamiento crítico, vinculado a la capacidad de discernir entre el pensamiento tecnológico y el científico, lo que dificulta discriminar entre las diferentes categorías de las frases del cuestionario, arrojando el resultado global antes comentado. Por otra parte, y como primera experiencia educativa basada en las

prácticas de diseño e indagación, se encuentra que los cambios promovidos en las actitudes del estudiantado se basan en la necesidad de admitir ciertas dificultades o desafíos, requiriendo modificar en cierta medida lo previamente aprendido, es decir, desaprender para aprender. Desde lo cognitivo, un modelo de enseñanza interdisciplinar como primera experiencia educativa en el estudiantado de secundaria conlleva una crisis en sus fundamentos y certezas epistemológicas de sus actitudes, de modo que el nuevo conocimiento alcanzado comporta riesgos de error, antes de alcanzar un afianzamiento cognitivo. Esto es clave para la enseñanza de la C y T en la educación secundaria, dado que su instrucción no es una sumatoria de disciplinas. Este enfoque, supone una nueva forma de mirar la realidad, en donde el alumnado comienza a gestionar la ubicuidad para consolidar un aprendizaje efectivo. Esto implica reconocer la distribución de las acciones entre personas, lugares, procesos y las maneras en que estas influyen y afectan el proceso en sí mismo.

Particularmente, el contenido del cuestionario vinculado a la resolución de problemas de C y T requiere determinados conocimientos que necesariamente abarcan todas las dimensiones de las prácticas sociales y científicas-tecnológicas de la actualidad. Dicho contenido permite dar cuenta de las limitaciones del tipo de pensamiento que sostienen los estudiantes vinculados al contexto educativo de la institución participante. Este dato no es menor, dado que, si los estudiantes encuentran dificultades para transferir y aplicar en todo momento y en cualquier actividad de la vida cotidiana o fuera del espacio de trabajo escolar las habilidades del pensamiento científico y tecnológico, se estaría entonces anticipando un problema altamente preocupante. Este problema, que tampoco es novedoso como lo muestran las estadísticas de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICyT), consiste en la falta de una adecuada educación en Ciencia y Tecnología vinculadas a las prácticas de diseño e indagación.

En este sentido y con el peso que decanta con las carencias antes enunciadas sobre los estudiantes, el aprendizaje sobre C y T con modalidad ubicua promovió en los estudiantes una mejora global acerca de cómo opera la relación entre estos dos campos disciplinares, siendo éstas: independientes, dependientes e interdependientes. Pero que no todas estas categorías operan siempre y en cualquier circunstancia. En síntesis, comprender la relación entre la C y T conlleva el desarrollo de habilidades y



conocimientos interdisciplinarios, cuestión que no resulta imposible para el aprendizaje de los estudiantes con modalidad ubicua.

En cierta medida, el estudio revela la formación de la relación C y T por categorías, rasgos y conceptos que tienden a covariar. Pero las categorías o rasgos de conceptos que describen las formas de relacionarse la C y T son de tipo implícitas, que poseen una función pragmática, dado que permite que los estudiantes resuelvan los problemas de diseño e indagación, por medio de las estrategias de resolución de problemas, ensayo y error progresivo aplicado. Por otro lado, el aprendizaje de categorías es un tipo de conocimiento débil que carece de cierta fuerza explicativa, dado que los mismos estudiantes no logran transferir la generalización de dichos conocimientos, más allá del contexto de instrucción formal y no formal, como pudieron verse en los índices negativos del cuestionario sobre la resolución de problemas de C y T. Sin embargo, un aspecto substancial que revelan los resultados de esta tesis es que el proceso educacional resulta significativo, dado que logra implícitamente, categorizar y jerarquizar la compleja relación C y T. Es decir, el aprendizaje significativo alcanzado por el estudiantado posee rasgos sustantivos. Dichos rasgos se dan cuando captan el significado de la relación C y T de manera no arbitraria, debido a que generan habilidades y capacidades que mejoran los niveles de comprensión y destrezas del tema de la SA de manera cualitativa. Además, la utilización de herramientas de tecnologías beneficia las prácticas de diseño e indagación como el procesamiento de la información y la gestión de los aprendizajes.

#### [El modelo pedagógico ubicuo promueve rasgos sustantivos del aprendizaje](#)

Los resultados permiten conocer que el modelo pedagógico ubicuo compuesto por la Secuencia de Aprendizaje de C y T, y la Secuencia de Actividades m-learning fundamentada en elementos lúdicos y de indagación originan una mejor comprensión de la relación C y T, y desarrolla capacidades de orden superior, como es la resolución de problemas. Esta habilidad se activa y manifiesta en relación a la situación problemática que forma parte del eje de trabajo del modelo pedagógico ubicuo. Tal es así que los diferentes instrumentos de investigación permitieron identificar habilidades (inter e intra) personales, la capacidad para gestionar los tiempos de aprendizaje ubicuo, la gestión del aprendizaje en la resolución de problemas de diseño e indagación escolar, la gestión del tiempo de concentración y dedicación al trabajo escolar, el grado de satisfacción y

contenido escolar, la gestión de la indagación y conocimiento en ciencia y tecnología, la gestión de la frustración ante el cambio de modelo didáctico. Todas estas subcategorías constituyen capacidades importantes basadas en la gestión del aprendizaje. Por lo tanto, los aprendizajes promovidos, con sus cambios, limitaciones o permanencias, se originan en contexto de la interacción tecnológica y social, como fue generado por medio del aprendizaje electrónico móvil. Para este caso de estudio, aprender es una actividad tecno-social, que determina en buena medida el sentido y el significado de lo que se aprende. Tal es el caso de las capacidades promovidas por el estudiantado para afrontar y regular sus emociones como las situaciones de agobio y estrés que les provocaba la actividad, dado por la novedad que ella conlleva y el desafío que les genera la situación de no poder resolver el problema de diseño en un tiempo menor, pero que, sin embargo, lograron solucionarlo gestionando el trabajo ubicuo, distribuido y colaborativo de las prácticas de diseño e indagación.

Tal como se describió en el Capítulo 6, el aprendizaje de los estudiantes se orientó al desarrollo de una serie de capacidades/habilidades y actitudes vinculada a la formulación e implementación de nuevas ideas para el diseño del móvil electromecánico. Estos, formularon preguntas, diseñaron y experimentaron, analizaron datos, controlaron variables y probaron hipótesis, tal como estuvo planificado en la secuencia de actividades. En cierta medida y dentro de las dimensiones de la educación secundaria, los estudiantes se aproximaron como especialistas en problemas de diseño e indagación de C y T.

Otros rasgos que caracterizan el aprendizaje promovido en los estudiantes tienen que ver con la capacidad de trabajar de manera ubicua, destreza que implica de acuerdo con Burbules (2014), extender la idea de ubicuidad más allá de los límites de espacio y tiempo. El aprendizaje ubicuo adquiere rasgos como la conexión e instrucción permanente, la portabilidad de las prácticas sociales para el desarrollo de actividades escolarizadas, el poder de procesamiento de la información distribuida entre cada estudiante elimina la distinción entre las actividades escolarizadas y las personales integrando la indagación, la reflexión y la acción. Esta última articula los recursos escolares de la institución con los recursos personales para el aprendizaje. Otro rasgo observado y que se identifica en varias subcategorías tiene que ver con la tolerancia al fracaso. Dicha emoción es un sentimiento aversivo que tiende a dificultar el logro de los objetivos escolares, y que emerge cuando el estudiantado reconoce que debe gestionar

otras estrategias acordes con el cambio de modelo didáctico, generando finalmente satisfacción con el contenido escolar. Dentro de las estrategias elaboradas, el grupo de estudiantes afronta los desafíos, promoviendo reiteradas prácticas de ensayo y error para resolver el problema y alcanzar las metas. Como resultado de dichas prácticas, los estudiantes fueron capaces de capitalizar el conocimiento producido por cada ensayo, ya que cada error es un dato generado, tal como ocurre en las estrategias de tipo lúdicas. Finalmente, este proceso genera un cúmulo de conocimientos que los lleva al éxito, superando el fracaso y asimilando la práctica. La capacidad de superar el fracaso y alcanzar las metas revela la potencialidad que resguarda la estrategia de aprendizaje basada en la gamificación.

Tal como lo define Cobo y Moravec (2011), el aprendizaje invisible tiene un alto componente tácito o implícito, el cual tiene que ver con habilidades de tipo cognitivas, difíciles de ser identificadas por el sistema educativo formal tradicional. Sin embargo, con este estudio se puede vislumbrar que el aprendizaje invisible no siempre es exclusivamente cognitivo, sino también meta-afectivo. Que, si bien implica habilidades estimuladas por la tecnología, tal como el aprendizaje m-learning, esto dio lugar al desarrollo de dichas habilidades articulando la educación formal y no formal.

Por otra parte, todos los participantes usaron continuamente durante los tres meses de desarrollo del proyecto y sin ser conscientes de ellas, habilidades tecno-sociales, que se han adquirido de modo implícito, como parte del proceso de socialización antes y durante la propuesta de instrucción formal y no formal. La articulación de dichos contextos de educación gravita en las características tecno-pedagógicas y didácticas del modelo pedagógico ubicuo, dado que todo modelo pedagógico busca modelar ciertas actitudes y conductas del estudiantado. Este proceso fue posible porque la formación organizada, sistematiza y estructura el proceso de enseñanza y aprendizaje en torno a metodologías y contenidos predeterminados. De este modo, la articulación formal y no formal por medio del modelo tecno-pedagógico diseñado promueve una mejora de los aprendizajes y comprensión de ciertos conceptos, en este caso vinculados a la relación C y T.

## Derivaciones e implicancias del modelo pedagógico ubicuo, respecto de la metodología de la investigación basada en el diseño y aplicación de la SA de C y T

### Las principales dimensiones del aprendizaje tecno-pedagógico ubicuo

Los resultados cuantitativos y cualitativos ofrecen consistencia y cierto grado de coherencia mutua. La metodología de investigación permitió constatar la aparición simultánea de subcategorías de esta investigación, en el que se abordan capacidades, conocimientos y actitudes de tipo instrumentales, interpersonales y tecno-sociales. Por lo tanto, realizando una caracterización general con sentido amplio, se encuentra que el *aprendizaje ubicuo conlleva una organización tecno-social, es decir, aprender en interacción formal y no formal*. Esta organización tecno-social del aprendizaje comporta la *gestión de los tiempos de aprendizaje ubicuo y su gestión para la resolución de problemas de diseño e indagación escolar sobre C y T*.

**Gestión de los tiempos de aprendizaje ubicuo:** Esta subcategoría permite pensar en una serie de procesos orientada hacia la integración de las actividades que ocurren en el ámbito de la educación formal y no formal, es decir, dentro y fuera del aula respectivamente. Para entender mejor esta distinción, que a su vez resulta complementaria, la gestión del tiempo de aprendizaje ubicuo requiere del estudiante la capacidad de distribuir el tiempo de trabajo en dos dimensiones y de manera estratégica. Una de ellas está vinculada al trabajo presencial y sincrónico que se realiza durante los encuentros presenciales, donde la institución escolar actúa como una especie de nodo que articula, sintetiza y coordina diferentes recursos educativos. La otra se corresponde con el trabajo virtual, asincrónico y distribuido a través de la mediación virtual, generando una sincronía virtual para interactuar con sus pares y docente. De esta manera, el estudiante desarrolla un conocimiento que le permite desempeñarse articulando los tiempos de encuentros presenciales en el aula, como en los virtuales mediante el grupo de trabajo virtual basado en el aprendizaje electrónico móvil. Este tipo de gestión implica un tipo de aprendizaje invisible y distribuido, basado en la interacción de las personas, lugares y procesos, donde el estudiantado no es necesariamente consciente de la complejidad de este tipo de interacción y gestión.

