



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO NEGRO

SEDE ATLÁNTICA

ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA

TRABAJO FINAL

**“LA MODELIZACIÓN COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA
ENSEÑANZA DE LAS LEYES DE NEWTON EN ESTUDIANTES DE
BIOMECAICA DE LA CARRERA DE LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y
FISIATRÍA DE LA UNRN”**

AUTORA

PERCAZ DANIELA LETICIA

DIRECTORA

CARDINALE LIDIA

VIDEIMA, RÍO NEGRO 2022

“Con todo el amor dedico este trabajo a mi hijo Atilio quien me enseña día a día el valor de la vida.”

AGRADECIMIENTOS

A mi madre quien me enseñó que hay que luchar por lo que uno quiere.

A mi hijo Atilio, por su amor infinito.

A mi compañero y su incondicionalidad.

A Lidia Cardinale por acompañarme como directora, por su entrega y su motivación constante.

A mi querida amiga Lucrecia Molinari quien desinteresadamente me acompañó en los primeros momentos de este trabajo.

A mis amigas y amigos por su soporte.

A la Universidad Nacional de Río Negro por darme la posibilidad de iniciarme en la docencia universitaria.

A mis compañeros de cursada de la EDU; Gonzalo, Silvina, Fernanda, Sergio y Miguel.

Al profesor Eduardo Lozano por mostrar que se puede aprender distinto.

A Pablo Bordoli por enseñarme que la educación es brindar posibilidades.

A mi querida Natalia Meier quien me invitó a formar parte de la educación en la UNRN.

¡A todas y todos muchísimas gracias!

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA Y SUS CONSIDERACIONES

METODOLOGICAS

| | |
|--|----|
| 1.1 Importancia de la Investigación | 5 |
| 1.2 Planteamiento del problema | 7 |
| 1.3 Enfoque conceptual acerca del problema | 11 |
| 1.4 Objetivos | 16 |
| 1.5 Enfoque metodológico | 17 |

CAPÍTULO 2. DESARROLLO DEL TRABAJO

| | |
|--|----|
| 2.1 Etapa 1. Diagnóstico | 20 |
| 2.2.1 Construcción de un “Islote Interdisciplinario de Racionalidad” | 21 |
| 2.2.2 Modelización Inicial | 23 |
| 2.2.3 Modelización Intermedia | 28 |
| 2.2.4 Modelos de Arribo | 34 |
| 2.3 Etapa 3. Aplicación | 38 |
| 2.4 Evaluación | 40 |
| Conclusiones | 42 |

MATERIALES DE REFERENCIA/ANEXOS

| | |
|---------------------|----|
| Bibliografía | 46 |
| Anexos | 48 |

EL PROBLEMA Y SUS CONSIDERACIONES METODOLOGICAS

1.1 Importancia de la investigación:

La carrera de Kinesiología genera sus bases a partir de ciencias troncales como

la Química y la Física entre otras y es por eso que quien ingrese a la misma debe manejar conocimientos básicos sobre estas áreas. Es una disciplina que estudia el movimiento del ser humano de manera cualitativa. Dentro de la misma nace posteriormente, desglosada del análisis cualitativo, la Biomecánica, la cual es considerada una ciencia que tiene que ver más con el análisis cuantitativo del movimiento. Esta deriva de la mecánica clásica que analiza el movimiento y el efecto de las fuerzas sobre un objeto.

La fuerza y las leyes de Newton que la gobiernan son las bases de los principios de la Biomecánica como ciencia que orienta a tener en cuenta ciertos factores para entender lo que es una fuerza y orientarla al análisis del movimiento humano. Dichos conceptos son la base para explicar el movimiento en base a un sistema de referencias, por lo tanto, el entendimiento de las mismas dentro del análisis biomecánico de los gestos motores resulta fundamental dentro de la práctica kinésica.

Sin embargo, su enseñanza encara obstáculos serios; se observa que los estudiantes logran conocer los diferentes conceptos implicados, pero presentan dificultades al momento de significarlos dentro de un gesto motor y su respectivo análisis. Esta situación surge particularmente en el segundo año de la carrera y es tangible dentro de la materia Biomecánica y Anatomía Funcional en donde estas leyes, que deben ser conocidas y entendidas durante la educación secundaria, curso de ingreso y primer año de la carrera, serán aplicadas específicamente dentro del análisis cualitativo del movimiento del ser humano. Para lograr comprender dichos conocimientos es necesario manejar conceptos de la física respecto al movimiento. Las leyes de Newton (o también llamadas leyes del movimiento) son las que actualmente responden a los cuestionamientos que se plantean sobre cómo logra un cuerpo moverse en el espacio.

La mayoría de las y los docentes de la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN) de la carrera de Kinesiología, son profesionales del área kinésica o de las ciencias físicas, pero carecen de la formación docente y ello resulta en una situación compleja a la hora impartir conocimientos relacionados a las ciencias básicas como es el caso de las leyes del movimiento derivadas de la física. Es así que el resultado son clases magistrales en donde se muestra el concepto de estas leyes sin aplicación a la realidad y sin análisis exhaustivo y aplicación posterior al campo de la Kinesiología.

Actualmente las investigaciones en enseñanza de las ciencias tienen respaldos teóricos tanto epistemológicos como psicológicos y pedagógicos que orientan la enseñanza. Desde la perspectiva epistemológica la vertiente constructivista muestra que los estudiantes construyen el conocimiento a partir de sus propias concepciones iniciales. Desde la perspectiva psicológica se sabe que los estudiantes representan mentalmente la información que les llega procesándola internamente, para aceptarla, modificarla o rechazarla. Por otra parte, la modelización como estrategia didáctica, ha dado cuenta de su potencialidad para favorecer procesos de aprendizaje, considerándose como un referente teórico sólido, adecuado y efectivo para la enseñanza de las ciencias y en particular en la enseñanza de la Física en estudiantes que llegan a la universidad.

La experiencia en el dictado de la asignatura Biomecánica permite identificar algunas dificultades para apropiarse de los contenidos de la asignatura muy recurrentes en los estudiantes en dos cuestiones principalmente: una que refiere al reconocimiento de la presencia de fuerzas para lograr el movimiento y la otra la aplicación de las Leyes de Newton al movimiento humano. En virtud de estas a dificultades observadas en los estudiantes que cursan Biomecánica, surge la necesidad de buscar estrategias de enseñanza que puedan no sólo transmitir un contenido central de la carrera de Kinesiología, sino que además se orienten a desarrollar la capacidad, por parte de los alumnos, de aplicarlo en la práctica en situaciones diversas.

El conocimiento de las leyes de Newton debe ser tangible dentro de un marco práctico a fin de que el estudiante logre captar la importancia de su utilidad para su futuro profesional. También resulta necesario que la temática sea

abordada de manera tal que ésta logre cautivar al estudiante a fin de que se interese en la búsqueda del conocimiento. El abordaje, a través de sucesos de la realidad cotidiana resultan disparadores para cautivar el interés sobre el fenómeno a aprender. Dentro de este contexto surge como posible solución la utilización de la estrategia didáctica de modelización.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Contexto nacional de la formación en ciencias médicas.

La preocupación por mejorar la formación en el ámbito de las ciencias médicas es algo que aqueja hace más de un siglo y a pesar de los avances logrados se continúa con la búsqueda de acciones en pos de panoramas alentadores. Se sabe que la enseñanza requiere cambios de paradigma y el área de las ciencias médicas no está exenta. La formación de profesionales de la salud contribuye a desarrollar las competencias que serán necesarias en las situaciones reales que enfrentan los graduados y la capacidad de resolución que generen frente a las diversas realidades que se les presenten.

La historia de este proceso da cuenta que Abraham Flexner (1908) se interesó en la didáctica dentro de las ciencias médicas y elaboró un informe basado en el análisis de instituciones donde se impartía la carrera de medicina dentro de Estados Unidos y Canadá. Tomando como referencia la educación europea analiza diversos factores entre los que se destacan los requisitos de admisión, preparación de docentes, programas de estudio, instalaciones y aspectos financieros. En 1910 las conclusiones que derivan de su informe generaron que en la década siguiente surgiera una nueva era en la educación y didáctica médica. Dentro de sus propuestas sugiere -lo que en la actualidad se sostiene- que es el modelo académico clásico 2:2:2 donde los primeros dos años incluyen preparación en ciencias básicas para luego abordar la clínica y por último terminar con la práctica.

A partir de estos primeros aportes de Flexner (1908), se suman otros aportes importantes. Uno de ellos es el realizado por Miller (1990) quien, propone el enfoque evaluativo de las competencias propias de un profesional de las

ciencias médicas; es así que surge la pirámide de Miller donde se representan la evolución y la complejidad de los conocimientos y habilidades que debe lograr el profesional en formación y a su vez, el método por el cual serán evaluados los diferentes niveles mencionados.

El análisis de la pirámide de Miller muestra un modelo rígido que no tiene en cuenta influencias tanto del sistema como del individuo que interfieren en la adquisición y desarrollo de competencias, lo que lleva a su modificación al considerar que, la competencia no predecirá al rendimiento. La Declaración Edimburgo (1988) y la de Bolonia (1999) comienzan a poner al paciente como foco de atención y a mostrar la necesidad de mejorar la formación en ciencias médicas a fin de que el futuro profesional mejore las habilidades a través del dictado de dominios de competencia general.

Latinoamérica va siguiendo esta línea y si bien se observan cambios a partir de la observación de Flexner (1908), estas no dejan de producir leves modificaciones. En la actualidad se hace imperiosa la mejora de los aprendizajes lo cual implica la redefinición de la función como docente (transmisor) y como estudiante (receptor de los conocimientos a aprender) por lo cual, hablar de innovación en la enseñanza implica la visión de un proceso planificado de construcción conjunta en el proceso enseñanza-aprendizaje.

La carrera de Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría es considerada una carrera paramédica dentro de las ciencias de la salud. Sus orígenes se remontan a Aristóteles quien, uniendo los conceptos de vida con movimiento acuña el término Kinesiosofía como expresión de la manifestación y esencia de la vida. El término Kinesiología lo definió por primera vez Napoleón Bally (1957) como *ciencia del movimiento en sus aplicaciones educativas, filásticas y terapéuticas*. Las ramas subsidiarias que involucra la kinesiología son la Kinesiagogía (educación física), la Kinefilaxia (prevención) y la Kinesiatria que incluye kinesiterapia, fisioterapia y rehabilitación.

En Argentina sus comienzos se retrotraen al año 1904 de la mano de la Doctora Cecilia Grierson (primera mujer médica graduada en Argentina), quien crea el primer curso de Gimnasia Médica dentro de la cátedra de Física Médica

en el Instituto de Fisioterapia a cargo del Profesor Jaime Costa. Contemporáneo a esto, en el año 1904, en el Instituto de Fisioterapia del Hospital de Clínicas, se crea una sección de Kinesiterapia, cuyo jefe era el Dr. Octavio Fernández, creador de la Kinesiología Científica Argentina, y dependiente del mismo servicio, se crea en el año 1906 la primera Escuela de Kinesiterapia.

Se acredita como universitaria a partir del año 1937 cuando se incorpora a la Universidad de Buenos Aires con la presentación de un proyecto del Profesor Nicanor Palacios Costa. La carrera contaba en sus inicios con una duración de 3 años; actualmente los planes de estudios aprobados son de 4 o 5 años. Para quienes decidan estudiar en la Universidad de Buenos Aires (UBA) se agrega, además, un año de Ciclo Básico Común. La carga horaria promedio es de 3.810 horas y a partir del año 2021 es obligatoria la acreditación por parte de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CoNEAU) de esta carrera.