**Gestión del aprendizaje en la resolución de problemas de diseño e indagación escolar sobre C y T:** según se ha identificado en el análisis cualitativo de la entrevista, la práctica de diseño e indagación requiere del uso estratégico del conocimiento, actitudes y procedimientos de manera intencional con el propósito de alcanzar ciertas metas de aprendizaje. De esta forma, la puesta en marcha de dichas prácticas requiere del estudiante el control y gestión de un conjunto de procesos. Estos procesos llevan a la a) gestión del tiempo de concentración y dedicación al trabajo escolar, b) regular el grado de satisfacción y su relación con el contenido escolar, c) gestionar la indagación en C y T, d) gestionar la frustración ante el cambio de modelo didáctico y e) gestionar las habilidades (inter-/intra-) personales. Algunas de estas subcategorías o recursos sociocognitivos y meta-afectivos son en diferente medida, implícitos o explícitos. Por ejemplo, los procesos de diseño e indagación, como la planificación, el cálculo, el error, son algunos de los procesos explícitos y que resultan en el uso estratégico del conocimiento. El grado de profundidad y dominio de ciertas etapas pueden resultar en conocimientos pragmáticos (prácticas de diseño) o epistémicos (prácticas de indagación). Por otra parte, se encuentran en las subcategorías mencionadas cierta carga emocional, que producen placer y bienestar, o estrés y frustración. Estas emociones requieren de cierto control y regulación para la resolución de problemas de tipo conceptual como personal, por lo que requiere del estudiante un aprendizaje meta-afectivo y metacognitivo. De esta forma, la carga emocional que demanda la propuesta de estudio está asociada de modo implícito con determinados sucesos y conductas de aprendizaje. En síntesis, los procesos implícitos o explícitos y sociocognitivos están en buena parte distribuidos, tanto en las personas como en los objetos: físicos y virtuales (Perkins, 2001; Burbules, 2014; Cobo y Moravec, 2011). En consecuencia, la gestión de los aprendizajes en la resolución de problemas de C y T posee una carga cognitiva, social y afectiva, siendo imperceptible e implícita, propio del aprendizaje invisible y distribuido.

Estos resultados permiten cuestionar el tipo de relación que está oculta en esa coocurrencia de los procesos antes mencionados, ya que no sólo supone la aparición conjunta de estas subcategorías, sino también que la variación en un sentido determinado de estos elementos está aparejada a una variación similar en el otro. Estos efectos se focalizan en las prácticas de diseño y de indagación para promover el pensamiento científico y tecnológico. Desde un enfoque micro, se encuentra que la actividad de «indagación y diseño» de un dispositivo, rompe con las reglas típicas del aprendizaje

convencional, caracterizada por las guías de actividades basadas en situaciones cerradas, con ejercicios que solo conlleva aplicar procedimientos rutinarios. Sin embargo, la metodología de enseñanza aplicada sustentada en problemas de resolución progresiva y de conocimiento que caracterizan las prácticas de diseño e indagación se torna un problema adicional para el estudiante, pero que lo lleva al éxito de su tarea debido al carácter lúdico que subyace en la SA de C y T utilizada. Dicha cualidad conjuga el componente lúdico por medio del diseño y la indagación, sobre la relación C y T, cuya consecuencia observada en los resultados permite al estudiante promover la gestión de sus aprendizajes. Esto último implica conjugar el componente cognitivo, conceptual y conductual vinculado al proceso de aprendizaje ubicuo tecnológico y científico, como *principio de acción* que promueve la satisfacción del aprendizaje.

### Los aportes de la analítica del aprendizaje

Dentro de la metodología de la investigación, la observación participante se basó en la visualización de los datos almacenados durante largos periodos de tiempo. Al tener mayor cantidad de datos, estos pudieron ser identificados y vinculados al aprendizaje de los estudiantes mediante la analítica del aprendizaje (Amo et al., 2020). Esto resultó un apoyo relevante para caracterizar el comportamiento de los estudiantes en contexto formal (institución educativa) y no formal (medios sociales como WhatsApp), y de ese modo mejorar los procesos de enseñanza, siendo que uno de los problemas concretos que abordó el estudio de caso de esta tesis consistió en fortalecer la continuidad pedagógica de los estudiantes desde el compromiso, la responsabilidad y comprensión de la relación C y T.

Por otro parte, al introducir una técnica de investigación emergente, se está reconociendo un problema que el mismo conlleva y para el cual se pretende realizar aportes que ofrezcan respuestas factibles, es decir, focalizar el uso de la analítica al servicio del aprendizaje (Sabulsky, 2019). En este sentido, la analítica del aprendizaje basada en el uso de técnicas estadísticas para procesar y analizar el caudal de datos e información que ofrecen los *logs* de interacciones resulta muy prometedora para poder describir y comprender las prácticas efectivas que realizan los sujetos que participan en un entorno educativo ubicuo y distribuido en el espacio y tiempo. Así, esta técnica emergente permitió identificar perfiles de apropiación de las TIC en los estudiantes y las

dinámicas de la formación que suscitan en un entorno basado en la portabilidad de los dispositivos de comunicación inalámbrica.

El enorme caudal de datos que suministran las interacciones constituye una oportunidad para comprender mejor las oportunidades y desafíos que subyacen en los modelos tecno-pedagógicos e-learning, y sus derivados como el m-learning. Los datos no solo resultan de utilidad para la evaluación de los estudiantes y que actualmente se ignora, por el escaso uso y aplicación de propuestas de enseñanza basadas en el aprendizaje electrónico, sino que también permitiría conocer los entornos que estos elaboran, generalmente de manera implícita. Estos espacios implican las interacciones dinámicas que se establecen entre sus pares, con sus docentes, los materiales didácticos y los métodos y estrategias personales que definen sus propios estilos de aprendizaje. Potenciar estas técnicas de indagación permitirá ajustar las diferentes herramientas pedagógicas y de diseño instruccional basadas en las diferentes teorías educativas, con el fin último de mejorar los procesos de instrucción de los estudiantes.

En síntesis, la analítica del aprendizaje en el contexto escolar puede contribuir no solo a la integración de las TIC para transformarlas en TAC, sino también en la mejora de la gestión educativa, principalmente para la toma de decisiones informadas y el desarrollo de planes de acción educativos. Esto posibilitaría que cada estudiante desarrolle lo mejor de sí mismo y que nadie quede atrás.

## REFERENCIAS

Achilli, E. (2005). *Investigar en Antropología Social. Los desafíos de transmitir un oficio*. Rosario, Argentina: Laborde.

Acevedo-Díaz, J. A. (2009). Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 355-386.

Acevedo-Díaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16.  
<https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3968/3546>

Ameigeiras, A., R. (2006), El abordaje etnográfico en la investigación social. En I. Vasilachis de Gialdino, (Coord.), *Estrategias de investigación cualitativa* (p. 107-152), Barcelona, España: Gedisa

Amo, D. F., Alier, M., García-Peñalvo, F. J., Fonseca, D., y Casañ, M. J. (2020). Privacidad, seguridad y legalidad en soluciones educativas basadas en Blockchain: Una Revisión Sistemática de la Literatura. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), 213-236. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26388>

Amo, D. y Santiago, R. (2017). *Learning Analytics: la narración del aprendizaje a través de los datos*. Barcelona, España: Oberta UOC.

Andrade-Lotero, L., A. (2012). Teoría de la carga cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje: un estado del arte. *Magis: Revista Internacional de Investigación en Educación*, 5(10), 75-92.

Area Moreira, M. (2011). Los efectos del modelo 1:1 en el cambio educativo en las escuelas. Evidencias y desafíos para las políticas Iberoamericanas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 56(1), 49-74.

Ardévol, E., Bertrán, M., Callén, B. y Pérez, C. (2003). Etnografía virtualizada: la observación participante y la entrevista semiestructurada en línea. *Athenea Digital*, 3(72), 72-92.



- Area Moreira, M. (2003). De los webs educativos al material didáctico web. *Comunicación y Pedagogía*, 188, 32-38.
- Area Moreira, M. (2011). Los efectos del modelo 1:1 en el cambio educativo en las escuelas. Evidencias y desafíos para las políticas iberoamericanas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 56(11), 49-74.
- Arias Navarro, E. y Arguedas-Matarrita, C. (2018). Fortaleciendo la enseñanza de la física en un colegio científico costarricense mediante el uso del laboratorio remoto VISIR. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 16(9), 131-141.
- Ausubel, D., Novak, J. D. y Hanesian, H. (1983). *Aprendizajes significativos. Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: TRILLAS.
- Barrios, T. H., Cernadas, M. A., Marin, M. B. y Sandobal Verón, V. C. (2014). La tecnología como apoyo a la presencialidad: Un caso de éxito de la FRRe. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 14, 65-73.
- Benavente Fager, M. N. (2018). Proyecto de b-learning: Física II para 6° año del colegio Central Universitario Mariano Moreno. *Revista de Enseñanza de la Física*, 30(2), 133-134.
- Bonilla González, A. (2015). Diseño de juegos y creatividad: un estudio en el aula universitaria. *Opción*, 31(4), 106-126.
- Brazuelo Grund, F. y Gallego Gil, D. J. (2011). *Mobile Learning. Los dispositivos móviles como recurso educativo*. Sevilla, España: Mad.
- Brailovsky, D. (2019). *Pedagogía (entre paréntesis)*. Buenos Aires: Noveduc.
- Burbules, N. (2014). Los significados del “aprendizaje ubicuo”. *Revista de Políticas Educativas/Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 22(104), 1-7.
- Buteler, L., Arriasseq, I., Pesa, M. y Massa, M. (2019). La investigación en la educación en física: estado actual y nuevas perspectivas. *Revista Enseñanza de la Física*, 31(2), 5-15.

Cobos, P. y Peraita, H. (2001). El contenido de los conceptos: el efecto de tipicidad. En P. Fernández Barrocal y C. Santamaría (Coords.), *Manual práctico de psicología del pensamiento* (pp. 13-26). Barcelona: Ariel.

Cobo Romani, C. y Moravec, J. W. (2011). *Aprendizaje Invisible. Hacia una nueva ecología de la educación*. Col.lecció Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius / Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona: Barcelona.

Coll, C. S. y Monereo, C. (2008). *Psicología de la educación virtual: aprender y enseñar con las tecnologías de la información y la comunicación*. España: Morata.

Caldeiro, G. y Schwartzman, G. (2013). Aprendizaje ubicuo. Entre lo disperso, lo efímero y lo importante: nuevas perspectivas para la educación en línea. En *I Jornadas Nacionales y III Jornadas de Experiencias e Investigación en Educación a Distancia y Tecnología Educativa (PROED)*. <http://www.pent.org.ar/institucional/publicaciones/aprendizaje-ubicuo-entre-lo-disperso-lo-efimero-lo-importante-nuevas-per>.

Camacho, M y Tíscar, L. (coord.). (2011). *M-Learning en España, Portugal y América Latina*, Observatorio de la Formación en Red SCOPEO: Universidad de Salamanca.

Cardona, M. E. y López, S. (2017). Una revisión de literatura sobre el uso de sistemas de adquisición de datos para la enseñanza de la física en la educación básica, media y en la formación de profesores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 39(4). <https://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2016-0308>

Castellanos, A., Sánchez, C. y Calderero, J. F. (2017). Nuevos modelos tecnopedagógicos. Competencia digital de los alumnos universitarios. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(1), 1-9.

Castellanos, M. L. y D'alessandro Martínez, A. (2003). Proyectos de Investigación: Una Metodología para el Aprendizaje Significativo de la Física en Educación Media. *Revista de Pedagogía*, 24(69), 101-136.

Casanovas, P. (1998). Ensayo sobre la bondad, guía práctica no sólo para la investigación de campo. En J. L. Domínguez y M. A. Ramos Ulgar, *La joven socióloga jurídica en España* (pp. 27-68). Oñati: Publications of the International.

Castorina, J. A., Barreiro, A. y Toscano, A. G. (2007). Dos versiones del sentido común: las teorías implícitas y las representaciones sociales. En J. A. Castorina, (Coord). *Construcción conceptual y representaciones sociales. El conocimiento de la sociedad.* (pp. 205-238). Madrid, España: Miño y Dávila Editores.

Culzoni, C. (2013). Calidad de las interacciones en una propuesta para enseñanza de la física en aula virtual y utilizando un Laboratorio Remoto. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 6(4), 29-43.

de Pro, A. (2011). Conocimiento científico, ciencia escolar y enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. En A. Caamaño Ros, (Coord.). *Didáctica de la Física y la Química* (pp.35-56). España: Grao.

Dussel, I. (2010). *VI Foro Latinoamericano de Educación; Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital.* Buenos Aires: Santillana.

Enrique, C., Yanitelli, M. y Giorgi, S. (2018). Dinámica de sistemas oscilantes: concepciones en estudiantes de ingeniería. *Revista de Enseñanza de la Física*, 30(Extra), 63-72.