El licenciado en Kinesiología y Fisiatría es un profesional especializado en el análisis cualitativo del movimiento corporal. Este análisis es utilizado para la aplicación de tratamientos preventivos y terapéutica que aspiran a la mejoría en la calidad de vida de las personas. Las universidades expiden diferentes títulos, como Licenciado en Kinesiología y Fisiatría, Licenciado en Kinesiología y Fisioterapia y Licenciado en Terapia Física, pero sus incumbencias profesionales son idénticas, por lo que la matrícula profesional nacional posee una única denominación: Licenciado en Kinesiología. Este profesional es homólogo a lo que en la mayoría de los países de América Latina se denomina “fisioterapeuta”.

1.2.2 Contexto y población investigada

La universidad Nacional de Río Negro (UNRN) se crea en el año 2007 dentro del marco del proceso de descentralización universitaria en Argentina y ante la necesidad de la comunidad rionegrina, de contar con una casa de altos estudios cuya oferta académica fuera diseñada en función de los

requerimientos que plantea el desarrollo de la zona. En la misma se dictan carreras asociadas a las demandas y al carácter socio económico y productivo del entorno. Su oferta académica se distribuye en tres sedes: Andina, Alto Valle y Valle Medio y Atlántica; es de destacar que el 58% de los nuevos inscriptos constituyen la primera generación de estudiantes universitarios respecto de sus familias.

En la sede Atlántica, localizada en la ciudad de Viedma, se crea en el año 2013 la carrera de Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría siendo la primera y única dentro de la zona patagónica en el ámbito de la universidad pública. En las localidades de Cipolletti en Río Negro y Bahía Blanca -Pcia. de Buenos Aires-, existe como oferta académica de universidades privadas.

Durante los primeros cinco años la dirección de la carrera estuvo a cargo de un profesional con experiencia de trabajo en la UBA, quien además se desempeñó como docente viajero. El resto de la planta docente está formado por profesionales de Kinesiología de la región, quienes, en su mayoría, no cuenta con formación y experiencia de trabajo docente en el nivel. La carrera toma un formato similar al de la Universidad de Buenos Aires y a la Universidad Nacional de Córdoba. La primera oferta de formación pedagógica la constituye la Especialización en Docencia Universitaria en la UNRN en el año 2019.

La carrera de Kinesiología comenzó a funcionar en el año 2014 con una matrícula de 199 inscriptos, quienes iniciaban sus estudios con un curso de ingreso nivelatorio, pero no excluyente; en su mayoría, provenían de la comarca Viedma- Patagones. Actualmente se fueron incorporando estudiantes de toda la provincia de Río Negro y del resto de las provincias de la región Patagónica y de países limítrofes como Chile. El número de ingresantes fue en aumento hasta llegar en el año 2019 con 245 inscriptos, situación que superó la capacidad edilicia de la Sede Atlántica para atender la demanda de formación; esto determina que a partir del año 2020 se implemente un curso de ingreso nivelatorio -dejando así de ser irrestricto-, con un cupo de ingreso de 100 estudiantes por año.

En tres cohortes teóricas (2014/18, 2015/19 y 2016/20) y con un ingreso promedio de 150 estudiantes por año, cuenta con un total de 25 egresados, lo que indicaría una tasa de egreso del 8% aproximadamente.

Los datos estadísticos muestran además [1] que entre 2017 y 2020, sólo el 32% y 39% de los ingresantes a la carrera de Kinesiología, cursaron la asignatura Biomecánica y Anatomía funcional; el porcentaje restante no había podido aprobar los cursados y/o abandonado los estudios. Si bien convergen un conjunto de factores que son causales de esta situación, también existen dificultades educativas. Las investigaciones realizadas por Ana María Ezcurra (2011) señalan que la enseñanza cumple un papel causal concluyente y los docentes tienen un rol crítico en tanto pueden ofrecer propuestas pedagógicas que ayuden a los estudiantes a aprender, porque aprender en la universidad “dependen de lo que haga el aprendiz, pero también depende de las condiciones que ofrecemos los docentes” (Carlino, P: 2006:10)

[1] Datos estadísticos brindados por la Oficina de Aseguramiento de Calidad de la UNRN.

1.3 Enfoque conceptual acerca del problema

Como señala Brousseau (1997), toda forma de conocimiento parecería diseñada para una situación. En la enseñanza se plantean situaciones muy alejadas de la producción originaria, en las cuales las personas no iniciadas tienen que aprender un conocimiento que, en un sentido, es esotérico para el público en general. Hace falta un esfuerzo importante para convertir eso en conocimiento accesible a personas que lo aprenderán para usarlo de manera distinta a la cual los productores lo utilizan y con propósitos diferentes (Feldman, 2001).

La utilización de asuntos socio-científicos como herramienta dentro de las estrategias didácticas surge como posible recurso dentro de esta necesidad de inventar dentro de la clase. Estos asuntos son situaciones sociales con un componente científico que los estudiantes pueden encontrar en su vida cotidiana y que poseen carácter multidimensional y complejo. El proceso de

aprendizaje debe abordar dicha complejidad y habilitar una toma de decisiones informadas en contraposición a un abordaje caracterizado por una mirada internalista de la ciencia y sus productos: conceptos, leyes, teorías y procesos de investigación. (Roberts 2007). En el mismo sentido, Bahamonde (2014) agrega que el abordaje del conocimiento a partir del trabajo desde los asuntos socio-científicos, orienta a la movilización de saberes interdisciplinarios y de valores con el objeto de desarrollar el pensamiento crítico y la toma de decisiones fundamentadas por parte de los estudiantes y de los ciudadanos en general. A través de los mismos se puede abordar temas complejos que propician el aprendizaje de contenidos de la ciencia significativos para los ciudadanos, teniendo en cuenta su relevancia en el mundo cotidiano. Esta perspectiva, que requiere de una enseñanza contextualizada, aborda además temáticas que pueden disparar diferentes niveles de controversia, lo que promueve el desarrollo del razonamiento moral de los alumnos.

A su vez resulta interesante, en este contexto de imperativo cambio en las formas producción de conocimiento en la educación, las contribuciones realizadas por Pierce (1965) el cual propone la integración del “razonamiento abductivo” para la creación de conocimiento. Los razonamientos abductivos cumplen un rol clave en los procesos de modelización científica. Pese a que el enfoque hipotético deductivo suele ser la forma más usada por la investigación científica, Pierce (1965) retoma el razonamiento abductivo de Aristóteles, quien lo describe como el mejor camino para “acercarse a la ciencia”. Partiendo del asombro frente a un acontecimiento sin explicación -característica en común con la inducción-, la abducción encarna un enfoque en el que la duda -bajo todas sus formas: cuestionamiento de teorías, búsqueda de explicaciones y argumentos válidos, etc.- representa el núcleo duro de la investigación. (Moscoso, 2019).

Estos planteos poseen estrecha vinculación con la modelización como estrategia didáctica. La modelización de fenómenos (Gilbert & Justi, 2016) -junto a otros planteos, como la construcción de ideas metacientíficas (Lederman, 2006)- permiten contextualizar y dar sentido y relevancia a las producciones realizadas por los estudiantes (Izquierdo et al., 1999).

Incorporando tanto el razonamiento abductivo como forma que permite construir hipótesis novedosas (Adúriz-Bravo, 2005; Aliseda, 1998) como el trabajo en base a asuntos socio-científicos, la modelización (“acción con modelos”) parte del modelo cognitivo escolar el cual propone, como idea básica, que la educación científica debe ofrecer a los estudiantes oportunidades para pensar teóricamente al mundo de manera que el estudiante se familiarice con la actividad central de los científicos y así intervenir en él de manera más crítica (Izquierdo, 2000)

Esta estrategia también parte del concepto de “alfabetización científica” que se define como la capacidad de utilizar el conocimiento científico para identificar preguntas y sacar conclusiones basadas en las pruebas, con la finalidad de entender y ayudar a tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios generados en él por la actividad humana. (Harlen, W, 2002).

Dentro de este marco, Giere (1992) centraliza a los modelos teóricos, y propone la relación entre los modelos y los sistemas de la realidad generando vínculos en términos de semejanza (“similaridad”), esto es, considera que los modelos son parecidos a ciertos aspectos de la realidad que se estudia, aspectos que vienen a reemplazar o “subrogar”. Este modelo otorga un lugar central a la producción de modelos teóricos en los procesos de construcción del conocimiento científico, con una vertiente axiológica de la filosofía de las ciencias, desde la cual la ciencia es definida como actividad científica para intervenir en el mundo y esto habilita al análisis de las cuestiones valorativas que pueden atribuirles a las intervenciones.

Adúriz-Bravo (2013) concibe como modelo, el resultado de un proceso de transposición didáctica, operando en el modelo científico que ha sido seleccionado para la enseñanza; lo cual da pie al tratamiento de la Modelización como herramienta teórico-metodológica en el campo del diseño y validación de secuencias de enseñanza y aprendizaje.

La transposición didáctica es un proceso de transformación que sufren los contenidos del saber producido en el ámbito científico, con la finalidad de adaptarlos a la enseñanza. Por consiguiente, el conocimiento se transforma en

un “saber enseñado” que se adecúa a las necesidades de los estudiantes y de la organización del sistema de enseñanza. (Chevallard, 1998)

La modelización como estrategia didáctica que dinamiza esta indagación, se basa en la construcción de un Islote interdisciplinario de racionalidad (IIR) (Fourez, 1997). Desde la adaptación que hace Bahamonde (2007) de este modelo didáctico, una vez identificado y consensuado un hecho sociocientífico a investigar, el IIR funciona como un artefacto didáctico que trabaja en la construcción de complejidad para la comprensión de un hecho considerado de interés. Se inicia con la producción de una multiplicidad de preguntas de diferente naturaleza que a ese hecho le hace el grupo de alumnos y que da lugar a la explicitación de saberes cotidianos, y a la identificación de “cajas negras” (Fourez, 2005) es decir de aspectos para los cuales, en ese momento inicial, los alumnos no poseen modelos que les permitan explicarlos.

La metáfora del islote puede hacer referencia a la posibilidad de construcción de una inteligibilidad en un océano de desconocimiento (Bahamonde, 2007), y también a la idea de que no son necesarias las áreas disciplinares para su desarrollo, sino aquellos aspectos de los modelos de racionalidad de las disciplinas que colaboran en hacer inteligible un fenómeno complejo. Una condición ineludible es que el islote sea razonable para los alumnos, en la medida que sea plausible y significativo para ellos y que sea un conocimiento orientado a la acción (Izquierdo, 2005). Por esta razón, es necesario que los problemas o situaciones definidos sean reales, motivadores, cercanos a los alumnos y que conecten con sus modelos de conocimiento cotidiano (Bahamonde, 2007; Bahamonde y Pujol, 2009).

Otro aspecto característico de la implementación de esta estrategia es que tiene en cuenta que los estudiantes emprenden el proceso de aprendizaje a partir de un proceso referenciado no solo desde los modelos científicos de las disciplinas implicadas, sino también desde sus saberes cotidianos de estudiantes y ciudadanos, y también desde otras perspectivas que sobre ese problema se tienen actualmente en otras culturas del mundo o se han desarrollado en la historia. Este carácter multireferenciado del conocimiento y las tensiones que de allí emergen, abonan a la modelización compleja del hecho abordado y a la producción de ideas nuevas para comprenderlo ya que

la modelización logra incluir estas diversas fuentes del saber y las integra críticamente enriqueciendo el proceso de aprendizaje.

Según López-Mota, A y Moreno-Arcuri, G. (2014) la Modelización como estrategia didáctica permite alinear y hacer homogéneo tres dimensiones diferentes en términos de modelos: el proveniente de las ideas previas de los estudiantes, el curricular, procedente de los planes de estudio y el científico, originado en el campo de las diferentes disciplinas. Plantea que es necesario en primer término, diseñar y elaborar los modelos correspondientes de cada uno de los ámbitos señalados. En el caso de los modelos iniciales de los estudiantes, puede ser realizado de dos maneras: mediante inferencia del modelo(s) a partir de la información de ideas previas contenida en la literatura especializada y circunscrita por edad, disciplina y tema científico de abordaje, pero también a través de la recolección de información con muestras de estudiantes con los que se va a trabajar, de los modelos presentes en ellos.

Este tipo de perspectivas coinciden con aquellas que incorporan los saberes cotidianos en la construcción y desarrollo de un problema. Los saberes cotidianos son aquellas construcciones que, desde una epistemología cotidiana (Rodrigo, 1997), los sujetos utilizan para generar explicaciones y predicciones del mundo físico y social que los rodea. Estas teorías cotidianas se construyen de manera implícita -pues los agentes no poseen conciencia de su producción- y solo se hacen visibles para el sujeto que las posee, cuando se las pone a prueba o cuando las expectativas basadas en estas teorías no se confirman reiterativamente, o sea que dependiendo del caso al que se aplique, estas son útiles o no. La utilización de los IIR ayuda a visibilizar dichas teorías cotidianas ya que implica el desarrollo de actividades para indagar, caracterizar y analizar en el tratamiento de los problemas complejos los saberes cotidianos de las personas sobre un hecho determinado.

En cuanto a la correspondencia con el ámbito curricular, es necesario identificar el tema que se va abordar en la disciplina del plan de estudios e inferir el modelo científico “atenuado” que están presentes en el plan de formación. Por último, es necesario identificar, seleccionar, inferir el modelo científico erudito que explica y predice el fenómeno en cuestión.

Una vez constituidos estos tres modelos, es necesario compararlos (tensionarlos) para construir el Modelo que servirá de criterio para el *diseño* de la estrategia didáctica y también como herramienta de *validación* para probar si puede ser alcanzado o no, y en qué medida. La tensión se realiza en términos de los elementos o entidades que constituyen el sistema a ser representado, las propiedades de los mismos, las relaciones entre dichas entidades y las reglas de inferencia que rigen tales relaciones.

Como resultado de este proceso, surge el modelo intermedio que consiste en un modelo que se encuentra entre el modelo curricular y el modelo de los estudiantes. pero siempre en la línea de explicación del modelo científico.

Estos elementos permiten implementar una estrategia de producción de actividad científica que posibilita la adquisición y generación de nuevos conocimientos útiles y prácticos para comprender y actuar sobre la realidad, pasibles de ser comunicados de manera significativa y que permiten a los estudiantes el razonamiento y la argumentación valorativa sobre sus implicancias (Adúriz Bravo, et al., 2009).

1.4 OBJETIVOS

Objetivo general:

Analizar el diseño e implementación de la Modelización como estrategia didáctica para la enseñanza de las Leyes de Newton en estudiantes de la asignatura Biomecánica y Anatomía Funcional de la Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría de la UNRN.

Objetivos específicos

- ✓ Identificar elementos facilitadores en el diseño y aplicación de la estrategia didáctica de Modelización.
- ✓ Reconocer obstáculos en el proceso de diseño y aplicación de la estrategia didáctica de Modelización.

1.5. ENFOQUE METODOLOGICO

La estrategia de investigación que se utiliza en el presente trabajo, es de carácter cualitativo por entender que la misma permite nuevas formas de mirar, interpretar, argumentar y escribir. Tal y como indica Rodríguez, Gil Flores y García Jiménez (1996) convergen una gran diversidad de perspectivas y enfoques en la investigación cualitativa.

El presente estudio se define por el método de la investigación-acción dado el carácter preponderante de la acción, como definitorio de este método. La investigación-acción realiza simultáneamente la expansión del conocimiento científico y la solución de un problema, mientras aumenta, igualmente, la competencia de los participantes. Dentro de éste método podemos encontrar una vertiente sociológica -desarrollada principalmente a partir de los trabajos de Kurt Lewin (1988) y otra específicamente educativa inspirada en las ideas de Stenhouse (1988), Kemmis y McTaggart (1988), Elliot (1990).

Es un tipo de investigación cuyo fin es mejorar la eficiencia docente, evaluada en su eficacia práctica. Esta dimensión se concreta en el papel activo que asumen los sujetos que participan en la investigación, la cual toma como inicio los problemas surgidos de la práctica educativa, reflexionando sobre ellos, con el propósito de mejorarlas:

La investigación-acción es una forma de búsqueda autorreflexiva, llevada a cabo por participantes en situaciones sociales (incluyendo las educativas), “para perfeccionar la lógica y la equidad de a) las propias prácticas sociales o educativas en las que se efectúan estas prácticas. b) comprensión de estas prácticas. y c) las situaciones en las que se efectúan estas prácticas” (Kemmis. 1988: 42).

Para el desarrollo de la indagación se han definido fases/etapas:

1ra. Etapa: La identificación de la problemática que se observa posible de cambiar. Ello incluye sub etapas:

- **La problemática** a abordar refiere al diseño e implementación de la Modelización como estrategia didáctica para la enseñanza de las Leyes de Newton en estudiantes de la asignatura Biomecánica y Anatomía Funcional de

la Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría de la UNRN. La población objeto de intervención son estudiantes regulares que cursan la asignatura en el año 2021 que corresponde -según el plan de estudios-, al segundo año de la carrera.

- **El diagnóstico** permite profundizar en la comprensión del problema adoptando una postura exploratoria. Para ello se aplicó un cuestionario sencillo de completar donde se pudo observar el conocimiento que la población investigada posee sobre las Leyes de Newton y su incidencia dentro del análisis biomecánico y del futuro ámbito profesional.

El análisis y la sistematización de la información que brinda el diagnóstico, permite ampliar la comprensión en el escenario estudiado (dirá lo que realmente está pasando) considerando el marco teórico definido. Además, permitió definir la muestra para la realización de la intervención; la misma fue de tipo aleatorio no probabilístico, considerando los siguientes criterios de inclusión:

- estudiantes regulares de la asignatura
- que tengan aprobadas las materias Anatomía, Fisiología y Biofísica.
- que cursen por primera vez la asignatura
- que no hayan cursado otra carrera universitaria o terciaria previa.
- que reconozcan a las leyes de Newton.

Para el análisis de datos se agruparon las respuestas en base a las siguientes categorías: a) conocimiento del modelo científico de las leyes de Newton y b) reconocimiento del modelo científico en la práctica profesional

2° etapa: Elaboración de un plan de acción que incluyó la siguiente secuencia de pasos:

- . La construcción de un **Islote Interdisciplinario de Racionalidad (IIR)**: actividades de diseño y elección de un hecho socio-científico que resulte disparador para la intervención pedagógica.
- . **Modelización inicial**: Constituida por actividades orientadas a la construcción de modelos iniciales a partir de la formulación de hipótesis que intenten explicar los fenómenos mostrados en el hecho socio-científico

- **Modelización intermedia:** Constituida por actividades donde se analicen los modelos iniciales y se impulse la construcción de nuevos modelos que permitan continuar avanzando en la comprensión de las Leyes de Newton.
- **Modelos de arribo:** Proceso de actividades diseñadas en base a la observación y resultados de etapas anteriores con el fin de seguir avanzando en la construcción de modelos y comprensión de las Leyes de Newton dentro del marco del análisis del movimiento humano.

3° etapa: La Aplicación: Para finalizar se propondrán actividades que impliquen la aplicación de las leyes de Newton.

4° etapa: Evaluación (logros y obstáculos).

La propuesta fue diseñada para realizarse con la modalidad presencial con estudiantes regulares de la asignatura Biomecánica y Anatomía Funcional inserta en el segundo año de la carrera de Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría de la UNRN en el año 2021 con la hipótesis que en dicho período la situación pandémica estaría superada. Al continuar el Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO) en 2021, una de las primeras decisiones tomadas fue realizar la indagación bajo la modalidad virtual con actividades sincrónicas y asincrónicas dentro del contexto de pandemia por COVID.

CAPÍTULO 2. DESARROLLO DEL TRABAJO

2.1 Etapa 1. Diagnóstico:

Se parte de la hipótesis general de la dificultad que tienen los estudiantes para incorporar e integrar conocimientos científicos a su futura práctica profesional pero el estudio requiere como primer paso, profundizar en la comprensión del problema adoptando una postura exploratoria y para ello se propuso, a partir de la aplicación de un cuestionario, conocer la capacidad de poder vincular situaciones sociales con componentes científicos producto de aprendizajes anteriores o de su experiencia social. El objetivo fue indagar acerca de qué conocimientos previos traían los estudiantes sobre las Leyes de Newton y si podían verlas reflejadas en situaciones de la vida cotidiana y en su futuro como profesionales de la Kinesiología.

Se elaboró un instrumento diagnóstico (Ver ANEXO1) a partir del cual fue posible identificar los indicios o no, de enseñanzas contextualizadas en donde poder analizar la relación entre los modelos teóricos y los construidos por los estudiantes que son fundamentales para la construcción de conocimientos. Asimismo, permitió indagar acerca de la trayectoria de formación de los estudiantes para poder seleccionar la muestra que será objeto de intervención con la propuesta de modelización.

El cuestionario fue cargado dentro del aula virtual para que los estudiantes de la asignatura Biomecánica pudieran cumplimentarlo de manera individual con un plazo de entrega de 48 hs. Fue completado por 86 estudiantes, quienes respondieron la totalidad de las preguntas.

En relación a los resultados, es de destacar que la totalidad de los estudiantes cumplimentaron el cuestionario en el tiempo estipulado y 25 de ellos, dieron evidencia en sus respuestas del conocimiento de las leyes de Newton, grupo este que reúne las condiciones para implementar el trabajo de modelización. Asimismo, se destaca que en ningún caso lograron relacionar el modelo científico a la práctica profesional.

Tomando en cuenta los criterios establecidos para la definición de la muestra, se seleccionaron 9 estudiantes (del grupo de 25 que dieron evidencia del

conocimiento de las leyes de Newton), de acuerdo a los criterios establecidos para la selección de la misma, que serían objeto de intervención para la presente investigación:

- Estudiantes regulares de la asignatura que tienen aprobadas las materias Anatomía, Fisiología y Biofísica,
- Estudiantes que cursan por primera vez la asignatura y es su primera experiencia universitaria o terciaria y
- Estudiantes que reconocieron las leyes de Newton en el cuestionario diagnóstico.

2.2 Etapa 2: Elaboración del plan de acción:

En base a los resultados obtenidos en la etapa anterior, se comienza a trabajar en la elaboración de actividades para el desarrollo de la secuencia de pasos implicados en la estrategia de Modelización: la Construcción de un Islote Interdisciplinario de Racionalidad, la modelización inicial, la modelización intermedia y el modelo de arribo.

2.2.1 Construcción de un “Islote Interdisciplinario de Racionalidad” (IIR)

El islote interdisciplinario de racionalidad (IIR) es un elemento didáctico que trabaja en la construcción de complejidad para la comprensión de un hecho considerado de interés (Fourez,2007). A partir de un hecho socio científico de interés, se da lugar al inicio de una investigación que orienta a la construcción de explicaciones que permitan responder a problemáticas planteadas en torno al hecho en cuestión.

El primer paso para la construcción del IIR es definir el hecho socio científico a investigar. Para ello se seleccionan dos artículos periodísticos que hacen alusión a temas de actualidad y posibles de analizar a través de los saberes cotidianos de los estudiantes, dado que estos constituyen construcciones que, desde experiencias cotidianas, se usan para dar explicaciones del mundo físico y social. (Rodrigo 1997). Además, se consideró que refieran a hechos

relacionados al análisis del movimiento humano normal, ya que es el fundamento de la asignatura en cuestión. También se tuvo en cuenta la información brindada por el cuestionario inicial respecto a la dificultad observada en los estudiantes en relacionar a las leyes con el ámbito profesional. Todas estas consideraciones determinaron que en la elección de los hechos socio científicos se incluyeran hechos que involucren, de alguna manera, la aplicación de las leyes dentro de la Biomecánica. Dada la importancia que reviste para el diseño de islole que el hecho socio científico que se presente sea de interés de los estudiantes, se decidió presentar dos artículos periodísticos para que los estudiantes votaran por el que mayor interés e inquietudes les generaba.