Ferrini, A. y Aveleyra, E., E. (2006). El desarrollo de prácticas de laboratorio de física básica mediadas por las NTIC's, para la adquisición y análisis de datos, en una experiencia universitaria con modalidad b-learning. *Revista Iberoamericana De Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 1(8), 1-8.

Frasca, G. (2011). Logre un objetivo y anote diez mil puntos: aprender de los juegos serios. En K. Silberman y otros. *Cultura popular y Educación. Imágenes espejadas.* Madrid, España: Miño y Dávila Editores.

Franco, R., Velasco, M. y Riveros, C. (2017). Los trabajos prácticos de laboratorio en la enseñanza de las ciencias: tendencias en revistas especializadas: 2012-2016. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología-Tecné, Episteme y Didaxis, TED*, 41, 37-56.

Furman, M. (2016). *Educar mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia: documento básico, XI Foro Latinoamericano de Educación.* Buenos Aires, Argentina: Santillana.

Fundación Telefónica y Fundación Itinerarium. (2014). *Mobile Learning, Mi móvil al servicio de la comunidad: aprender y compartir más allá del aula*.

Gallino, M. (2015). Un recorrido histórico y la concepción de aprendizaje distribuido, significativo y colaborativo. Módulo IV: La enseñanza y el aprendizaje. Maestría en procesos educativos mediados por tecnología. Centro de Estudios Avanzados (UNC).

Gallino, M. y Forestello, R. (2015). Módulo: La enseñanza y el aprendizaje. Maestría en procesos educativos mediados por tecnología. Centro de Estudios Avanzados (UNC).

García-Peñalvo, F. J. (2015). *Mapa de tendencias en Innovación Educativa. La educación en la sociedad del conocimiento*, La etnografía: método, campo y reflexividad. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores. 16 (4), 6-23.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=5355/535554760001>

Guber, R. (2012). *La articulación etnográfica*. Buenos Aires: Editorial Biblos.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGRAW-HILL.

Hugo, D., Olavegogeoascoechea, M., Salica, M., Orlandini, L. y Avila, S. (2014). Investigar e innovar la formación CTS inicial de profesores de ciencias aplicando una enseñanza-aprendizaje sobre las decisiones tecnológicas. *Revista Uni-Pluri/versidad*, 14(2), 63-72.

Koehler, M. J., Mishra, P. y Cain, W. (2015). ¿Qué son los saberes Tecnológicos y Pedagógicos del Contenido (TPACK)?, *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 10(6), 9-21.

Lederman, N. G. (2006). Research on nature of science: reflections on the past, anticipations of the future. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 7(1), <http://www.ied.edu.hk/apfslt/>

Ley 26206 de 2006. Ley de educación nacional. Buenos Aires, Argentina. 14 de diciembre de 2006.

Martín, R. B. (2014). Contextos de aprendizaje, formales, no formales e informales, *e-Revista de didáctica*. 12, 1-11.<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4786184>

Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press.

Mena, M., Rodríguez, L. y Diez, M. L. (2005). *El diseño de proyectos de educación a distancia*. Cap. 4: El momento de operativización. Argentina: La Crujia.

Minervino, R. A. (2005). Solucionar problemas. En F. Gabucio, (Coord.), *Psicología del pensamiento* (pp. 149-191). Barcelona: UOC

Ministerio de Educación, Evaluación y Seguimiento. (2011). *Informe de Avance de Resultados*. Programa Conectar Igualdad, Buenos Aires: Argentina.

Moreira, S. P. (2019). El aprendizaje significativo y su rol en el desarrollo social y cognitivo de los adolescentes. *Rehuso: Revista de Humanidades y Ciencias Sociales*, 4(2), 1-12. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/article/view/1845>

Monereo, C. y Pozo, M. J. I. (2008). El alumno en entornos virtuales condiciones, perfil y competencias, En C. Coll Salvador y C. Monereo, *Psicología de la educación virtual*, (pp.109-131). España: Morata.

Neiman, G. y Quarantana, G. (2006). Los estudios de caso en la investigación sociológica. En I. Vasilachis de Gialdino, (Coord.). *Estrategias de investigación cualitativa*, (pp. 213-234), Barcelona, España: Gedisa

Novak, J. y Gowin, D. (1988). *Aprendiendo a Aprender*. Barcelona, España: Martínez Roca.

Organización de los Estados Iberoamericanos. (2019). *El estado de la ciencia: principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos/iteramericanos*. <http://www.ricyt.org>

Onrubia, J. (2005, febrero). Aprender y enseñar en entornos virtuales: actividad conjunta, ayuda pedagógica y construcción del conocimiento. *RED: Revista de Educación a Distancia, número monográfico II*. <http://www.um.es/ead/red/M2/>

Pea, R. D. (2001). Prácticas de inteligencia distribuida y diseños para la educación. En Salomon, G. (Coord). *Cogniciones distribuidas: consideraciones psicológicas y educativas*. (pp. 75-126). Buenos aires, Argentina: Amorrortu.

Perkins, D., N. (2001). La persona-más: una visión distribuida del pensamiento y el aprendizaje. En G. Salomon, (Coord). *Cogniciones distribuidas: consideraciones psicológicas y educativas*, (pp. 126-152), Buenos aires, Argentina: Amorrortu.

Perkins, P. (2016). *Materiales, pilares de la educación a distancia*.  
<https://www2.uned.es/catedraunesco-ead/>

Pozo, J. I. (2013). *Aprendices y maestros: la psicología cognitiva del aprendizaje*. España: Alianza Editorial.

Pozo, J. I. y Flores, F. (2007). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. Madrid, España: Machado Libros.

Resolución N° 1463. (2018). Diseño curricular del Ciclo Básico Común e Interciclo de la provincia de Neuquén. Neuquén, Argentina: Consejo Provincial de Educación.

Ré, M. A., Arena, L. E. y Giubergia, M. F. (2012). Incorporación de TICs a la enseñanza de la Física. Laboratorios virtuales basados en simulación. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 8, 16-22.

Revelo-Sánchez, O., Collazos-Ordoñez, C. A. y Jiménez-Toledo, J. A. (2018). El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación: una revisión sistemática de literatura, *TecnoLógicas*, 21(41), 115-134.

Rincón, D., Arnal, J., Latorre A. y Sans A. (1995). *Técnicas de investigación en ciencias sociales*. Madrid, España: Dy-Kinson.

Rodríguez Illera, J. L. (2013). Enseñar y aprender en entornos digitales. *Investigación y Ciencia*, 444, 47-51.

Romero, C. (2018, 5 de mayo). *Una encuesta entre 20.000 empleadores permite saber cuáles son las habilidades que más valoran al contratar*. Universidad Torcuato Di Tella.  
[https://www.utdt.edu/nota\\_prensa.php?id\\_nota\\_prensa=15210&id\\_item\\_menu=6335](https://www.utdt.edu/nota_prensa.php?id_nota_prensa=15210&id_item_menu=6335)

Sabulsky, G. (2019). Analíticas de aprendizaje para mejorar la enseñanza y el seguimiento a través de entornos virtuales. *Revista Ibero-americana de Educación*, 1(80), 13-30.  
<https://doi.org/10.35362/rie8013340>

Santana-Fajardo, J. L. (2018). Ganancia en el aprendizaje del concepto de fuerza y cambio en las actitudes hacia la física en estudiantes de la Escuela Preparatoria de Tonalá. *CienciaUAT*, 13(1), 65-80

Sanabria, T. I. A. y Callejas, R. M. M. (2012). Actitudes hacia las relaciones CTS: estudio con docentes universitarios de ciencias naturales. *Praxis & Saber*, 3(5), 103-125.

Salica, M. (2018). Caracterización de las actitudes en estudiantes de secundaria como efecto del aprendizaje mediado por la imagen digital en contexto. *Revista Virtualidad, Educación y Ciencia*, 16(9), 16-31.

Salica, M. A. y Abad, A. (2020). Habilidades y actitudes para la comprensión de la ciencia y la tecnología en estudiantes de Física de la educación secundaria. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 21(11), 33-51.

Salica, M. A. y Almirón, E. (en prensa). Analítica del aprendizaje del móvil learning (m-learning) en la educación secundaria. *Revista Iberoamericana De Tecnología En Educación Y Educación En Tecnología*.

Schwartzman, G., Tarasow, F. y Trech, M. (2014). Dispositivos tecno-pedagógicos en línea: medios interactivos para aprender. En Aprendizaje abierto y aprendizaje flexible: más allá de formatos y espacios tradicionales. ANEP-Ceibal, Montevideo, 2014. <http://www.pent.org.ar/institucional/publicaciones/dispositivos-tecnopedagogicos-linea-medios-interactivos-para-aprender>

Scolari, C. (2018). *Adolescentes, medios de comunicación y culturas colaborativas. Aprovechando las competencias transmedia de los jóvenes en el aula*. Barcelona, España: Universitat Pompeu Fabra.

Suthers, D. y Verbert, K. (2013, April). Learning analytics as a middle space. In Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge (pp.1-4). ACM. <https://bit.ly/2UCEYHY>.

Sweller, J. (1994). Cognitive Load Theory, Learning Difficulty, and Instructional Design. *Learning and Instruction*, 4(4), 295-312.

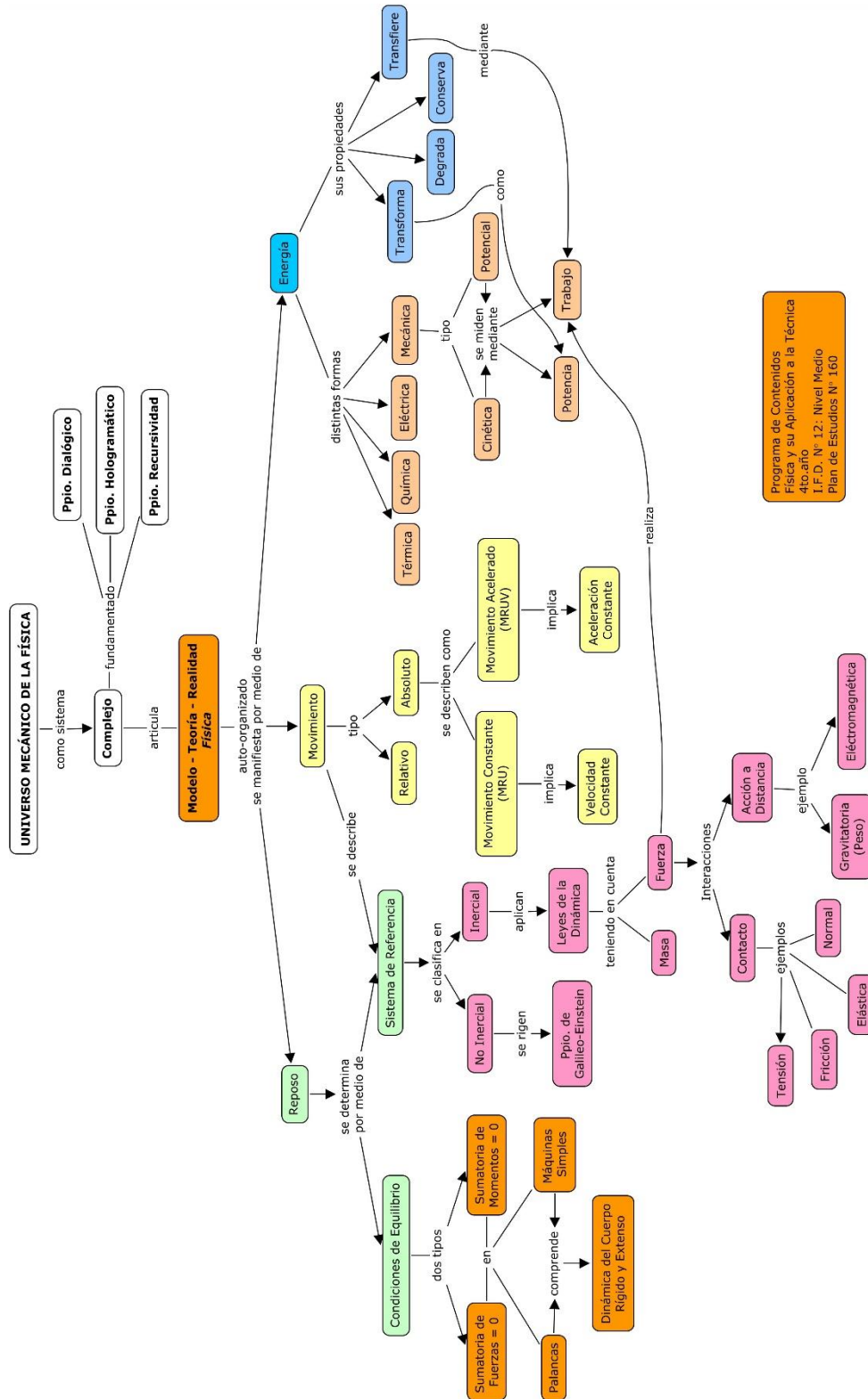
Tapiero Vásquez, E. (2010). Más que aprender a seleccionar un modelo pedagógico, nos compete aprender a producirlo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 52(1), 1-2.