La elección del artículo se hizo mediante una actividad propuesta en el aula virtual de forma asincrónica, en la que se presentó a los estudiantes dos artículos y se les pidió que eligieran uno de ellos teniendo en cuenta el interés que les generaba y a su vez, que escribieran inquietudes que los mismos les provocaran. Esta actividad tuvo un plazo de 24 hs y fue respondida por la totalidad de los estudiantes. El artículo seleccionado fue el referido a la Teoría Pickler. (VER ANEXO 2)

Respeto a las inquietudes que manifestaron los estudiantes sobre el artículo se pueden agrupar en dos categorías:

a- ¿Cómo se logra un movimiento libre?

b- ¿Qué es la Teoría Pickler?

En base a los datos obtenidos en los procesos de evaluación realizados (cuestionario, elección del hecho socio científico e inquietudes sobre el mismo), se definieron dos categorías; la primera representa un conocimiento básico en el estudio del movimiento que es la necesidad de presencia de fuerzas para que un movimiento se produzca. La segunda categoría, refiere a los tipos de fuerzas que deben producirse para que el movimiento se logre de manera correcta; es aquí donde se observa de forma más específica el conocimiento científico sobre las leyes de Newton. Ambas categorías pueden reconocerse tanto a través de las producciones gráficas como también a través de las producciones escritas de los estudiantes dentro de la actividad presentada.

a- Reconocimiento de la presencia de fuerzas para lograr el movimiento.

b- Reconocimiento de la presencia de las Leyes de Newton para lograr el movimiento.

En base a los datos obtenidos de las instancias anteriores y de las categorías de análisis definidas, se procedió al diseño de la formulación de un problema o disparador (Ver ANEXO 3). La formulación del problema fue diseñada con el objetivo de reconocer “cajas negras” que luego aportarían nuevas categorías de análisis. Las cajas negras pueden definirse como aspectos para los cuales los estudiantes no poseen inicialmente modelos para explicar los problemas planteados. (Fourez 2005)

Cabe destacar que se tomó la decisión de que, la pregunta disparadora estuviese orientada a un campo específico del análisis del movimiento como lo es la Física, en virtud de que los estudiantes poseen herramientas para poder explicar la generación del movimiento a través del campo del Neurodesarrollo; esto quizás podría obstaculizar el análisis del movimiento desde la Física y, por consiguiente, no se podría percibir la comprensión de las leyes de Newton en un análisis biomecánico.

2.2.2 Modelización Inicial

El islote interdisciplinario de racionalidad diseñado es presentado durante una clase virtual sincrónica. (ANEXO 3) La actividad es de realización individual y se les otorga un plazo de 24 hs. para la entrega ya que se tiene en cuenta que se les pide graficar y cargar producciones a través del aula virtual y no todos los estudiantes cuentan con los recursos tecnológicos para poder realizar la tarea en un tiempo menor. Se genera, además, un foro de consultas dentro del aula virtual donde los estudiantes pudieron comunicarse con el equipo docente ante inquietudes que surgieran. La totalidad de los estudiantes entregan la actividad en tiempo y forma en el espacio del aula virtual previsto para ello y es de destacar el interés que genera en los estudiantes el desarrollo de la actividad en virtud de los comentarios realizados a través del foro creado para la actividad. En el foro se les solicitó que comenten inquietudes y sensaciones

surgidas a partir de la actividad planteada; algunos de los comentarios fueron los siguientes:

“Que difícil describir algo tan básico como moverse”

“Algo tan fácil y tan complejo a la vez”

“¡Cómo nos hicieron pensar!”

“Estoy en el piso simulando ser un bebe que se mueve”

Al analizar las producciones de los estudiantes se tienen en cuenta en primer término, las categorías que refiere al *Reconocimiento de la presencia de fuerzas para lograr el movimiento*, observándose que la totalidad de los estudiantes pudieron desarrollar de forma gráfica y 5 de forma escrita las posibles explicaciones a la formulación del problema. Reconocen la presencia de fuerzas para la producción de movimiento, pero sólo lo describen dentro de la representación gráfica donde representan un gesto motor con sus respectivas posiciones inicial, intermedia y final; en cada una de ellas se encuentran graficados los vectores de fuerzas. Cinco estudiantes refieren, mediante textos explicativos, al vector fuerza como condición necesaria para la generación de movimiento. Los cuatro estudiantes restantes no hacen referencia al vector fuerza a través de textos explicativos.

En cuanto a la categoría *Reconocimiento de la presencia de las Leyes de Newton para lograr el movimiento*, ningún participante de la muestra logró representar de forma gráfica -dentro de las diferentes posiciones de movimiento-la totalidad de la presencia de las leyes de Newton. Sólo 5 pueden representar la Tercera Ley. Estos cinco estudiantes se refieren a dos vectores de fuerza en sentido opuesto, lo que puede interpretarse como factor de acción y de reacción.

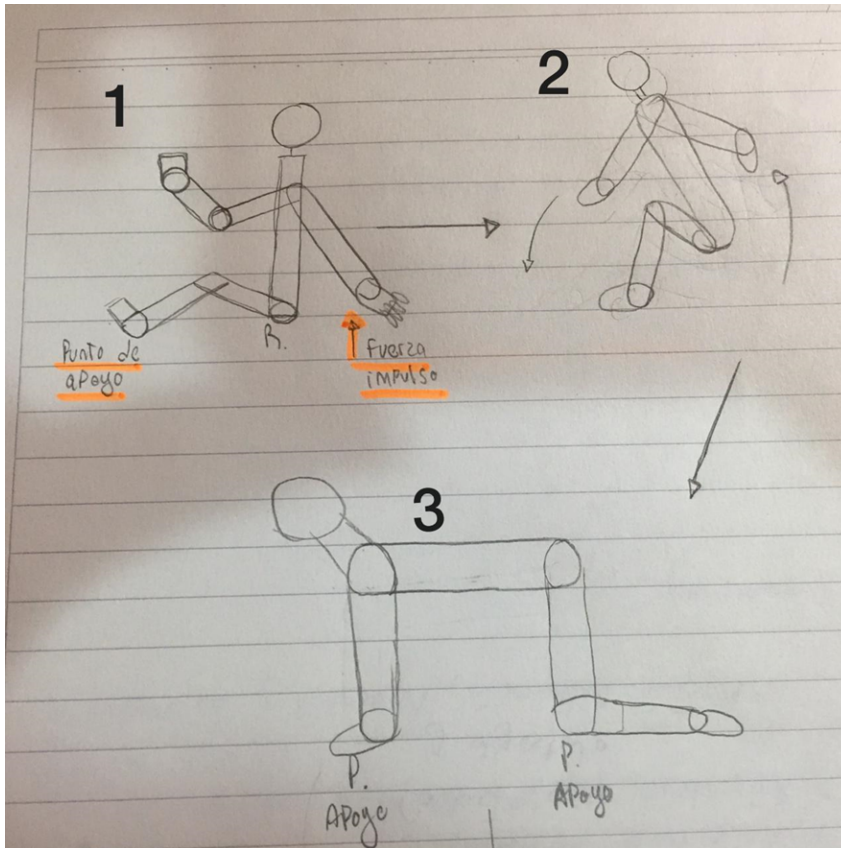


Gráfico de estudiante que describe cambios de posición, presencia de fuerzas y fuerzas opuestas pudiendo interpretar la Ley de acción y reacción.

En los textos explicativos un estudiante describe que es necesario vencer la fuerza de gravedad para hacer un movimiento de sentado a parado y 2 estudiantes describen que debe existir una fuerza tal que pueda hacer que el cuerpo del bebe, lo que puede considerarse como la primera Ley de Newton que refiere a vencer la inercia para iniciar un movimiento. Se destaca que, a su vez, estos tres estudiantes escriben sobre la necesidad de fuerzas que puedan desplazar el cuerpo, lo que podría interpretarse como el factor masa el cual es clave dentro del análisis de las leyes de Newton.

Interesa destacar que en un caso se plantea que hay que vencer a la fuerza de gravedad para pasar de posición inicial a intermedia, pero en movimientos que son desplazamientos en sentido horizontal (gateo de un bebe); estas no son respuestas valoradas como explicaciones válidas en cuanto a la primera ley.

En otro caso, se describe de forma escrita el movimiento de extensión de cuello en un bebe en posición decúbito prono, pero fundamentando desde el campo del Neurodesarrollo, "a partir de los 3 meses de vida un niño normal es

capaz de sostener el control de su cabeza por control neuromuscular”. El factor aceleración no es planteado por ninguno de los estudiantes de la muestra y 4 no hacen referencia escrita sobre condiciones para la producción de un movimiento. En los siguientes cuadros se resume lo producido en la modelización inicial por los estudiantes de la muestra:

| 1ª Categoría: Reconocimiento de fuerzas | Representación gráfica | | Explicaciones escritas | |
|--|-------------------------------|--|-------------------------------|--|
| | Estudiantes | Observaciones | Estudiantes | Observaciones |
| | 9 | Logran representar vectores de fuerza. | 5 | Refieren la necesidad de la fuerza para el movimiento. |

| 2ª Categoría: Reconocimiento de las presencia de las Leyes de Newton para lograr el movimiento | Representación gráfica | | Explicaciones escritas | |
|---|-------------------------------|---|-------------------------------|--|
| | Estudiantes | Observaciones | Estudiantes | Observaciones |
| 1ª Ley | - | No se observan representaciones aludiendo al rompimiento de la inercia. | 3 | Expresan la necesidad de romper la inercia para iniciar el movimiento. |
| 2ª Ley | - | - | - | - |
| 3ª Ley | 5 | Logran representar fuerzas opuestas refiriendo a acción-reacción. | - | - |

Análisis de la Modelización Inicial:

Los datos relevados a través de la actividad planteada en relación a la categoría Reconocimiento de la presencia de fuerzas para lograr el movimiento, indican que el 100% de la muestra reconoce de forma gráfica la necesidad de fuerzas para realizar los gestos motores, sin embargo, el 55%

reconoce fuerzas mediante textos explicativos. Esto puede deberse a que lo pueden reconocer de forma intuitiva, por conocimientos previos, pero que aún no posean un modelo para explicar el movimiento de forma escrita. Saben que se necesitan fuerzas para lograrlo, pero menos de la mitad de la muestra logra expresarlo de forma escrita.

Estos datos permiten la identificación de “cajas negras” (Fourez ,2005) dado que los estudiantes no logran encontrar un modelo que pueda explicar el interrogante planteado. La imposibilidad de desarrollar un texto escrito que explique la producción de un movimiento, da muestras de que no logran plasmar mediante textos un pensamiento que está presente en la gráfica. También se podría decir, que poseen habilidades básicas de razonamiento y comunicación por la presencia de la expresión gráfica, pero ante habilidades cognitivo-lingüísticas como la producción de textos escritos se observan dificultades.

Las dificultades observadas respecto a la segunda categoría: *Reconocimiento de la presencia de las Leyes de Newton para lograr el movimiento* son mayores en virtud de que, tanto en la producción gráfica como en la escrita, se hace aún más evidente la identificación de cajas negras (Fourez, 2005). Solo se observan ideas aisladas de factores que son importantes a la hora de analizar la producción del movimiento (“vencer gravedad”, “desplazar el cuerpo” y la presencia del factor fuerza) pero que no logran ser conectados en una explicación escrita para describir los interrogantes planteados, Además, no logran dar explicaciones al hecho, aunque se percibe el manejo de algunos conceptos claves en el marco de la generación/ producción del movimiento.

En coincidencia con lo observado en la anterior categoría, la producción gráfica resulta más factible que la escrita a la hora de las explicaciones, más allá de que en ninguna producción se observa una explicación coherente. Las investigaciones muestran que los problemas en organización y coherencia de lo escrito, suelen proceder de una comprensión incompleta del tema más que de una falta de habilidad básica para escribir (Pennsylvania University Writing Program, en Thurn, 1999, p. 30). El hecho de no formular explicaciones, de no poder decir algo sobre la gráfica realizada, implica dificultades en desarrollar el

conocimiento. La escritura refleja la coherencia del pensamiento, es decir, es una forma de dar cuenta de la comprensión y apropiación de un determinado saber: poder decir algo sobre un tema. En esta categoría se observa que, tanto en la producción gráfica como en la escrita, se hace aún más evidente la identificación de cajas negras (Fourez, 2005). Solo se observan ideas aisladas de factores que son importantes a la hora de analizar la producción del movimiento (“vencer gravedad”, “desplazar el cuerpo” y la presencia del factor fuerza) pero que no logran ser conectados en una explicación escrita para describir los interrogantes planteados en la consigna del IIR. No se logra dar explicaciones al hecho, aunque se percibe el manejo de algunos conceptos claves en el marco de la generación/ producción del movimiento.

Se puede concluir que, si bien la totalidad de la muestra presenta producciones gráficas, nadie puede explicar, de forma coherente, cómo se produce un movimiento, lo mismo sucede con las producciones escritas. Han logrado incorporar conceptos aislados, fragmentados (en este caso de la Física) lo que ha obturado la posibilidad de relacionarlo con el mecanismo de generación del movimiento en un suceso de la vida cotidiana y ello resulta fundamental para la continuidad de la formación académica.

2.2.3 Modelización intermedia:

La estrategia didáctica de la modelización que se pretende aplicar, intenta facilitar la apropiación de estos conocimientos por parte de los estudiantes, ubicándolos en un lugar productor de conocimiento, conectando lo que saben con la nueva problemática que se plantea. Intenta superar el modelo tradicional de enseñanza expositiva que ubica a los estudiantes en un lugar pasivo y receptivo en la medida que no ofrece actividades que les permita ubicarse en un lugar de productores de conocimiento. El objetivo es “que los estudiantes recuperen protagonismo y tengan que desplegar mayor actividad intelectual que la implicada en escuchar al docente y leer la bibliografía (Carlino P,2006: 12)

Partiendo de vivencias personales y de conocimiento previos, la actividad propuesta se orientó a que los estudiantes indaguen sobre la situación planteada e intenten resolver los cuestionamientos presentados en el islothe interdisciplinario de racionalidad. Se analizaron grupalmente, los modelos iniciales y se impulsó la construcción de nuevos modelos que permitan continuar avanzando en la comprensión de las Leyes de Newton y para ello se tuvieron en cuenta los registros obtenidos en las actividades anteriores. El objetivo fue poner en relación sus propias producciones con una nueva información que permita problematizarlas.

Organizada la muestra en grupos de tres estudiantes y durante el transcurso de una clase sincrónica, se les pide que compartan y debatan sobre las diferentes explicaciones que dieron en la sesión de la clase anterior (Modelización inicial). Se les otorga un tiempo de 30 minutos y se les pide registrar de manera escrita y gráfica dichos intercambios. Luego se les muestra un video de un aula donde se observan niños de diferentes edades en movimiento según la Teoría Pickler y se les pregunta si el video les aporta nuevos elementos a las discusiones. Se brindan nuevamente 20 minutos para el debate y se les pide que registren de manera gráfica y escrita lo trabajado al interior de los grupos. (Ver ANEXO 4)

Análisis de la Modelización Intermedia

Se mantienen las mismas categorías de análisis que en la etapa de Modelización inicial. Se observan los siguientes datos que aportan las producciones grupales:

| 1ª Categoría: Reconocimiento de fuerzas | Representación gráfica | | Explicaciones escritas | |
|--|-------------------------------|--|-------------------------------|--|
| | <i>Estudiantes</i> | <i>Observaciones</i> | <i>Estudiantes</i> | <i>Observaciones</i> |
| | 9 (tres grupos) | Logran representar las fuerzas en el movimiento. | 6 (dos grupos) | Refieren a la necesidad de fuerzas para el movimiento. |

| 2ª Categoría: Reconocimiento de las presencia de las Leyes de Newton para lograr el movimiento | Representación gráfica | | Explicaciones escritas | |
|---|-------------------------------|---|-------------------------------|---|
| | Estudiantes | Observaciones | Estudiantes | Observaciones |
| 1ª Ley | 9 (tres grupos) | La totalidad de la muestra consigue representar el vencimiento de la inercia. | 9 (tres grupos) | Todos los estudiantes hacen referencia a la necesidad de vencer inercia para producir movimiento. |
| 2ª Ley | | | 6 (2 grupos) | Tienen en cuenta al factor masa. |
| 3ª Ley | 9 (tres grupos) | Logran graficar los vectores refiriendo a factores de acción y reacción. | 9 (tres grupos) | La muestra refiere que en el movimiento existe una fuerza de reacción que se contrapone a la acción pero en menor medida. |

En cuanto al *Reconocimiento de la presencia de fuerzas para lograr el movimiento*, se observa que la totalidad de la muestra representa de manera gráfica la presencia de fuerzas dentro del gesto motor. Se mantienen los formatos de análisis del movimiento indicando posición inicial, intermedia y final en el gesto elegido. Respecto a los textos explicativos, 2 grupos hacen referencia a la necesidad de que se produzcan fuerzas para lograr los movimientos, lo que da indicios que reconocen al factor fuerza. El grupo restante no hace referencia a la fuerza como tal en la producción del movimiento, pero se destaca que menciona la necesidad de impulsos y estímulos para el inicio del movimiento lo que puede ser interpretado como el factor fuerza.

En lo referente al *Reconocimiento de la presencia de las Leyes de Newton para lograr el movimiento*, la totalidad de la muestra logra plasmar de forma gráfica a la primera y tercera ley de Newton. No sucede lo mismo en cuanto a la

segunda ley la cual no puede ser reconocida de forma gráfica ni explicativa en ninguna de las producciones de los grupos.

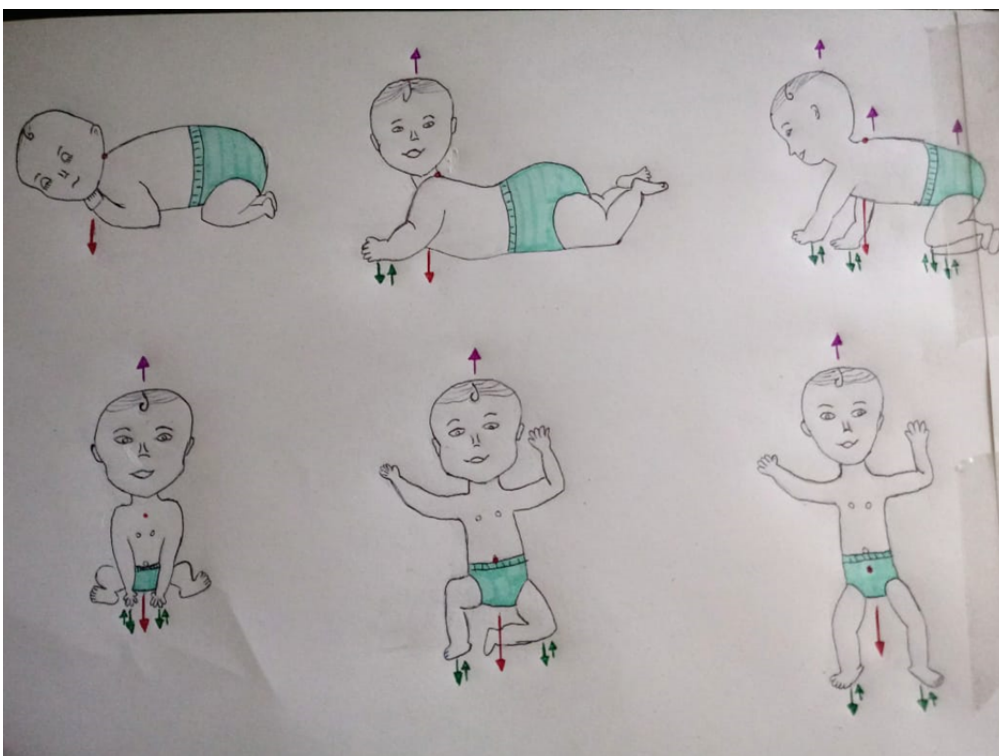


Gráfico de estudiante que representa fuerzas en las distintas posiciones. A su vez se observan fuerzas opuestas entendiendo acción y reacción. También la fuerza sobre la cabeza del niño refiere al vencimiento de la gravedad para la incorporación deduciendo el rompimiento de inercia. (Ley 1° de Inercia).

En las producciones escritas se observa que los estudiantes describen la necesidad de una fuerza que logre vencer la posición estática del niño o inercia, lo que permite inferir que logran interpretar la primera Ley. Al mismo tiempo la totalidad de la muestra refiere a la presencia de la tercera ley a través de escritos de este tipo: “siempre que se realiza una fuerza existe una fuerza contraria de menor intensidad” o “la acción de un movimiento genera una reacción que viene desde el suelo y que permite que el niño avance en el gateo”.

En cuanto a la segunda Ley, si bien dos grupos mencionan que debe existir una fuerza que sea capaz de mover la masa del niño, no refieren a factores claves de esta ley como la velocidad, tiempo o aceleración.

Los datos recolectados de las producciones grupales en relación a la categoría *Reconocimiento de la presencia de fuerzas para lograr el movimiento*, dan

cuenta del avance en relación a la etapa de modelización inicial, ya que se percibe que seis estudiantes (dos grupos) son capaces de explicar de forma escrita la necesidad del factor fuerza para lograr el movimiento. Si bien uno de los grupos no la menciona, muestran indicios de reconocimiento de la misma ya que menciona la necesidad de un impulso para iniciar el movimiento lo que podría ser interpretado como la necesidad de una fuerza para el inicio de una secuencia de movimiento. Se puede deducir que las actividades propuestas aportaron nuevos elementos en la producción de los modelos. Es interesante resaltar que estos espacios de trabajos fueron enriquecedores dentro del marco de la pandemia ya que los debates generados promovieron, no solo el desarrollo de razonamiento a través del intercambio de ideas, sino también los vínculos entre pares.

En referencia a la segunda categoría de análisis, el *Reconocimiento de la presencia de las leyes de Newton para lograr el movimiento* se puede señalar que el trabajo grupal permitió poner en discusión todo lo realizado. El hecho de volver a revisar las producciones individuales y la de sus compañeros para producir un modelo en conjunto, aumentó el desarrollo del razonamiento. Las nuevas herramientas ofrecidas y las opiniones diversas, generaron espacios en donde se intentaba comprender y comunicar ideas que debían ser producidas en forma de textos.

Las producciones de los estudiantes, indican que todavía no logran terminar de formar un modelo que responda a las necesidades planteadas, pero demuestran mayor cantidad de elementos explicados en cuanto al fenómeno planteado que los observados en los modelos iniciales.

Con el fin de adueñarse de cualquier contenido, los estudiantes tienen que reconstruirlo una y otra vez, y “la lectura y escritura devienen herramientas fundamentales en esta tarea de asimilación y transformación del conocimiento. Por tanto, los alumnos necesitan leer y escribir para aprender” (Carlino.P, 2001:2)

En relación a la Segunda Ley se puede deducir que se observan dificultades en la comprensión de la misma y esto puede estar relacionado con que dicha Ley

incorpora factores como la velocidad, que quizás resultan menos tangibles en comparación con los que se presentan en la Ley de inercia o de acción y reacción. Esta segunda ley refiere a la cuantificación de la fuerza que remite a tener que comprender los conceptos de masa, fuerza y aceleración para lograr interpretar que la relación entre la intensidad de la fuerza que se le aplique a un objeto con su respectivo valor de masa, producirá una determinada aceleración del mismo durante el movimiento, que no es más que una variación de velocidad dentro de un tiempo determinado.