- Tricot, A. (2017). Los medios digitales en las aulas. *Mente y Cerebro*, 34(84), 16-19
- Tornimbeni, S., Pérez, E. y Olaz, F. (2014). *Introducción a la psicometría*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M. A., Acevedo-Díaz, J. A. y Acevedo-Romero, P. (2006). El modelo de respuesta múltiple aplicado a la evaluación de las actitudes sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS). En *I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS-I*, México.
- Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mass, A., Bennassar Roig, A. y García, A. (2009). Evaluar para un mundo en transformación: metodología e instrumentos de actitudes aplicados en el proyecto PIEARCTS. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra. VIII En *Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias* (pp. 565-569), Barcelona.
- Vázquez-Alonso, Á. y Manassero-Mass, M. A. (1998). Dibuja un científico: imagen de los científicos en estudiantes de secundaria. *Infancia y Aprendizaje*, 21(81), 3-26.
- Vázquez-Alonso, Á. y Manassero-Mass, M. A. (2013a). La comprensión de un aspecto de la naturaleza de ciencia y tecnología: Una experiencia innovadora para profesores en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 630-648.
- Vázquez-Alonso, Á. y Manassero-Mass, M. A. (2013b). *Cuestionario de opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS), Manual de uso*. Palma de Mallorca, España: Universidad de las Islas Baleares.



# ANEXOS

## Anexo.1) Contenidos de la asignatura: Física y su Aplicación a la Técnica



Programa de Contenidos Física y su Aplicación a la Técnica 4to.año I.F.D. N° 12 - Nivel Medio Plan de Estudios N° 160

Figura 12. Programa de contenidos de la asignatura

## Anexo.2) Contenidos de la SA sobre C y T

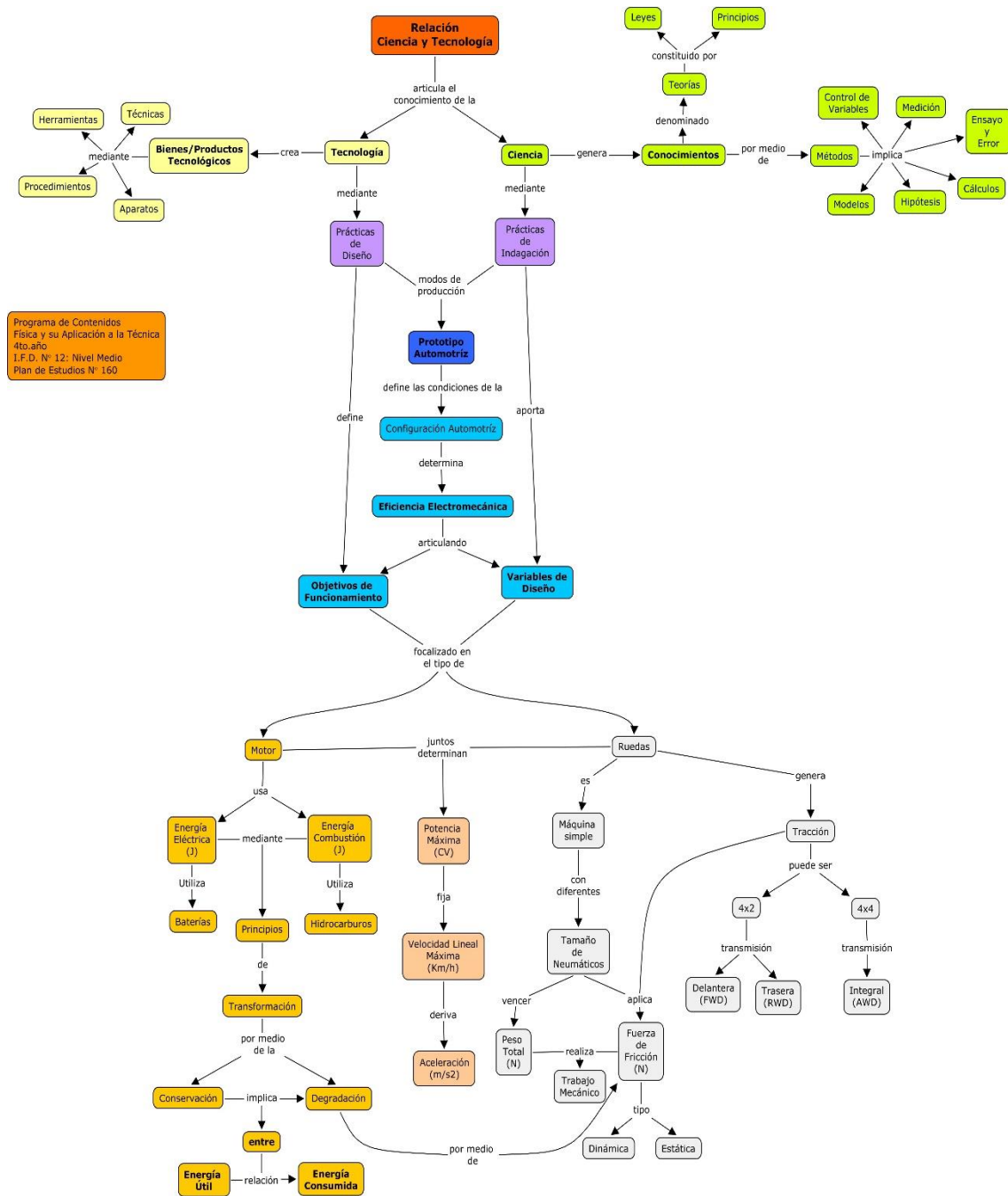


Figura 13. Selección y organización de los contenidos de la SA

### Anexo.3) Planificación de la SA: u-learning

<p><b>TÍTULO:</b> <b>GAMETHINKING: Decisiones tecnológicas, la configuración automotriz y su eficiencia.</b></p>	<p><b>N° SESIONES SEMANALES/CLASES:</b> 1 encuentro de 80´.</p> <p><b>N° SESIONES PLANIFICADAS:</b> 11 clases (Tres meses)</p> <p><b>SEGUIMIENTO ONLINE:</b> 10 horas reloj – extraclase.</p>	
<p><b>JUSTIFICACIÓN / DESCRIPCIÓN GENERAL</b></p>	<p><b>NIVEL EDUCATIVO:</b> Secundaria</p> <p><b>ORIENTACIÓN:</b> Perito Mercantil Contable e Impositivo  (Plan N° 160)</p>	<p><b>CURSO:</b> 4° año</p> <p><b>ASIGNATURA:</b> Física y su Aplicación a la Técnica</p>
<p>El aprendizaje de las ciencias, en particular la Física en la escuela secundaria, encuentra una importante resistencia de parte de los estudiantes para que se interesen por esta disciplina. Esto conduce a un desmotivación y profunda apatía hacia ella, situación que ya cuenta con muchos años y que es un problema de múltiples dimensiones y de amplio alcance socioeducativo.</p> <p>Entre sus principales dificultades se encuentra: a) la desconexión entre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad, siendo hoy día altamente interdependientes, b) el problema de la matematización excesiva de los fenómenos físicos (Vizcaino Arévalo y Terrazzan, 2015), descuidando la naturaleza del proceso de construcción científica antes de alcanzar su formalización, c) la enseñanza de una ciencia ahistórica y descontextualizada, cuyo enfoque ofrece una gran riqueza para el aprendizaje de la C y T más real. Si bien son varios los factores que conducen al problema del aprendizaje de la C y T antes mencionado, todos estos se focalizan principalmente en la desvinculación de la Ciencia con la sociedad por medio de la Tecnología y en los problemas de comprensión que conllevan una formación netamente abstracta y formalista.</p> <p>Por otro lado, el exceso de abstracción y formalismo conduce a una depreciación, desvirtuación y empobrecimiento en determinadas habilidades como la indagación, la</p>		

creatividad, el pensamiento crítico, tecnológico y científico. Por otro lado, desatender estas habilidades resulta paradójico en el presente, cuando los estudiantes son muy habilidosos con las TIC, al nacer y vivir en entornos altamente tecnológicos. Es decir, sus prácticas y rutinas cotidianas se sustentan en los sistemas digitales, pero que, aun así, necesitan de la orientación pedagógica-didáctica para que puedan comprender y tomar dimensión de sus posibilidades.

En base al diagnóstico desafiante que se tiene en la actualidad sobre el aprendizaje de la Física, y de la relación entre Ciencia y Tecnología, resulta necesario promover un conocimiento más comprensivo, contextualizado y significativo, en diálogo con la sociedad y sus dilemas.

En otro orden, el actual contexto tecnológico en permanente avance y desarrollo impregna las prácticas socioculturales, este cambio ofrece a la educación la oportunidad de crear nuevos espacios y ambientes de enseñanza. En este sentido, se busca con esta SA: u-learning una formación fundamentada en el «Paradigma de la Complejidad como Método de Aprendizaje en el Error y la Incertidumbre» (Morin, 2002). Nuestra civilización ha alcanzado un nivel de conocimiento y de tecnicidad, que requiere reflexionar sobre las aportaciones de las diferentes disciplinas, para promover en los ciudadanos una «mente bien ordenada» (Morin, 2016). Este paradigma demanda el logro de «aprendizajes significativos» (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983), como base para el desarrollo del pensamiento crítico, científico y creativo. Constructos “que se relacionan con múltiples *habilidades cognitivas*, con los procesos de *metacognición*, el *buen desempeño* y la incentivación de la *creatividad* en los estudiantes (Chrobak, 2017), para el desarrollo del sector científico tecnológico, constituyendo uno de los sectores de profesionales más demandado en la actualidad y en el futuro inmediato.

Particularmente la provincia de Neuquén es una de las regiones con un fuerte desarrollo en el sector industrial vinculado a la actividad hidrocarburífera y que trae como consecuencia un significativo desarrollo urbano. Es por ello que el contexto exige formar ciudadanos que sean capaces de desarrollar sus habilidades y capacidades para innovar y resolver los problemas de forma creativa.

Esta SA se fundamenta en una línea de enseñanza que hace posible la combinación de diferentes tipos de estrategias didácticas para la adquisición de conocimiento, que los estudiantes de hoy necesitan. En este proyecto el Paradigma de la Complejidad como “método de aprendizaje” actúa como marco paraguas, articulando y fundamentado los siguientes enfoques de aprendizaje del siglo XXI, que fundamentan la planificación de la presente SA u-learning: (a) la enseñanza mediada por las TIC, (b) la relación Ciencia y Tecnología con (c) elementos de la Gamificación. Esta articulación de fundamentos, estrategias y metodologías buscan desarrollar y promover en los estudiantes, las habilidades y capacidades que las profesiones del futuro ya están exigiendo a la población en edad escolar.

<b>RELACIÓN CON EL CURRÍCULO</b>	<b>ÁREA:</b> Ciencias Naturales
----------------------------------	------------------------------------

<p>Se vincula directamente con los «Fenómenos del Mundo Físico» (NAP Ciencias Naturales, 2011), denominado “El universo mecánico de la física”, que atraviesa el currículum de planes de estudio de nivel secundario. Sin embargo, por las características de la metodología con el que se aborda el tema, no se corresponde directamente con los planes de enseñanza vigentes en el I.F.D. N° 12 y de la provincia. Particularmente el tema de estudio de la SA: C y T articula elementos de múltiples enfoques al relacionar temas de la Ciencia, la Tecnología, su impacto en la Sociedad para el desarrollo de la Creatividad, el pensamiento Científico y Crítico. Estos enfoques se encuentran en los fundamentos del Primer Diseño Curricular de la Provincia de Neuquén, de reciente aprobación mediante Resolución N° 1463/18 para el Ciclo Básico Común e Interciclo.</p>	<p><b>BLOQUE:</b></p> <p>La comprensión de que los fenómenos físicos pueden ser modelizados y descriptos a través de expresiones matemáticas.</p> <p>La utilización de las leyes de Newton como marco explicativo para algunos fenómenos físicos.</p>
---	---

<b>COMPETENCIA(S) BÁSICA(S)</b>
---------------------------------

- Metacognitivas y metaafectivas: afectivas, creativas, científicas, tecnológicas y críticas.
- Autonomía en la toma de decisiones sociotecnocientíficas.
- Social y ciudadana en la resolución de problemas, comunicación y colaboración (coworking).

- Cognitivo-lingüísticas: comunicar procesos de aprendizajes en sentido ubicuo y holístico.
- Valores asociados al desarrollo sustentable y a las prácticas democráticas.
- Prácticas de diseño e indagación.

## **OBJETIVOS**

- Construir dispositivos utilizando piezas de encastre con sistema de potencia electromecánico y sistema inalámbrico para la captura de datos en tiempo real.
- Desarrollar habilidades del pensamiento crítico, científico y tecnológico.
- Realizar actividades visuo-experimentales para la construcción del conocimiento científico en el ámbito escolar por medio de las TIC, constituyéndose esta en tecnologías del aprendizaje y conocimiento (TAC).
- Trabajar de manera colaborativa y ubicua durante los diferentes procesos de la actividad científica escolar, utilizando la pregunta como herramienta pedagógica hacia el interior del grupo de estudio y en diálogo con el objeto de conocimiento.
- Comprender la relación *teoría-realidad-modelo*, utilizando las TIC (Interfaz digital) para la representación multimodal y descripción de los fenómenos observados en las filmaciones y capturas de imagen digital.
- Desarrollar habilidades cognitivo-lingüísticas a partir de la observación y de los resultados encontrados, y su comparación con las elaboradas por sus compañeros, constituyendo cada uno de los participantes un bucle cognitivo de retroalimentación y comunicación.
- Aprender a innovar haciendo, es decir, de manera práctica, sencilla y vivencial, jugando, equivocándose, y volviendo a intentarlo hasta aprender a cómo hacerlo, dando lugar al uso del error como herramienta pedagógica.
- Promover actitudes metacognitivas, metaafectivas y de autorregulación sobre lo producido y las estrategias empleadas al interior de cada estudiante y del grupo colaborativo.

## **REQUISITOS**

Conocimientos sobre metrología, unidades de medida, sistema de referencia, posición, peso, masa, inercia, distancia, desplazamiento, energía, fuentes y tipos de energía.

Tiempo	ACTIVIDADES (Alumnado / Profesor)	Metodología/organización	Materiales/Recursos
<b>ACTIVIDADES DE INICIO</b>			
80 min	<b>EVALUACIÓN Inicial: Aplicación del pretest</b>		
	<p>En primera instancia y antes de introducirlos al proyecto sobre C y T se solicita a los estudiantes que respondan el cuestionario. Para ello se les explica la forma de responder el pretest, se lee cada consigna, la metodología de valoración, se hace un ensayo previo al respecto. La actividad se consigna como una forma de explorar sus ideas acerca de los temas de cada cuestionario.</p> <p><b>ENGANCHAR Introducción-motivación</b></p> <p>El profesor expone la intencionalidad de la tarea por realizar mediante la <b>Actividad: Presentación</b>; da a conocer y promueve la internalización de los objetivos que se esperan del estudiante al finalizar la SA de C y T.</p> <p>El profesor introduce como situación problemática los cuestionamientos que surgen a partir de la eficiencia de los medios de transportes, particularmente los automóviles que utilizan los hidrocarburos como combustibles. Valiéndose del mapa mundial de exportación de cada país, y de una reciente publicación sobre los autos eléctricos, se lleva a reflexionar acerca de la dependencia de muchos países con este recurso, y principalmente acerca del impacto del consumo de energía hidrocarburífera para el funcionamiento del mundo moderno. Se hace referencia a las actividades hidrocarburíferas de la provincia y su relación con el contexto nacional y mundial. Se proyecta la historia del motor, y se discute acerca de los desafíos actuales para mejorar la eficiencia del motor y su relación con los diseños de automóviles.</p>	<p>Aplicación del <b>Instrumento 1</b>.</p> <p>Desarrollo de la SA de C y T</p> <p>Exposición</p> <p>Presentación del problema.</p> <p>Participación del Grupo-Clase</p>	<p>Pretest</p> <p>SA de C y T</p> <p>Pizarrón</p> <p>Proyector</p> <p>Smartphone</p> <p><b>Mapa mundial:</b>  <a href="https://www.geografaiainfinita.com/2014/05/dime-que-exportas-y-te-dire-de-donde-eres-mapas-de-las-exportaciones-por-paises/">https://www.geografaiainfinita.com/2014/05/dime-que-exportas-y-te-dire-de-donde-eres-mapas-de-las-exportaciones-por-paises/</a></p> <p><b>Historia del motor:</b>  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=9V9t5p42hzU">https://www.youtube.com/watch?v=9V9t5p42hzU</a></p> <p><b>Historia del vehículo eléctrico:</b>  <a href="http://electromovilidad.net/historia-del-vehiculo-electrico/">http://electromovilidad.net/historia-del-vehiculo-electrico/</a></p> <p><b>Motor eléctrico:</b>  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=VTm7UAGX6I">https://www.youtube.com/watch?v=VTm7UAGX6I</a></p> <p><b>Am-L: N° 1</b></p>

<p>Se organiza la metodología de trabajo que se realizará en forma presencial y con metodología ubicua, definiendo las pautas de trabajo tecno-pedagógico y didáctica.</p> <p>Se consigna la primera <b>Am-L (N° 1)</b>, donde los estudiantes forman el grupo de WhatsApp. Allí se comparten los enlaces de los videos de la actividad de presentación para que cada uno pueda volver a revisar el material audiovisual.</p>	<p>Organización de la metodología a ubicua.</p>	
<p>80 min</p>	<p><b>EXPLICITAR Conocimientos previos</b></p>	
<p>El profesor presenta por escrito la <b>Actividad 1: <i>Tus ideas iniciales</i></b> para sacar a la luz algunas ideas intuitivas/alternativas del estudiante respecto a la idea de “eficiencia” y su relación con el “diseño” de automóviles, se focaliza en la identificación y análisis de determinadas variables físicas para el diseño de automóviles, denominado: «configuración automotriz». Finalmente, se indaga en las ideas relacionadas con la configuración automotriz, fundamentada en conocimientos de la C y T que deberán registrarlas en el documento de la presente actividad.</p> <p>El profesor lleva luego a que expresen en voz alta algunas de las ideas iniciales a fin de escuchar las distintas voces al respecto y ponerlas en tensión. Se concluye con una puesta en común y socialización en el grupo-clase para resaltar la importancia de la creatividad en la resolución de problemas de C y T en los tiempos actuales.</p>	<p>Detección de ideas previas. Resolución intuitiva del problema. Tutoría Virtual</p>	<p>SA de C y T</p>
<p style="text-align: center;"><b>ACTIVIDADES DE DESARROLLO</b></p>		
<p>240 min.</p>	<p><b>EXPLICAR Procedimientos para problematizar el tema</b></p>	



<p>El profesor presenta la <b>Actividad 2: Proyecto GameThinking: desarrollo de habilidades de C y T</b>. En esta etapa, se explican los aspectos científicos-técnicos, los recursos tecnológicos y materiales, los medios de comunicación y tiempos de trabajo para cumplir con el proyecto, la dinámica grupal, y las actitudes necesarias para organizar los grupos de trabajo colaborativo y cumplir con la meta. Los estudiantes realizan sus consultas y el docente implementa una dinámica grupal (presencial y ubicua) para que formen los grupos de trabajo colaborativo teniendo en cuenta sus estilos de aprendizaje y las diferentes tareas claves que se deben distribuir para realizar el proyecto. Finalmente, el docente implementa una puesta en común para socializar, destacando las actitudes que deberán asumir, y así profundizar en el conocimiento científico-tecnológico esperado y posibles desafíos a superar.</p> <p>Antes de focalizar en las decisiones que debieran tomar respecto a las prácticas de indagación y diseño del dispositivo móvil, de modo que respondan a la problemática presentada en la <b>Actividad 2</b>, se proyecta un video sobre el Proyecto Curiosity o Mars Science Lab. Se indica la realización de la <b>Am-L (N° 2)</b>. A partir de allí se discute el contenido identificando todo el proceso que conlleva un proyecto de estas dimensiones, se focaliza también en el componente afectivo y humano de la relación C y T. Se explicita el objetivo de esta actividad y su relación con el proyecto de trabajo didáctico. Se ofrecen fuentes de información seleccionadas, a fin de que estén lo suficientemente informados para desarrollar las actividades del tema con metodología de proyecto.</p>	<p>Explicación al grupo-clase.</p> <p>Lectura individual</p> <p>Tutoría Virtual</p>	<p>SA de C y T</p> <p>Pizarrón</p> <p>Proyector</p> <p>Smartphone</p> <p><b>Proyecto Mars Science Lab:</b>  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=-PhiRQnRCOM">https://www.youtube.com/watch?v=-PhiRQnRCOM</a></p> <p><b>Am-L: N° 2</b></p> <p><b>Am-L: N° 3</b></p>
<p>160 min.</p>	<p><b>EXPLICAR Procedimientos y Contenidos</b></p>	

<p>Durante el diseño y construcción del móvil con el kit de piezas de encastre y el sistema de potencia, el profesor implementa una dinámica grupal para que los estudiantes adopten una posición crítica fundamentada en conocimientos de la C y T, para el diseño del móvil a medida que avancen en su construcción. Exploran el material que utilizarán para el proyecto como el kit de juego de encastre y la interfaz digital para la captura de datos en tiempo real.</p> <p>Esto demanda de parte del docente orientar las tareas de los integrantes supervisando los avances y retrocesos, desafíos y oportunidades para enriquecer el objetivo del grupo al promover las oportunidades que ofrecen las habilidades de cada integrante en la tarea grupal. Se discute problematizando y conceptualizando ideas, consensuando decisiones “a favor” y “en contra” de los modelos de diseño que surgen durante la construcción del móvil. Cada pequeño grupo decidirá cómo resolver los diferentes problemas en los distintos roles asumidos por sus integrantes, e irán consensuando y registrando los argumentos para exponer en el futuro debate de cierre del proyecto e informe final.</p>			
<p><b>EXPLICAR Actitudes</b></p> <p>Previo y durante el desarrollo de la tarea del grupo, el profesor puntualiza algunas pautas para tener en cuenta, las que promueven el desarrollo de competencias científico-tecnológicas, creativas y sociales. El moderador de cada grupo se ocupará de que se las respeten, así como los argumentos que se orienten hacia valores asociados al desarrollo del trabajo colaborativo y el aprendizaje de actitudes frente al tema de estudio. Se focaliza la idea sobre el concepto denominado “coworking”. Se indica la lectura de la <b>Am-L (N° 4)</b>.</p>	<p>Resolución problema</p> <p>Trabajo colaborativo en pequeños grupos.</p> <p>Debate, socialización de las dudas y consultas sobre la metodología de proyecto.</p> <p>Tutoría Virtual</p> <p>Explicación</p> <p>Tutoría Virtual</p>	<p>SA de C y T</p> <p>Smartphone</p> <p>Interfaz iOLab</p> <p>Kit de Juego de Encastre</p> <p>Sistema de Potencia</p> <p>Pizarrón</p> <p>Proyector</p> <p>SA de C y T</p> <p>Smartphone</p> <p><b>Am-L: N° 4</b></p>	
80 min.	<b>EXPLORAR Consolidación</b>		