Se puede deducir que este concepto y, fundamentalmente la relación entre los elementos que posee, resulta más compleja de plasmar de forma gráfica. En el formato escrito necesita de un mayor manejo de conceptos y de las relaciones entre los mismos. Si bien se han presentado algunos conceptos aislados en la producción escrita, no se observa la relación entre los mismos. A diferencia de la primera y la tercera ley las cuales involucran pocos conceptos con mayor visibilidad, esta ley requiere para su comprensión, del manejo de conceptos como el de aceleración, pero principalmente la relación necesaria y fundamental que existe entre ellos. Claramente la capacidad de la relación de conceptos dentro del desarrollo del movimiento sería la cuestión que se observa con mayor dificultad de esta ley y esto puede deberse a una falta de manejo en los conceptos principalmente el de aceleración, el cual no fue registrado en ninguna de las actividades propuestas tanto en la modelización inicial como en la intermedia.

La producción de los textos en esta etapa denota una revisión de los modelos iniciales como resultado de ajustes y cambios; las explicaciones refieren al campo de la Física y sus producciones escritas muestran más desarrollo y mayor caudal de conceptos al tener que dar explicaciones acerca de los interrogantes planteados en el IIR. También se observa que fueron dejando de lado algunas ideas erróneas que se presentaron en las producciones iniciales. “Esto hace que las producciones de modelos puedan ser considerados de algún modo como entidades dinámicas” (Lozano E, 2016).

Esta etapa tuvo como características preponderantes el debate y la discusión grupal, realizadas en un contexto de virtualidad. Considerando las limitaciones

que este contexto representa, se evalúa que en la presencialidad se podrían realizar actividades de aplicación para la modelización intermedia que -dentro del proceso de la observación-, brinden mayor cantidad de herramientas a los estudiantes entendiendo al proceso de observación como un aprendizaje que se caracteriza por ser activo. Cuando enseñamos ciencia la observación de fenómenos o situaciones experimentales hace que los estudiantes construyan modelos mentales. A pesar del formato virtual de las actividades en esta etapa de modelización intermedia, se cumplió con el objetivo propuesto de seguir profundizando la explicación a la problemática planteada en el IIR. Los estudiantes lograron comenzar a desarrollar modelos propios que se acercan al modelo científico de las Leyes de Newton.

2.2.4 Modelos de arribo

Las actividades propuestas en esta instancia, pretende dar continuidad a las actividades en base a la modelización inicial, para seguir trabajando sobre el diseño de nuevos modelos que permitan explicar la problemática planteada. En base a los datos que se van teniendo de las etapas anteriores se decide hacer hincapié en el desarrollo y relación de los conceptos que incluye la Ley Fundamental de la Dinámica (2° Ley). masa, variación de velocidad y desarrollo del movimiento.

Durante una clase virtual sincrónica y a través del trabajo grupal, se les propone que reproduzcan los gestos del video del aula Pickler simulando los movimientos de algunos bebés, El objetivo es que a medida que perciban su cuerpo en el transcurso del movimiento cuando pasan de una posición a otra, que puedan identificar nuevos elementos a sus modelos iniciales. Se realiza a través de la plataforma zoom, para la cual se les brinda un espacio de 35 minutos; es de destacar que el equipo docente ingresa a los grupos para observar e intervenir en las situaciones que se presenten. Al finalizar se comparten los modelos de arribo producidos y se debate en forma grupal, contrastando los nuevos modelos con el científico de las Leyes de Newton aplicado al análisis biomecánico de los movimientos de un bebé.

Análisis del modelo de arribo:

A continuación, se muestran los datos de las producciones realizadas para llegar al modelo de arribo:

| 1ª Categoría: Reconocimiento de fuerzas | Representación gráfica | | Explicaciones escritas | |
|--|-------------------------------|--|-------------------------------|---|
| | <i>Estudiantes</i> | <i>Observaciones</i> | <i>Estudiantes</i> | <i>Observaciones</i> |
| | 9 estudiantes (tres grupos) | Logran representar gráficamente la presencia de fuerzas. | 9 estudiantes (tres grupos) | Hacen referencia escrita a la necesidad de fuerzas para la ejecución de movimiento. |

| 2ª Categoría: Reconocimiento de la presencia de las Leyes de Newton para lograr el movimiento | Representación gráfica | | Explicaciones escritas | |
|--|-------------------------------|---|-------------------------------|---|
| | <i>Estudiantes</i> | <i>Observaciones</i> | <i>Estudiantes</i> | <i>Observaciones</i> |
| 1ª Ley | 9 estudiantes (tres grupos) | Toda la muestra logra representar la ley de Inercia. | 9 estudiantes (tres grupos) | Toda la muestra explica la necesidad de vencer la inercia. |
| 2ª Ley | 6 estudiantes (2 grupos) | Consiguen representar factores de masa y velocidad. | 9 estudiantes (tres grupos) | Expresan que es necesario tener en cuenta la masa y la variación de velocidad en la dinámica del mov. |
| 3ª Ley | 9 estudiantes (tres grupos) | La totalidad de la muestra logra representar factores de acción-reacción. | 9 estudiantes (tres grupos) | Refieren que el desplazamiento (acción) genera una reacción opuesta de menor medida. |

Respecto al *Reconocimiento de la presencia de fuerzas para lograr el movimiento*, se observó que tanto en las producciones gráficas y escritas la

muestra logra reconocer la presencia de fuerzas tanto en el inicio, transcurso y final del movimiento.

En cuanto al *Reconocimiento de la presencia de las Leyes de Newton para lograr el movimiento*, al igual que en la etapa anterior, los grupos lograron reconocer de manera escrita y gráfica la primera y la tercera ley. Se destaca que en las producciones escritas se observa mayor desarrollo explicativo en referencia a las mismas; algunos de los comentarios son los siguientes:

“Para que un bebe inicie el movimiento la fuerza debe tener un valor que logre sacar al bebe de su posición inicial”,

“siempre que hay una fuerza de acción hay una fuerza de reacción menor que se opone. Si la fuerza de reacción y la de acción son iguales esa sumatoria daría cero y el bebe no se movería, por eso en el movimiento la de acción siempre tiene que ser más fuerte que la de reacción para que un bebe pase de una posición a otra”.

En cuanto a la segunda ley, se puede observar que en las producciones gráficas de dos de los grupos se hace referencia a la velocidad y la masa (mencionan el peso del niño) lo que permite inferir que algunos de los conceptos de la segunda ley son tenidos en cuenta.

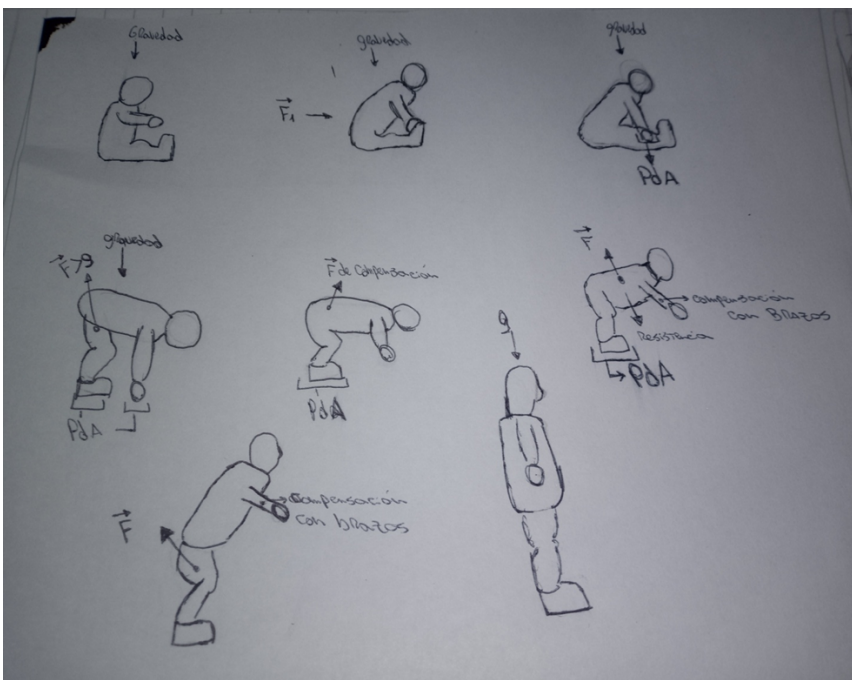


Gráfico de estudiante refiriendo al gesto de sentado a parado. Incorpora el factor de resistencia (masa del niño). 2° Ley de Dinámica.

Las producciones escritas de la totalidad de los grupos incorporan el factor de la masa a través de frases tales como “la fuerza va a variar de acuerdo al peso del bebe, a mayor peso más fuerza se necesita para moverlo”. En cuanto a los factores de variaciones de velocidad en el tiempo (aceleración) dos grupos muestran comprensión de los mismos; uno de ellos refiere lo siguiente: “cuando simulamos cambiar de posiciones como bebés, en el inicio del gesto de sentado a parado nos costaba despegar del piso, una vez que logramos despegar la cola del piso subíamos más rápido. Empezamos lento hasta que movimos el cuerpo y después fuimos más rápido.”

El grupo restante no refiere directamente al factor de aceleración, pero aporta la siguiente frase:

“el movimiento inicia lento porque la fuerza tiene que vencer al peso del cuerpo para que se mueva, una vez que lo hace el cuerpo del bebe va más rápido”

Se puede inferir que reconocen la presencia del factor de aceleración ante la explicación de la variación de velocidad en el gesto. No se perciben dentro de las producciones nuevos modelos que permitan explicar de una manera diferente al modelo científico, las bases del movimiento humano.

A partir de los datos obtenidos podemos inferir que la totalidad de la muestra incorpora como conocimiento clave que un movimiento necesita de fuerzas que lo generen y que a su vez deben interactuar con el objeto y el medio en donde este objeto se mueve; en este caso el cuerpo del niño. Se deduce que la actividad de vivenciar en sus propios cuerpos el movimiento de los niños ha potenciado el reconocimiento de las fuerzas y que de acuerdo al espacio en donde se movían pudieron detectar la importancia del medio externo como parte de la gestión del movimiento.

Los estudiantes demuestran que logran manejar este conocimiento tanto de manera gráfica como escrita y durante sus exposiciones orales de fin de clase lo destacan con frases como la siguiente: “sin fuerzas no hay movimiento”. La actividad de observar el movimiento de sus compañeros y a su vez vivenciar en

su propio cuerpo generó un trabajo aún más participativo que las actividades anteriores lo que denota que relacionar los conocimientos científicos con las actividades de la vida cotidiana (en este caso moverse) genera la incorporación de los conocimientos de forma más enriquecedora para los estudiantes.

Es interesante resaltar que uno de los grupos expresa, dentro de su producción escrita respecto al concepto de fuerza en relación al movimiento, algo que hasta el momento no se había mencionado en las producciones anteriores: “La fuerza es lo que genera que un cuerpo se mueva o que salga del reposo” dando como comprendido que la presencia de fuerzas es la clave para cualquier movimiento.

En cuanto a la categoría “*Reconocimiento de la presencia de las Leyes de Newton para lograr el movimiento*” se deduce, en base a los datos obtenidos, que la actividad de vivenciar los movimientos logró incorporar por parte de la muestra las explicaciones que faltaban en relación a la Segunda Ley, se aprecia no solo que logran incorporar los conceptos, sino que también logran relacionarlos dentro del marco del movimiento del niño. Muestran de forma escrita que interpretan las variaciones de velocidad (aceleración) dentro del movimiento y que esa variación depende del cuerpo (masa) que se mueve y de las fuerzas que intervienen para que el movimiento suceda dentro de un medio.

2.3 Etapa 3 Aplicación

A modo de cierre y con el fin de trabajar los conocimientos de las Leyes de Newton, se les presenta a los estudiantes una actividad en forma de evaluación para realizar de manera individual a través del aula virtual. Se realiza al finalizar el dictado de Unidad 1 de la asignatura que corresponde a Fundamentos Científicos de la Biomecánica que, entre sus contenidos, incluye el análisis de las Leyes de Newton aplicadas al movimiento humano. Se les presenta un video de una persona realizando un gesto deportivo y la consigna consiste en responder ciertas preguntas en base a aspectos relacionados al análisis biomecánico del gesto. Dentro de esas preguntas se encuentra una

relacionada al análisis de las leyes de Newton. Se les otorga un tiempo de una hora para la realización de la misma. (ver ANEXO 5).

Al finalizar la actividad anterior se les realizó un breve cuestionario de forma virtual consultando cuales habían sido sus percepciones en cuanto al formato de aprendizaje planteado para la enseñanza de las leyes del movimiento. (ANEXO 6).

Análisis de la actividad de aplicación:

La totalidad de la muestra realiza la actividad propuesta en tiempo y forma. Todos los estudiantes formulan explicaciones de forma escrita haciendo mención a conceptos claves como fuerza, masa, desplazamiento, acción, reacción e inercia. Se destaca además la relación entre los conceptos lo que evidencia la capacidad de los estudiantes para aplicar los conocimientos científicos adquiridos dentro del análisis de un gesto biomecánico. Las explicaciones que los estudiantes proponen son acordes al análisis biomecánico de un gesto; muestran una lógica correcta.

Claramente podemos observar en la aplicación de esta actividad el proceso de transposición didáctica a partir del cual el conocimiento se transforma en un “saber enseñado” que se adecúa a las necesidades de los estudiantes y de la organización del sistema de enseñanza. (Chevallard, 1998).

Es interesante destacar que las producciones escritas fueron evolucionando en cuanto a incorporación de conceptos y la necesaria relación que existe entre ellos para lograr el movimiento. Los textos muestran un vínculo lógico entre todos los factores necesarios para que un niño cambie de una posición a la otra y a su vez, el lenguaje utilizado comienza a mostrar, a partir de las explicaciones sobre el movimiento, una evolución dada por la utilización de lenguaje académico en el marco de explicaciones lógicas.

En las producciones gráficas también se observa una evolución favorable. Los detalles en cuanto a dibujos, utilización de colores, y explicaciones a través de grafismos denota la interpretación del desarrollo del movimiento. Se destaca la siguiente reflexión de unos de los grupos: “que complejo dibujar algo que resulta tan simple”.

La aplicación de la actividad propuesta demuestra la importancia para el aprendizaje que resulta de trabajar con problemas o situaciones definidas, sean reales, motivadores, cercanos a los alumnos y que conecten con sus modelos de conocimiento cotidiano (Bahamonde, 2007; Bahamonde y Pujol, 2009).

2.4 Evaluación

Como resultado del proceso realizado en las etapas anteriores, se observó que los estudiantes lograron comprender los conocimientos científicos y aplicarlos no sólo en la vida cotidiana, sino también dentro de su futuro trabajo profesional.

Respecto al trabajo docente, la intervención se adecuó a los resultados que se iban teniendo en fases anteriores, lo que llevó a un replanteo constante de las necesidades que iban surgiendo y especialmente, adecuarlas al entorno virtual en el que se estaba. A su vez obligó a aceptar las miradas de los estudiantes respecto al análisis de movimientos y poner en juicio las propias para poder construir conocimiento que permitiera el diseño de intervenciones adecuadas a la estrategia de modelización.

Respecto al proceso realizado se observó que, la organización de ideas en la fase de Modelización inicial por parte de algunos estudiantes pudo ser tomada como una dificultad que surgió y que puede deberse a una aplicación de la estrategia que debería ser nuevamente organizada para una mejor presentación docente.

Otro aspecto a señalar es que los estudiantes participantes de la muestra manifestaron que las actividades de indagación y construcción del conocimiento fueron significativas y les permitieron comprender y apropiarse de los saberes puestos en juego. En la encuesta aplicada expresaron que:

“Es la primera vez que razono y pongo en la vida cotidiana algo que estudié desde la secundaria de memoria”.

“Después del trabajo miraba a personas moverse y veía las leyes”

“Entendí por qué las leyes del movimiento son tan importantes”

“sin fuerzas no hay movimiento y sin movimiento no hay vida”.

“gracias profes por hacernos pensar, estuvo muy bueno”

“Ahora entiendo porque logramos movernos”

“Al final la Física no era tan mala”

Si bien este tipo de estrategia tiene un efecto distinto aplicada en presencialidad, la virtualidad no resultó ser un impedimento para la aplicación de la misma ya que los resultados obtenidos muestran que los estudiantes logran comprender el conocimiento.

CONCLUSIÓN

En el presente trabajo se propuso analizar el diseño e implementación de la Modelización como estrategia didáctica para la enseñanza de las Leyes de Newton en estudiantes de la asignatura Biomecánica y Anatomía Funcional de la Licenciatura en Kinesiología y Fisioterapia de la UNRN durante el año académico 2021. Se llevó a cabo mediante un estudio de tipo cualitativo a partir del método de investigación-acción dado el carácter preponderante de la acción, cuyo fin es mejorar la eficiencia docente, evaluada en su eficacia práctica.

La Kinesiología es considerada una disciplina que analiza el movimiento humano de manera cualitativa con el fin de generar estrategias de tratamientos para mejorar la calidad de vida de las personas; para ello utiliza a la Biomecánica como una ciencia clave en el análisis de los movimientos donde las leyes de Newton resultan una herramienta fundamental dentro del proceso de evaluación de los gestos motores

Se observa en los estudiantes de Kinesiología que cursan la asignatura Biomecánica que conocen los conceptos de las leyes de Newton dentro del marco de análisis de un gesto motor, no logran la significación e integración de los mismos y las propuestas de trabajo pedagógicas ofrecidas son insuficientes para orientar estos aprendizajes.

La estrategia didáctica de Modelización seleccionada para la realización de este trabajo, es considerada como una herramienta adecuada para abordar la situación planteada en tanto apunta a brindarle a los estudiantes oportunidades para pensar teóricamente al mundo, de manera que el estudiante se familiarice con conceptos científicos y así intervenir en él de manera más crítica. Para ello propone la relación entre los modelos teóricos y los sistemas de la realidad generando vínculos que demuestran que, los conceptos teóricos son posibles de visualizar en los hechos de la vida cotidiana. Se apoya en que la actividad científica se construye para intervenir en el mundo real.

Esta estrategia resulta de un proceso de transposición didáctica en el cual se transforman los contenidos producidos en el ámbito científico, con el objetivo

de adaptarlos a la enseñanza. Por consiguiente, el conocimiento se transforma en un “saber enseñado” que se adecúa a las necesidades de los estudiantes y de la organización del sistema de enseñanza. (Chevallard, 1998).

Para el desarrollo de la indagación se definieron diferentes etapas o fases que se iniciaron con un diagnóstico a partir del cual se definió una muestra de 9 estudiantes que participarían de la propuesta de intervención. Se indagó acerca del tipo de representaciones mentales tanto gráficas como escritas que utilizan los estudiantes cuando se les plantea la resolución de una actividad que corresponde a un hecho sociocientífico donde está inserto el contenido teórico. En base a los datos obtenidos se fueron generando actividades que tendieron a que los estudiantes visualizaran cómo ese contenido está inserto en hechos de la vida diaria y una actividad para su aplicación que les permita observar los beneficios del análisis de los movimientos.

En relación a los resultados obtenidos, se pudieron Identificar elementos facilitadores en el diseño y aplicación de la estrategia didáctica de Modelización llevada a cabo con estudiantes que cursan la asignatura de Biomecánica. Interesa destacar algunas cuestiones importantes:

- Desde modelos inicialmente simples los estudiantes fueron incorporando a partir de las actividades trabajadas, nuevas y más complejas relaciones, lo que favoreció la construcción del modelo científico que permite comprender y explicar el movimiento humano.
- A medida que la experiencia avanzaba se observó mayor capacidad de análisis y comprensión del tema propuesto; esto quedó expuesto en los trabajos grupales (en la Modelización intermedia fundamentalmente) donde las discusiones propuestas mostraron la mejoría en la habilidad de argumentación.
- Los estudiantes lograron apropiarse de los conocimientos ya que su lenguaje tanto escrito como gráfico fue creciendo a medida que el proceso de trabajo con la estrategia de Modelización transcurría.
- La aplicación de la estrategia de Modelización, si bien fue realizada en el marco de la virtualidad por las condiciones del Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio producido por la pandemia de COVID 19, permitió que los

estudiantes puedan realizar un proceso de transformación del conocimiento científico.

- Permitió que los estudiantes puedan realizar un proceso de aprendizaje constructivo en donde el conocimiento científico puede ser tangible en el marco del análisis de gestos motores.
- Brindó herramientas a los estudiantes que orientan a generar espacios de reflexión y análisis del conocimiento científico fomentando el espíritu crítico.
- Dejó evidencia de que los estudiantes pueden realizar su propio proceso de aprendizaje a través de una propuesta de intervención del docente que apunte a la indagación permanente y que requiere de un trabajo de reflexión del conocimiento, en relación con los saberes cotidianos.
- Los trabajos grupales que propuso la experiencia, generó actividades colaborativas que permitieron desarrollar entre los estudiantes, aptitudes como la tolerancia sobre pensamientos y miradas diversas.

Respecto a los obstáculos en el proceso de diseño y aplicación de la estrategia didáctica de Modelización, se observaron algunas tensiones en términos de advertencia, respecto a la aplicación y seguimiento de esta estrategia en grupos de estudiantes numerosos ya que el seguimiento debe ser minucioso para poder avanzar en cada fase del proceso,

El trabajo tuvo como limitación el tener que realizarse en forma virtual por la situación extraordinaria que se vivía por el ASPO. Resultó complejo analizar el movimiento del cuerpo percibiendo sólo a través de una cámara. Se perdían ángulos y miradas del análisis que seguramente en la presencialidad, podrían ser abordados de mejor manera; la fase de modelos de arribo dejó esto en evidencia.

Otro aspecto importante a destacar es el alto nivel de motivación y autonomía que los estudiantes mostraron durante todo el proceso didáctico, que le permitieron reconfigurar su relación con la física: “al final no era tan mala”, que los hicieron pensar y comprender: “Ahora entiendo por qué logramos movernos”; pudieron, además, poner en palabras el proceso realizado: “Después del trabajo miraba a personas moverse y veía las leyes de Newton”

Resulta evidente que este tipo de estrategia didáctica contribuye a generar espacios de reflexión donde se discuten pensamientos dentro del ambiente universitario en relación con hechos de la vida cotidiana los cuales favorecen a la inmersión del estudiante en su futuro profesional. A su vez promueve la sociabilidad y el respeto a la diversidad de opiniones tan necesario en los tiempos actuales. Son espacios donde la libertad de ideas fomenta ámbitos de discusión incentivando el espíritu crítico.

Sin dudas la Modelización como estrategia didáctica permite que el estudiante pueda tomar el control de su proceso de aprendizaje apropiándose del conocimiento científico.