<p>El profesor propone en la <b>Actividad 3.1: Predicción de resultados</b>, para exponer y evaluar cada uno de los dispositivos diseñados por cada grupo de trabajo colaborativo. Esto consiste en predecir los resultados del primer diseño del prototipo.</p> <p>Una vez finalizado el primer ensayo, predicción de resultados y elaboración de conclusiones, proceden al diseño definitivo y medición de variables físicas, dando inicio a la <b>Actividad 3.2: Evaluación del móvil mediante el sistema de captura de datos inalámbrico</b>. Para ello se utiliza una dinámica áulica mediada por las TIC. Esta organización áulica consiste en utilizar un sensor con interfaz gráfica para capturar en tiempo real las variables físicas del movimiento determinado: posición, velocidad, aceleración, fuerza de tracción, masa. Junto a los estudiantes filman el movimiento del móvil, determinan las variables del movimiento y calculan la velocidad obtenida en cada móvil. Se comparan los resultados calculados con los datos gráficos obtenidos con el sensor de movimiento inalámbrico. Se discuten los datos y resultados obtenidos, relacionados con el diseño, y se conceptualizan algunos lineamientos teóricos sobre C y T referido a la idea de lo que es la “configuración automotriz”.</p> <p>Con los resultados obtenidos con el sensor y el registro audiovisual, junto a todo el material documentado sobre el desempeño del grupo, los estudiantes realizarán la <b>Actividad 4: Elaboración del informe final</b>.</p> <p>Se indica la lectura de la <b>Am-L (N° 5)</b>.</p> <p>En esta <b>Actividad 4</b>, se elabora el informe final utilizando documentos compartidos en línea (Google Drive) con tutoría virtual ofrecido por el docente. Para este último se utilizará el uso de grupo en WhatsApp para socializar y compartir cualquier duda e inquietud durante su elaboración.</p>	<p>Puesta en común</p> <p>Socialización de resultados</p> <p>Discusión y conclusión</p> <p>Tutoría Virtual</p>	<p>SA de C y T</p> <p>Interfaz iOLab</p> <p>Kit de Juego de Encastre</p> <p>Sistema de Potencia</p> <p>Smartphone</p> <p><b>Am-L: N° 5</b></p>
<b>ACTIVIDADES DE CIERRE</b>		

<p><b>EVALUAR</b></p> <p><b>Criterios/indicadores</b></p> <p>Los estudiantes deben superar ideas / actitudes / conocimientos / valores simplistas, reduccionistas que suelen tener respecto a la relación C y T. El estudiante podrá superar carencias en cuanto a contenidos científicos escolares subyacentes en esta SA, aprendiéndolo significativamente desde una mirada interdisciplinar.</p>		<p><b>Am-L: N° 6</b></p>
<p>80 min</p>	<p><b>EXTENDER Actividades de refuerzo</b></p>	
<p>Según los resultados obtenidos, los estudiantes deberán argumentar sus resultados, proponer hipótesis, rediseñar el móvil ajustando su estructura y diseño para optimizar su funcionamiento y volver a evaluar su eficiencia de acuerdo a su configuración automotriz.</p> <p>Finalmente, el profesor vuelve a hacer referencia a los interrogantes que sirvieron de hilo conductor de esta SA, para que el grupo clase los conteste explícitamente desde todos los conocimientos internalizados. En la <b>Actividad 5: Socialización de resultados</b>, socializarán exponiendo los resultados obtenidos por cada grupo de trabajo colaborativo.</p> <p>Para la entrega final deberán tener presente los criterios de evaluación indicados.</p>	<p>Metacognición</p> <p>y</p> <p>Meta afectividad</p> <p>Grupal e Individual</p> <p>Tutoría Virtual</p> <p>Exposición consigna de trabajo.</p>	<p>SA de C y T</p> <p>Interfaz iOLab</p> <p>Kit de Juego de Encastre</p> <p>Sistema de Potencia Smartphone</p>
<p>60 min</p>	<p><b>EVALUAR – Metacognición</b></p>	

<p>El profesor guía a los estudiantes a través de la <b>Actividad 6: ¡Integra, supervisa y recupera aprendizajes!</b> para reflexionar, meta-cognitivamente y meta-afectivamente, de forma individual, sobre su proceso de aprendizaje. (Ver Tabla 4, Capítulo 5). Esto, desde una mirada holística y desde las competencias desarrolladas a lo largo de la SA, revisando sus registros de la <b>Actividad 1</b>. Busca promover así en los estudiantes la toma de conciencia de las diferencias que encuentre entre sus respuestas a la <b>Actividad 1</b> sobre la situación problemática planteada y esas a las que se arribó, finalmente, en grupo en clase, más argumentadas y consensuadas; las dificultades que afrontó para hacerlas evolucionar, así como las actitudes que generó y sus causas. También se busca la evaluación por parte del estudiante, de la pertinencia de la propuesta de enseñanza que implementó el profesor.</p>	<p>Aplicación del <b>Instrumento 3</b></p> <p>Lectura y trabajo individual</p> <p>Socialización</p>	<p>SA de C y T</p> <p>Smartphone</p> <p>Entrevista individual</p>
<p>80 min</p>	<p><b>EXTENDER Actividades de recuperación</b></p>	
<p>El profesor analiza las respuestas de los estudiantes en la <b>Actividad 6</b> y en base a ello, pide a algunos que las expliciten y argumenten de forma oral, guiándolos para que se acerquen más a las deseadas.</p> <p>Se solicita la realización del cuestionario (postest) aplicado antes de iniciar la SA de C y T.</p>	<p>Exposición oral</p> <p>Aplicación del <b>Instrumento 1</b></p>	<p>SA de C y T</p> <p>Pizarrón</p> <p>Proyector</p> <p>Postest</p>
<p><b>Referencia Bibliográfica:</b></p> <p>Ausubel, D., Novak, J. D. y Hanesian, H. (1983). <i>Aprendizajes significativos</i>. Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo. 2º Ed. TRILLAS. México</p> <p>Chrobak, R. (2017). <i>El aprendizaje significativo para fomentar el pensamiento crítico</i>. Archivos De Ciencias De La Educación, 11 (12), e031. <a href="https://doi.org/10.24215/23468866e031">https://doi.org/10.24215/23468866e031</a></p> <p>Gros, B. (2007). Videojuegos y aprendizaje. Barcelona: Graó.</p> <p>Morin, E. (2002). <i>Educación en la era planetaria: el pensamiento complejo como método de aprendizaje en el error y la incertidumbre</i>. Universidad de Valladolid: Unesco</p> <p>Morin, E. (2016). <i>La Mente bien ordenada</i>. Ed. Seix Barral.</p>		

Ministerio de Educación. (2011). *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios. NAP Ciencias Naturales: química, física, biología*. Campo de formación general. Ciclo orientado. Educación secundaria. Consejo Federal de Educación. Argentina.

Vázquez Alonso, Á., y Manassero Mas, M. A. (2012). *La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1)*: Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, IX (1), 2-31

Vizcaino Arevalo, D. y Terrazzan, E., A. (2017). Diferencias trascendentales entre matematización de la física y matematización para la enseñanza de la física. *Tecné, Episteme y Didaxis TED*. 2 (38). 95-111.

## Anexo.4) Secuencia de Aprendizaje sobre Ciencia y Tecnología (SA de C y T)

### **GAMETHINKING: Decisiones tecnológicas, la configuración automotriz y su eficiencia.**

#### **Presentación:**

La producción y consumo de energía es el motor de desarrollo de la sociedad moderna. En la actualidad la fuente de energía de origen hidrocarburífera es la principal fuente a nivel mundial. Para contrastar esta situación, observaremos en el siguiente enlace un mapa mundial donde se muestra el producto en el que cada país es mayor exportador.

#### **MAPA DE LA DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE LOS PRODUCTOS DE EXPORTACIÓN PREDOMINANTE:**

<https://www.geografiainfinita.com/2014/05/dime-que-exportas-y-te-dire-de-donde-eres-mapas-de-las-exportaciones-por-paises/>

Valiéndose del **mapa mundial** de exportación de cada país, deberán analizar (Tarea 1) acerca de la dependencia de muchos países con este recurso, y principalmente el impacto del consumo de energía hidrocarburífera para el funcionamiento del mundo moderno.

El escenario actual expone la situación problemática de hoy en día, referida a los cuestionamientos que surgen a partir de la eficiencia de los medios de transportes,

particularmente los automóviles que utilizan los hidrocarburos como combustible, y su rival a base de energía alternativa.

A partir de la problemática presentada, muchas automotrices están desarrollando automóviles eléctricos. Pero su desarrollo no es algo reciente, curiosamente, su progreso es anterior al de combustión interna. En la publicación siguiente, se relata brevemente la historia del automóvil eléctrico y otros datos curiosos de lo que será la movilidad en el futuro inmediato:

### **HISTORIA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO:**

<http://electromovilidad.net/historia-del-vehiculo-electrico/>

### **HISTORIA DEL MOTOR ELÉCTRICO:**

<https://www.youtube.com/watch?v=9V9t5p42hzU>

Posterior a su lectura, discute en grupo en base a las siguientes preguntas (Tarea 2): *¿Por qué el motor eléctrico no tuvo el desarrollo que alcanzó el de combustión interna? ¿Qué aspecto o factor de la historia de la ciencia y la tecnología puedes identificar como hito clave de este cambio de dirección en el uso de un motor respecto del otro? ¿Quién o quiénes, y cómo, influyen en las decisiones tecnológicas? ¿Cómo crees que cambiaría el mapa mundial si el consumo del motor de combustión interna se reemplazara por los [motores eléctricos](#)? Discute con tus compañeros, y realizaremos una puesta en común utilizando el mismo mapa mundial proyectado en el pizarrón de clase.*

Visualizando la historia del motor eléctrico, analicen y arriben conclusiones acerca de los desafíos actuales para mejorar la eficiencia del motor para los medios de transporte, su impacto en el consumo de energía mundial y en el ambiente.

### **Actividad 1: Tus ideas iniciales...**

Contesta individualmente y registra en la actividad 1 de la secuencia de aprendizaje, el que irás completando a medida que vayas resolviendo las distintas actividades — individuales y grupales— a manera de memoria de tu proceso de aprendizaje.

1. *¿Qué es para vos la configuración automotriz? ¿De qué depende el diseño de un automóvil?*
2. *¿Cómo crees funciona un automóvil eléctrico? ¿Conoces alguno en nuestro país?*
3. *¿Cómo crees que funciona la fuente de energía de un automóvil eléctrico?*
4. *¿Qué relación encuentras entre la ciencia y la tecnología para el desarrollo de este tipo de motores?*
5. *¿Qué decisión/es crees debería/n tomar los países respecto a sus políticas energéticas? ¿Por qué? ¿Quién/es la/s debiera/n tomar?*

## **Actividad 2: Proyecto GameThinking, desarrollo de habilidades de C y T.**

**Objetivo:** diseñar y construir un móvil que resulte “eficiente” utilizando un kit de juegos de encastre con sistema de potencia eléctrico.

Para ello:

- Deberán formar grupos, máximo de 4 integrantes.
- Cada grupo tendrá para trabajar un kit de accesorios con piezas de encastre, un sistema de potencia electromecánico para el funcionamiento del móvil y la interfaz inalámbrica para la captura de datos en tiempo real.
- Algunos aspectos que deberán tener presente para cumplir el objetivo:
  - a. Realizar una exploración del kit de accesorios de encastre disponible.
  - b. Discutir e intercambiar ideas para armar el dispositivo, y sobre el significado del concepto “eficiencia” asociado a la construcción del dispositivo.  
Al finalizar el móvil, deberán poder explicar y responder las preguntas siguientes: *¿Cómo funciona el móvil? ¿Cuáles son las transformaciones de la energía que realiza el dispositivo? ¿Cómo y qué variables físicas del movimiento identifican? ¿Cómo influyen estas variables en la eficiencia del móvil? ¿Qué conceptos vinculados al funcionamiento del móvil debieron aprender?*
  - c. Organizar las tareas del equipo de trabajo teniendo presente las funciones siguientes:  
**Registro de datos y documentación:** *¿qué datos y cómo?, elaboración de hipótesis: ¿qué es la eficiencia? ¿cómo influyen las variables de diseño?, búsqueda de información, diseño o bocetado del móvil.*



Planificación, diseño y armado del móvil, medición y cálculos.

Elaboración de informe.

Coordinación, organización y planificación de la tarea, definición y toma de decisiones, comunicación del producto final.

**Nota:** Se recuerda la importancia de cuidar los recursos, revisando y chequeando la lista de materiales de cada kit, antes, durante y al finalizar la actividad.