MATERIALES DE REFERENCIA/ ANEXOS

- BIBLIOGRAFIA

- Aduriz-Bravo, A. (2013). A semantic view of scientific models for science education. *Science and Education*, 22, (7), 1593-1611.
- Adúriz-Bravo, A et al. (2009). « Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales », *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, ID : 10670/1.fwtt2.
- Adúriz-Bravo, A. (2005). Una introducción a la naturaleza de la ciencia: la epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales. Buenos Aires: Fondo Editorial Económico.
- Aliseda, A. (1998). La abducción como cambio epistémico: C. S. Peirce y las teorías epistémicas en inteligencia artificial. *Analogía*, 12(1), 125-144.
- Bahamonde, N. (2014). Pensar en la educación en Biología en los nuevos escenarios sociales: la sinergia entre modelización, naturaleza de la ciencia, asuntos socio-científicos y multirreferencialidad. *Biografía - Escritos sobre la Biología y su enseñanza*. Vol. 7 (13): pp. 87 – 98.
- Brosseau, G. (1999): “Educación y didáctica de las Matemáticas”. En *Educación Matemática*. México.
- Carlino, Paula (2006). *Escribir, leer y aprender en la universidad. Una introducción a la alfabetización académica*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Carlino, Paula (2002). Enseñar a escribir en la universidad: cómo lo hacen en Estados Unidos y por qué. *REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN*, 12 1-16.
- Carlino, Paula. (2001). ¿Quién debe ocuparse de enseñar a leer y a escribir en la universidad? Tutorías, simulacros de examen y síntesis de clases en humanidades. *Revista Lectura y Vida*.
- Chevallard, Y. (1998). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. 3ª ed. Buenos Aires: AIQUE.
- Elliot, J. (1990): *La investigación -acción en educación*. Madrid. Morata.
- Ezcurra, Ana María (2011): *Igualdad en educación superior. Un desafío mundial UNGS y IEC-CONADU*.
- Feldman, Daniel (2001) – Módulo de trabajo de la FFyL de la UBA I. El contenido como “conocimiento escolar”.
- Flexner, Abraham (1908) *El colegio americano. Una crítica*. Fundación Carnegie.
- Izquierdo, M. (2000). Fundamentos epistemológicos. En F. Perales y. C. Cañal (Eds.), *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 35-64). Madrid: Alcoy Marfil.

- Kemmis, S.; McTaggart, T. (1988). *Cómo planificar la investigación acción*. Barcelona.
- Lozano, E. (2020). Seminario de Taller de Análisis de propuestas y diseño programático disciplinar (el programa y la clase). Especialización en Docencia Universitaria. Universidad Nacional de Río Negro. Sede Atlántica.
- Lozano, E., Adúriz-Bravo, A., & Bahamonde, N. (2020). Un Proceso de Modelización de la Membrana Celular en la Formación del Profesorado en Biología en la Universidad. *Ciência & Educação (Bauru)*, 26. <https://doi.org/10.1590/1516-731320200027>.
- Lozano, E., García G., Bahamonde. N. (2016). "La construcción de islotes interdisciplinarios de racionalidad para el tratamiento de problemas complejos en la formación del profesorado." XII Jornadas Nacionales y VII Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. Ciudad Autónoma de Buenos Aires-Argentina.
- Lozano, E.(2015). Diseño, implementación y evaluación de una unidad didáctica para la enseñanza de modelos de membrana celular en la formación biológica del profesorado, con aportes de ideas metacientíficas provenientes del eje naturaleza de la ciencia. Neuquén, Tesis (Doctorado en Enseñanza de las Ciencias Naturales con Orientación en Biología) – Universidad Nacional del Comahue.
- Moreno-Arcuri, Griselda y López-Mota, Ángel D. (2013). "Construcción de modelos en clase acerca del fenómeno de la fermentación, con alumnos de educación secundaria". *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. No. 1, Vol. 9, pp. 53-78. Manizales: Universidad de Caldas.
- Nunez Moscoso ,Javier (2019). Razonamiento Abductivo: Una contribución a la creación del conocimiento en educación.308 *Cad. Pesqui.*, São Paulo, v.49 n.171 p.308-328.
- Peirce, Charles Sanders (1965) *Collected papers of Charles Sanders Peirce*. Cambridge: Harvard University Press.
- Rodríguez.G, Gil Flores. J,García Jiménez.E (1996) *Metodología de la Investigación Cualitativa*. Ed. Aljibe, Málaga.
- Stenhouse, L. (1987): *La investigación como base para la enseñanza*. Madrid. Morata.

ANEXOS

ANEXO 1

Universidad Nacional de Río Negro
Lic. en Kinesiología y Fisiatría
Cátedra: Biomecánica y Anatomía Funcional 2021

CUESTIONARIO 1 – Diagnóstico

Estimados estudiantes:

El equipo de cátedra preocupado por mejorar la enseñanza, está interesado en conocer algunas de las dificultades que los estudiantes tienen al aprender los contenidos que la asignatura Biomecánica y Anatomía Funcional les plantea. Es por eso que le solicitamos respondan este breve cuestionario a efectos de poder diseñar estrategias de trabajo que permitan articular los conocimientos que Uds. poseen con los nuevos que se pretenden transmitir.

Responda brevemente y de manera personal las siguientes preguntas:

1- ¿Conoces las Leyes de Newton?.....

En caso afirmativo,

2- ¿Encontras relaciones entre estas leyes, tu vida cotidiana y los desafíos que encuentras a diario?

.....

¿En caso de que sí, te animas a nombrar una?

.....

.....

.....

.....

.....

3- ¿Las podés relacionar con tu futuro profesional?

.....

En caso de que sí, ¿cómo se te ocurre que sería?

.....

.....

.....

.....

Muchas gracias!

ANEXO 2

Universidad Nacional de Río Negro
 Lic. en Kinesiología y Fisiatría
 Cátedra: Biomecánica y Anatomía Funcional 2021


ELECCIÓN DE ARTÍCULO

Estimados estudiantes:

El equipo de cátedra se encuentra diseñando una actividad para la próxima clase y para ello está interesado en conocer cuál de los artículos que se encuentran a continuación despierta mayor interés en ustedes. Es por eso que necesitamos que seleccionen uno de ellos para el armado de las actividades.

Seleccionen de forma personal el artículo que mayor interés le despierte. Su respuesta debe ser comunicada en el foro correspondiente del aula virtual.

Muchas gracias!

ARTÍCULO 1  Familias**Desarrollo motriz**

La teoría Pikler del movimiento libre para los bebés: autonomía, respeto y acompañamiento

Cómo favorecer el desarrollo de los niños sin presionarlos a cumplir objetivos estandarizados. Buenas y malas interpretaciones de la famosa pediatra.



Cada niño es particular y también su manera de aprender y apropiarse del mundo que lo rodea.

ARTÍCULO 2

La formación del cuerpo humano nació en el agua

Tecnología - viernes, 02 / Abr / 2004

(La Paz - La Razón)

El descubrimiento de un fósil cambia la teoría de la colonización en la Tierra.

La formación de los miembros del cuerpo humano comenzó en el agua y no por la colonización de la Tierra, según trabajos publicados ayer sobre el descubrimiento de un fósil de húmero de 370 millones de años, tal vez el más antiguo del mundo.

El fósil descubierto en el estado de Pensilvania (este) indica que los miembros evolucionaron de las aletas de los peces a fin de soportar el cuerpo y tal vez levantar la cabeza, características asociadas a la vida terrestre de los primeros anfibios tetrápodos, según el estudio de científicos de la Universidad de Chicago.

Esos peces con miembros poblaban las riberas no profundas de escaso caudal en el devónico superior, mucho antes de la llegada a la tierra de los vertebrados más antiguos, según el estudio publicado por la revista Science.

Algunos peces, como Eusthenopteron y Panderichthys, los más cercanos evolutivamente a los primeros vertebrados terrestres, tenían un esqueleto completo y los músculos necesarios para los "apoyos" en las aletas.

Sin embargo, sus articulaciones solamente permitían un movimiento limitado, señala un comentario en Science. Por ese motivo, los movimientos de avance, que los tetrápodos desarrollaron luego para su supervivencia en los continentes, era muy limitado en esos peces.

ANEXO 3

Universidad Nacional de Río Negro

Lic. en Kinesiología y Fisiatría

Cátedra: Biomecánica y Anatomía Funcional 2021

MODELIZACION INICIAL

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA/ISLOTE INTERDISCIPLINARIO DE RACIONALIDAD

Estimados estudiantes:

En base al artículo que han elegido por mayoría el equipo de cátedra les propone que respondan a la siguiente consigna de forma individual:

Clarín Familias

Desarrollo motriz

La teoría Pikler del movimiento libre para los bebés: autonomía, respeto y acompañamiento

Cómo favorecer el desarrollo de los niños sin presionarlos a cumplir objetivos estandarizados. Buenas y malas interpretaciones de la famosa pediatra.



Cada niño es particular y también su manera de aprender y apropiarse del mundo que lo rodea.

Piense y describa, mediante gráficos y textos explicativos, y con todo el detalle que pueda:

Desde la Física, ¿por qué un bebe logra pasar de una posición (sentado, acostado, cuatro patas, parado) a otra? ¿Qué es lo que sucede para que lo logre?

ANEXO 4

Universidad Nacional de Río Negro

Lic. en Kinesiología y Fisiatría

Cátedra: Biomecánica y Anatomía Funcional 2021

PRESENTACIÓN DE VÍDEO-MODELIZACIÓN INTERMEDIA

Estimados estudiantes: Con el fin de brindarles más herramientas para el entendimiento de las actividades planteadas en la clase anterior les adjuntamos un video que muestra la modalidad de trabajo en un aula modelo Pickler.

[Aula Pikler - Bing video](#)

¿Este video les aporta nuevas herramientas para analizar las actividades planteadas?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ANEXO 5

Universidad Nacional de Río Negro

Lic. en Kinesiología y Fisiatría

Cátedra: Biomecánica y Anatomía Funcional 2021

ACTIVIDAD DE APLICACIÓN

Estimados estudiantes: Este es un cuestionario de aplicación en base a lo trabajado a lo largo de la unidad "Fundamentos científicos de la Biomecánica". A partir del gesto motor que se encuentra adjunto en el enlace virtual deberán responder a las 8 consignas que se encuentran a continuación de forma individual.

- 1. Describa posición inicial, intermedia y final***
- 2. En cada una de esas posiciones identifique: (se pueden realizar gráficos)***
 - ***centro de masa***
 - ***centro de gravedad***
 - ***punto motor***
 - ***automatismo de fondo***
- 3. ¿Reconoce a las leyes de Newton dentro del gesto? En caso afirmativo describa cada una de ellas dentro del gesto elegido. (se puede graficar dentro de la explicación)***
- 4. ¿Qué es una unidad Biocinematica? ¿podría describir la del gesto?***
- 5. Mencione dos estructuras neuroanatomicas que considere necesarias para la realización del gesto elegido. Describa la función de cada una de ellas en relación al gesto***
- 6. Elija una articulación de la unidad biocinématica del gesto y describa tipo, género y un movimiento que realice analizado desde la osteocinematica y desde la artrocinematica.***
- 7. Describa con sus palabras la relación que encuentra entre la Ley de Hooke y la curva de tensión/ deformación.***
- 8. Describa con todo el detalle posible a qué nos referimos cuando hablamos de movimiento eficaz, eficiente y efectivo.***

ANEXO 6

Universidad Nacional de Río Negro

Lic. en Kinesiología y Fisiatría

Cátedra: Biomecánica y Anatomía Funcional 2021

CUESTIONARIO DE PERCEPCIONES DE ESTUDIANTES

Estimados estudiantes: Con el objetivo de mejorar estrategias pedagógicas de la asignatura el equipo de cátedra está interesado en conocer sus percepciones en cuanto a las clases sobre las Leyes de Movimiento. Es por eso que les solicitamos que respondan de manera individual a las siguientes preguntas.

1. ¿Qué opinión te merecen las clases sobre las leyes de Movimiento?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. ¿Qué factores te resultaron positivos y cuáles negativos?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Otras cuestiones que quisiera comentar:

.....
.....
.....
.....
.....