- Ensayar el funcionamiento del diseño consensuado y fotografiar los diferentes modelos armados. Analizar y registrar las ventajas y desventajas del diseño definitivo.
- Al finalizar el armado del móvil de cada grupo, procedan a su conexión con la interface inalámbrica para la captura de datos reales y evaluar las variables del primer diseño. Luego ajustarán el diseño para modificar algunas de sus variables y volverán a medir el dispositivo para comparar las iniciales y finales. Con los datos obtenidos analizarán las características del diseño y se discutirá la idea científica y la relación entre ciencia y tecnología en torno al concepto de eficiencia y las variables de diseño denominado: *configuración automotriz*.
- Cada grupo evaluará su rendimiento y eficacia académica como grupo de trabajo colaborativo y presentarán un informe sobre los resultados alcanzados con el dispositivo y el desempeño del grupo.

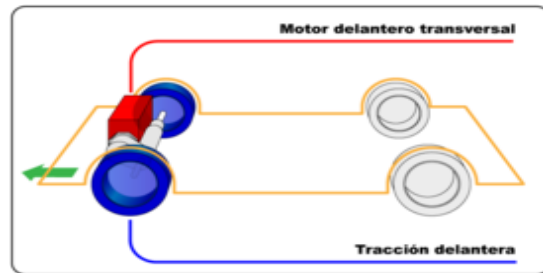
---

### Configuración automotriz

En el diseño automotor, la configuración automotriz, también conocida como configuración automotora, especifica dónde se ubica el motor y las ruedas de tracción determinando su funcionalidad y eficacia de acuerdo a los objetivos del diseño. Las principales variables a evaluar en el diseño son las siguientes:

- Posicionamiento del motor.
- Estabilidad y control del vehículo en condiciones normales.
- Tracción según el tipo de camino o superficie, modelo de ruedas.
- Utilización del espacio total para pasajeros y carga por tener un piso más plano.
- Peso total del vehículo.
- Consumo de combustible/energía.

- Potencia.
- Características de la carrocería/modelo/diseño.



### Esquema Básico

#### Determinaciones físicas del móvil

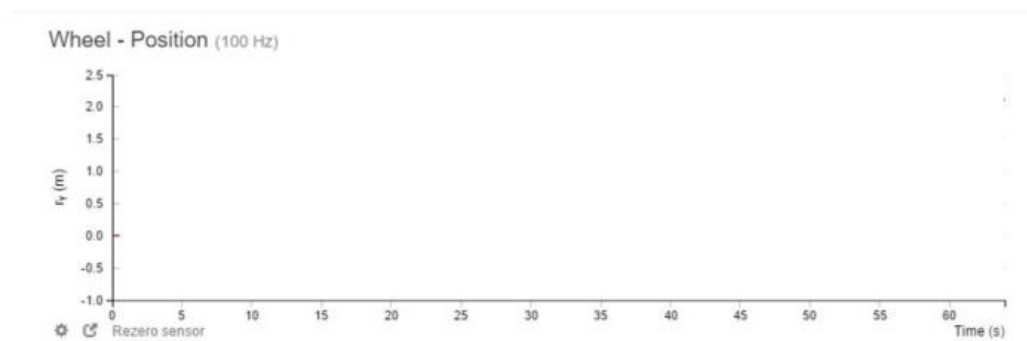
Para determinar las variables físicas que definen y caracterizan la eficacia del móvil en función del diseño determinado, realiza los siguientes análisis cualitativos y cuantitativos:

- Analizar e identificar las transformaciones de la energía del dispositivo, entre el estado inicial y final.
- Calcular la energía teórica entrante y la energía teórica de salida.
- Calcular la potencia real del móvil.
- Representar el sistema de fuerza sobre el móvil mediante un diagrama de cuerpo libre. Calcular la fuerza de tracción resultante.
- Hallar la aceleración y la energía cinética del móvil.

### Actividad 3.1: Predicción de resultados

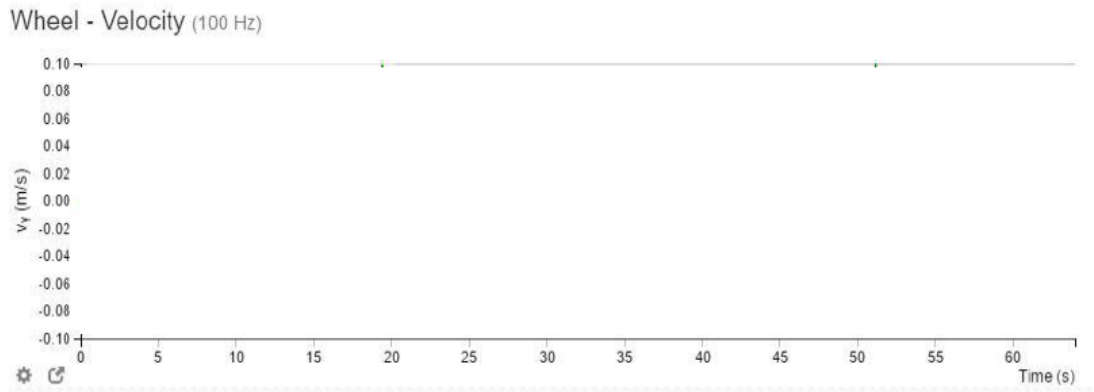
El objetivo de esta actividad consiste en predecir los resultados del primer prototipo del móvil. Discutan en conjunto y respondan cada uno de los siguientes puntos.

1) Representa en el espacio del gráfico siguiente, cómo resultaría la pendiente de posición del móvil construido respecto del tiempo, desde el reposo hasta una cierta velocidad máxima que consideren puede alcanzar.



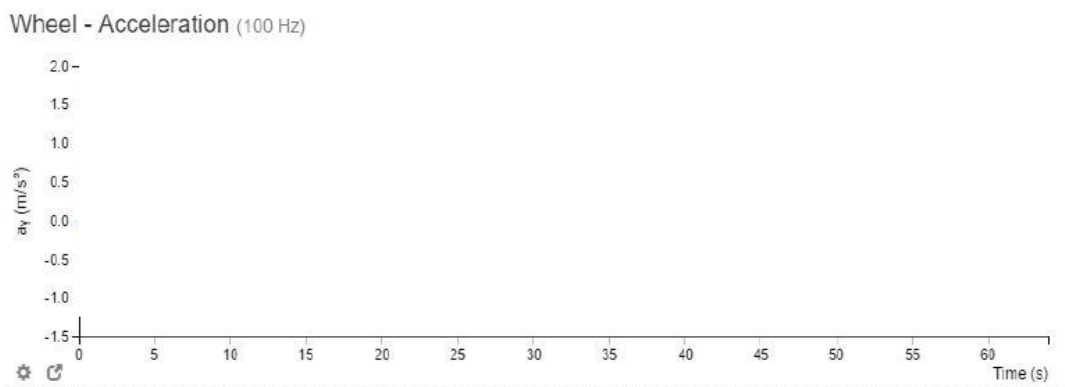
Describe el gráfico:

2) Representa en el espacio del gráfico siguiente, cómo resultaría la pendiente de velocidad del móvil construido en función del tiempo, desde el reposo hasta una cierta velocidad máxima que consideren llegará el móvil.



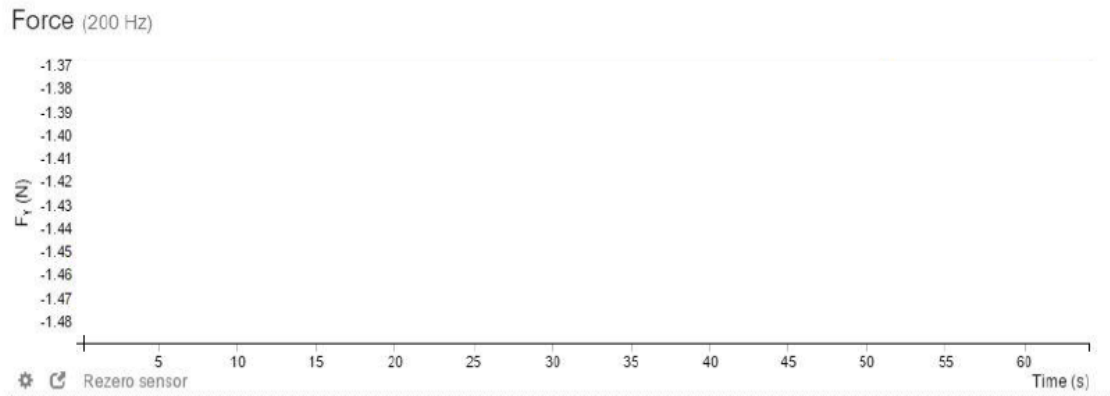
Describe el gráfico:

3) Representa en el espacio del gráfico siguiente, cómo resultaría la pendiente de aceleración del móvil construido respecto del tiempo, desde el reposo hasta una cierta velocidad máxima que consideren pueda alcanzar.



Describe el gráfico:

4) Representa en el espacio del gráfico siguiente, cómo resultaría la pendiente que describe la fuerza ejercida sobre el móvil respecto del tiempo.



Describe el gráfico:

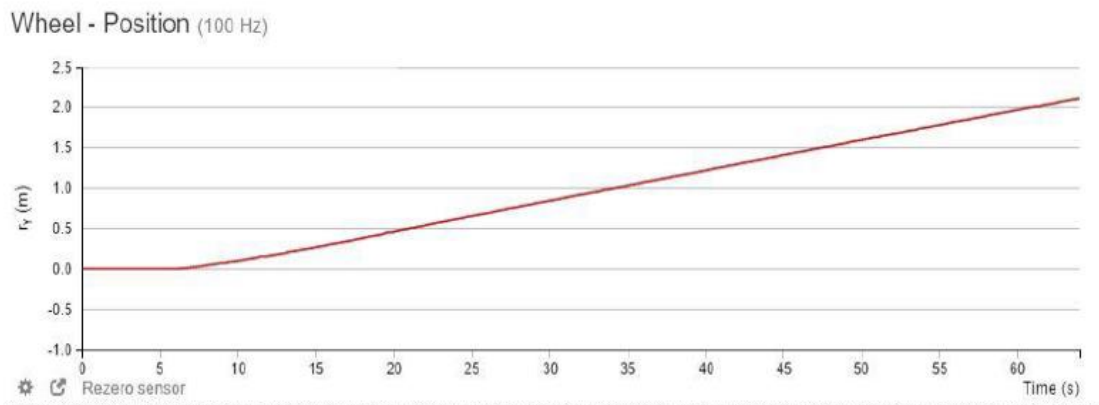
5) Elaboren una hipótesis inicial en base a las variables antes descritas y otras que no se hayan mencionado en la secuencia anterior. Para ello deberán tener presente la pregunta siguiente: *¿Cuál o cuáles son las variables principales que definen o afectan principalmente el diseño del móvil?* Elige una de esas variables y predice qué resultado deberías obtener durante el funcionamiento del móvil. ¿Cómo cambiaría la respuesta anterior si cambiaras dicha variable en dos sentidos opuestos, es decir, aumentando o disminuyendo el valor de dicha variable?

### Actividad 3.2: Evaluación del móvil mediante el sistema de captura de datos inalámbrico

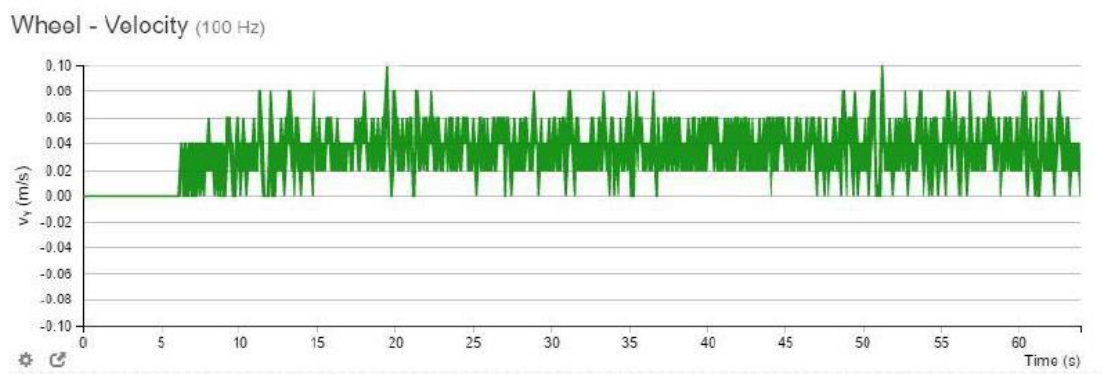
A partir de los datos gráficos, realiza una captura de imagen<sup>32</sup> y realiza lo siguiente:

1) Interpretar la gráfica y describir la misa en relación al movimiento del móvil. Calcula la velocidad media:

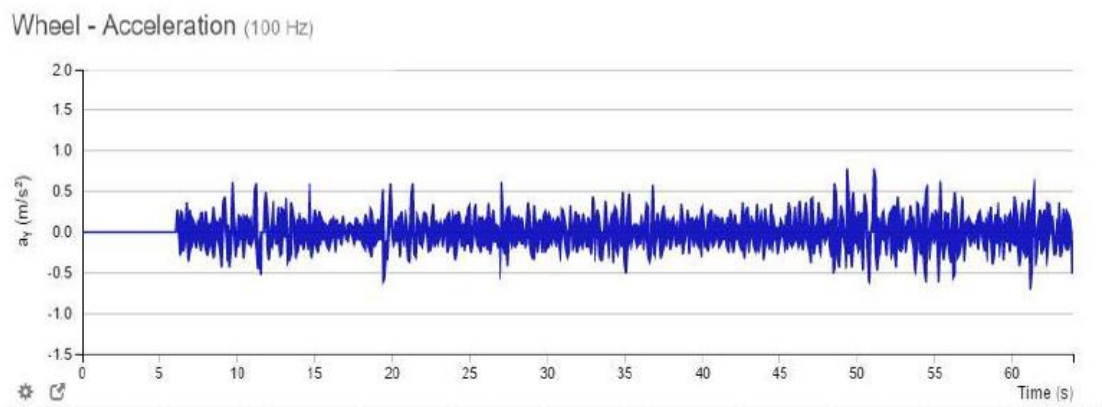
<sup>32</sup> Nota: se exponen algunos gráficos a modo de ejemplo.



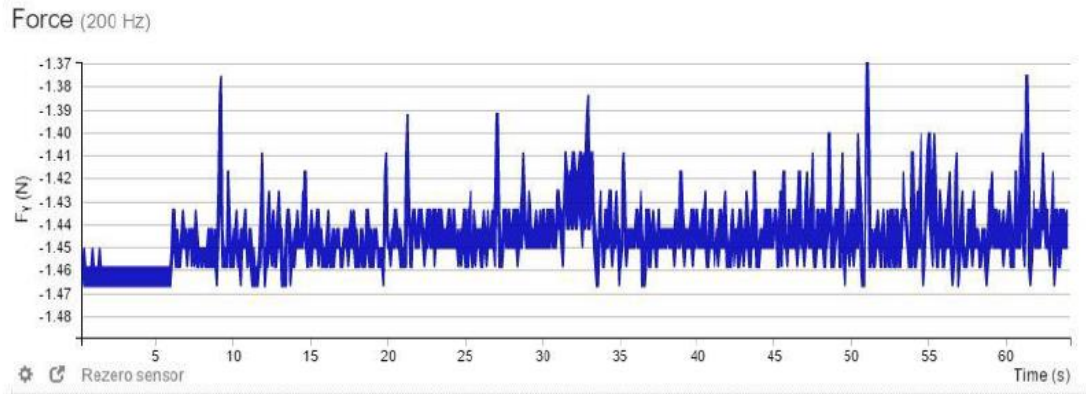
2) Analiza los datos del gráfico de velocidad e infiere la velocidad promedio. Compara con el cálculo del gráfico anterior y explica los resultados.



3) Analiza y describe el gráfico de aceleración. Explica a qué se debe el tipo de representación obtenida y determina la aceleración media interpretando el mismo gráfico:



4) Analiza y describe el gráfico de fuerza. Explica que información está aportando sobre el funcionamiento del dispositivo móvil.



6) Realiza un zoom en la gráfica de velocidad y analiza los tipos de movimientos que subyacen en un mismo gráfico.

5) Elabora una conclusión en base a los resultados y análisis anteriores.

6) Elabora una explicación que permita relacionar el funcionamiento del móvil construido, respecto al resultado esperado. Para ello deberás determinar cuál es la variable a modificar y cuál es el resultado esperado.

#### Actividad 4: Elaboración del informe final

Elaborar el informe final recopilando toda la información registrada y documentada durante el desarrollo del proyecto. Para la elaboración del informe deberás tener presente los criterios de evaluación que se detallan a continuación y editar el documento con la aplicación de Google Drive, para que el docente pueda realizar un seguimiento del proceso de elaboración y entrega final. También podrán disponer del grupo en WhatsApp para las consultas y dudas, además de socializar aquellas que resulten aportes para los demás grupos.

#### Criterios de evaluación:

1. **Registro Diario:** El diario posee un registro completo de planificación, construcción, evaluación, modificaciones, razones para las modificaciones y reflexiones sobre las estrategias usadas y los resultados obtenidos. Varias anotaciones fueron hechas, todas fechadas y ordenadas.

2. **Función:** El móvil funciona muy bien, soportando el diseño.
3. **Conocimiento científico-tecnológico:** Las explicaciones de todos los miembros del grupo indican un claro y adecuado entendimiento de los principios científicos (variables de diseño) subyacentes en la construcción y en las modificaciones. Los integrantes identifican por lo menos 4 ideas/preguntas razonables, perspicaces y creativas a seguir cuando hacen la actividad.
4. **Recolección de datos:** Los datos fueron reunidos varias veces de manera cuidadosa y confiable. Cita las fuentes bibliográficas.
5. **Modificación/Evaluación:** Clara evidencia de localización de averías, evaluaciones y refinamientos basada en los datos o principios científicos y tecnológicos del diseño.
6. **Componentes del informe/reporte:** Todos los elementos necesarios para la comunicación adecuada están presentes y los elementos adicionales que añaden al reporte (por ejemplo, comentarios atentos y gráficas) han sido incluidos.
7. **Destrezas de trabajo colaborativo/coworking:** La eficacia del grupo permite el apoyo el esfuerzo de otros. La unión de los miembros permite el trabajo en grupo para resolver los problemas.
8. **Manejo del tiempo:** Utiliza bien el tiempo durante todo el proyecto para asegurar que las cosas estén hechas a tiempo. El grupo no tiene que ajustar la fecha límite o trabajar en las responsabilidades por la demora de algún integrante. El grupo desarrolla un plazo de tiempo razonable y completo describiendo cuándo las diferentes partes del trabajo (por ejemplo, planeación, investigación, primer borrador, borrador final) estarían terminadas. Todos los estudiantes en el grupo pueden describir el plazo de tiempo usado.
9. **Delegación y cumplimiento de responsabilidad:** Cada estudiante en el grupo puede explicar qué información es necesaria para el grupo, él o ella es responsable de localizar la información y cuándo es necesaria. Repetidamente autoevalúan la eficacia del grupo y hacen sugerencias para que sea más efectivo. Se destaca la responsabilidad y compromiso de cada integrante.

## Actividad 5: Socialización de resultados

Para socializar los resultados obtenidos por cada grupo, compartiremos cada una de las experiencias, exponiendo los desafíos enfrentados y aprendizajes alcanzados durante todo el proyecto. Cada grupo contará con 10 minutos para exponer sus producciones y posterior a ellos realizaremos una conclusión a modo de cierre.

## Actividad 6: ¡¡Integra, supervisa y recupera aprendizajes!!

Retoma tu proceso de aprendizaje focalizando en la complejidad de las decisiones tecnológicas y contesta de manera individual las preguntas siguientes. (Ver Tabla 4, Capítulo 5).

### Anexo.5) Secuencia de Actividades m-learning (SA: m-L)

**Am-L n° 1:** los cuatro recursos audiovisuales utilizados en la clase presencial estarán disponibles en el grupo de trabajo de WhatsApp para que cada uno pueda volver a visualizarlo y tomar nota, incluso podrá formular sus dudas e inquietudes en el mismo grupo.

**Objetivo:** introducir la modalidad de interacción ubicua.

**Recursos:** smartphone y enlace de video.

- **Mapa mundial:** <https://www.geografiainfinita.com/2014/05/dime-que-exportas-y-te-dire-de-donde-eres-mapas-de-las-exportaciones-por-paises/>
- **Historia del motor:** <https://www.youtube.com/watch?v=9V9t5p42hzU>
- **Historia del vehículo eléctrico:** <http://electromovilidad.net/historia-del-vehiculo-electrico/>
- **Motor eléctrico:** <https://www.youtube.com/watch?v=VTm7UAGX6I>

**Fecha final de la tarea:** xx/xx/20xx

**Am-L n° 2:** mirar nuevamente el video sobre el **Proyecto Mars Science Labs** presentado en clase e identificar algunos de los procesos del pensamiento científico y tecnológico que ustedes creen se explicitan en el documental. Para ello deberán tomar nota del tiempo del video en el que identifican uno o más procesos de la relación C y T.



**Objetivo:** identificar diferentes procesos vinculados a los proyectos de ciencia y tecnología, reforzar los conceptos para aplicarlos en el proyecto científico tecnológico.

**Recurso:** smartphone y enlace de video

- **Proyecto Mars Science Labs:** <https://www.youtube.com/watch?v=-PhiRQnRC0M>

**Fecha final de la tarea:** xx/xx/20xx

**Am-L n° 3:** leer la guía de trabajo del proyecto y el coordinador/moderador de cada grupo publicará en el grupo de WhatsApp la tarea de cada uno de los integrantes. Para responder de manera ordenada, el estudiante coordinador publicará el nombre de cada integrante (incluyendo el suyo mismo) seguido de la tarea que realiza cada uno en el encuentro de la fecha (día-mes-año). Describir de manera breve la tarea o rol de los integrantes.

**Objetivo:** organizar la tarea de cada integrante explicitando sus funciones asociadas a los procesos identificados en la Am-L n° 2.

**Fecha entrega de la tarea:** xx/xx/20xx a las 15:00 h.

**Nota:** registrar cómo se organizaron para distribuir las actividades.

**Am-L n° 4:** a partir de ahora la entrega de las diferentes partes que conforman las tareas del presente proyecto, no es obligatorio que lo entreguen en la fecha indicada, pero se les ofrecerá un tiempo estimado para que se puedan organizar y evitar que se retrasen en la producción final. Por este motivo se les dejará a disposición un organigrama completo, disponible desde su celular.

**Objetivo:** autogestionar el uso de cronogramas y agendas de actividades ubicua y presencial.

**Recursos:** smartphone y enlace con documentos adjuntos.

**Am-L n° 5:** para la elaboración del informe de trabajo final, deberán crear una cuenta en Gmail y abrir un documento compartido utilizando las aplicaciones de Google Drive. Una vez que inician el documento, deberán mandar a los integrantes y a su profesor el enlace del documento, para poder realizar un seguimiento del proceso de edición, atender sus dudas e inquietudes y de esa manera editar juntos el mismo documento. Para ello pueden seguir los pasos que se indican en el enlace del video tutorial.

Guardar el documento con el nombre del grupo, ejemplo: Informe\_Grupo A: 2019

Contenido: preparar la portada del informe, cada grupo decide el formato de edición, pero el contenido obligatorio del informe es el siguiente: nombre, institución escolar, integrantes del grupo, profesor, materia, año escolar, curso y división.

**Objetivo:** confeccionar la primera etapa de trabajo colaborativo en línea.

**Recursos:** dispositivos varios para realizar la tarea de edición (smartphone o PC) y enlaces de videos.

- Enlace de video tutorial: <https://www.youtube.com/watch?v=I3jii6ltINY>
- Enlace de video guía rápida:  
<https://www.youtube.com/watch?v=9TKCZEakfXY>

**Fecha entrega de la tarea:** xx/xx/20xx hasta las 13:30 h.

*Am-L n° 6:* describir cómo se organizaron para distribuir las actividades de cada integrante del grupo, incluir la estrategia utilizada, por ejemplo, si lo realizaron mediante grupos de WhatsApp, o mediante algún encuentro en el colegio. Esta descripción debe responder a las preguntas siguientes: ¿Cuándo se organizaron?, ¿cómo lo hicieron? y ¿por qué cada uno asumió el rol determinado?

**Objetivo:** conocer el proceso de gestión de trabajo colaborativo de cada grupo.

**Recursos:** dispositivos varios para realizar la tarea de edición (smartphone o PC) y enlaces de videos.

**Fecha entrega de la tarea:** xx/xx/20xx hasta las 13:30 h.