

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ**

Escuela de Posgrado



**Transposición praxeológica sobre la proporcionalidad
entre dos instituciones para carreras de Ciencias de la
Salud**

Tesis para obtener el grado académico de Maestra en Enseñanza
de las Matemáticas que presenta:

Stefany Andrea Garcia Rojas

Asesor:

Dr. Francisco Javier Ugarte Guerra

Lima, 2025


Informe de Similitud

Yo, Francisco Javier Ugarte Guerra, docente de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesora de la tesis/el trabajo de investigación titulado TRANSPOSICIÓN PRAXEOLÓGICA SOBRE LA PROPORCIONALIDAD ENTRE DOS INSTITUCIONES DE CARRERAS DE CIENCIAS DE LA SALUD, de la autora Stefany Andrea Garcia Rojas, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 5%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el 25/03/2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha:

Lima, marzo 2025.

Apellidos y nombres de la asesora: Ugarte Guerra Francisco Javier	
DNI: 06779604	Firma: 
ORCID: 0000-0001-5071-8924	

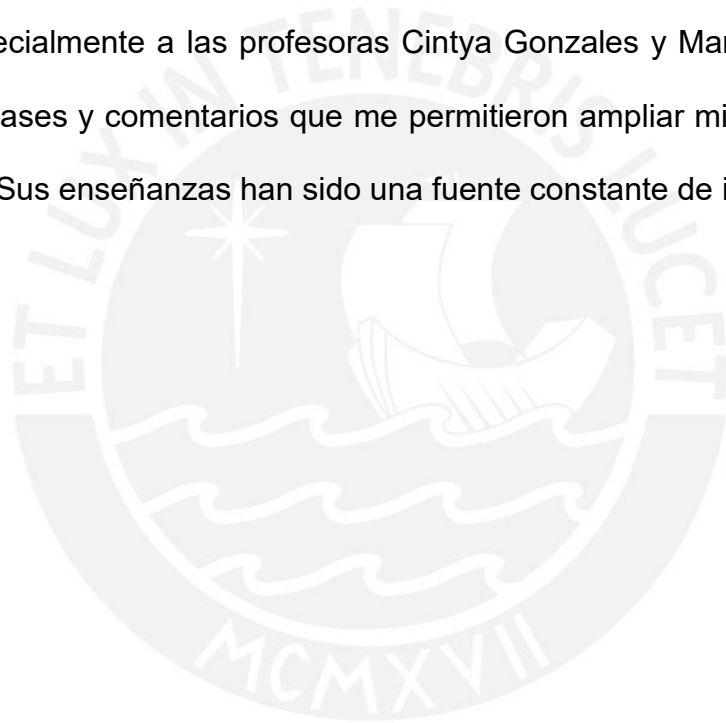
Dedicatoria



*A mi querido esposo, Alex,
Por su paciencia, apoyo incondicional y amor constante.
Gracias por estar siempre a mi lado*

Agradecimientos

Expreso mi más sincero agradecimiento al Dr. Francisco Ugarte, mi asesor de tesis, por su invaluable guía y apoyo en este proceso. Su conocimiento de la Teoría Antropológica de lo Didáctico fue fundamental para el desarrollo de esta investigación. Asimismo, agradezco a los docentes de la Maestría de Enseñanza de las Matemáticas de la PUCP, especialmente a las profesoras Cintya Gonzales y Maritza Luna, por sus enriquecedoras clases y comentarios que me permitieron ampliar mi perspectiva sobre las matemáticas. Sus enseñanzas han sido una fuente constante de inspiración.



Resumen

Este trabajo describe y compara cómo se trabaja el concepto matemático de proporcionalidad dentro del curso denominado Razonamiento cuantitativo con una asignatura de la especialidad. La investigación se lleva a cabo en la Facultad de Ciencias de la Salud de una universidad peruana que ofrece seis carreras: Medicina, Odontología, Terapia Física, Veterinaria, Nutrición y Ciencias del Deporte. Esto se debe a que cada carrera incluye una temática relacionada a la nutrición que aborda el cálculo de nutrientes que están basados en tablas alimentarias o nutricionales. En estas, se evidencia el fundamento matemático, pues al momento de la prescripción de una dieta se observa la noción de proporcionalidad. En ese sentido, el objetivo de nuestro trabajo es analizar la transposición praxeológica sobre la proporcionalidad entre dos instituciones para las carreras de ciencias de la salud. La investigación se basa en la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD), precisamente en el modelo praxeológico extendido, propuesto por Castela (2016). Esto permite distinguir entre las componentes teóricas y prácticas de la tecnología. Para ello, se sigue un proceso metodológico de dos fases: primero, un análisis praxeológico individual en cada curso; luego, una comparación de los resultados para identificar los conocimientos que se trasladan de una institución a otra, es decir, la transposición praxeológica vista en Chevallard (1999).

Palabras clave: *Proporcionalidad, Ciencias de la Salud, Dietas Alimentarias, Teoría Antropológica de lo Didáctico, Modelo Praxeológico Extendido.*

Abstract

This paper describes and compares how the mathematical concept of proportionality is worked on in a mathematics course and then in a subject of the specialty. The research is being carried out at a Peruvian university that offers six careers in its faculty of health sciences: medicine, dentistry, physical therapy, veterinary, nutrition and sports sciences. Each race includes one related to nutrition and the calculation of nutrients from food or nutritional tables. The mathematical basis for the prescription of a diet is the notion of proportionality. The aim of our work is to analyze the praxeological transposition on proportionality when circulating between a mathematics course and a nutrition course. The research is based on the Anthropological Theory of Didactics (TAD), more precisely on the extended praxeological model, proposed by Castela (2016), which allows us to distinguish between the theoretical and practical components of technology. To this end, a methodological process of two phases is followed: first, an individual praxeological analysis in each course, and then, a comparison of the results to identify the knowledge that is transferred from one institution to another, that is, the praxeological transposition seen in Chevallard (1999).

Keywords: *Proportionality, Health Sciences, Food Diets, Anthropological Theory of Didactics, Extended Praxeological Model.*

ÍNDICE

CAPÍTULO I: PROBLEMÁTICA	14
1.1 Investigaciones de Referencia	14
1.2 Justificación.....	19
CAPÍTULO II: ASPECTO TEÓRICO Y METODOLÓGICO	23
2.1 Elementos de la Teoría Antropológica de lo Didáctico.....	23
2.2 Marco metodológico.....	31
2.3 Epistemología de la proporcionalidad	34
CAPÍTULO III: ANÁLISIS PRAXEOLÓGICO SOBRE LA PROPORCIONALIDAD EN TEXTOS DEL CURSO DE RAZONAMIENTO CUANTITATIVO	40
3.1. Descripción de los libros de textos del Curso de Razonamiento Cuantitativo.....	41
3.2. Análisis praxeológico de la Proporcionalidad en el libro de texto de Razonamiento Cuantitativo	49
3.3 Resumen de lo hallado	64
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS PRAXEOLÓGICO DE LA PROPORCIONALIDAD EN TEXTOS DE LOS CURSOS RELACIONADOS CON LA NUTRICIÓN	67
4.1 Entrevista con la especialista.....	68
4.2 Descripción de los libros de texto del Cursos de especialidad.....	70
4.3 Análisis praxeológico de los libros de texto del Cursos de especialidad.....	76
4.4 Resumen de lo hallado	98
4.5 Comparación de los componentes praxeológicos de cada institución de enseñanza	100
4.6 Validación de las tecnologías teóricas <i>θth</i> y práctica <i>θp</i> en cada institución...	108
CAPÍTULO V: CONSIDERACIONES FINALES	114



LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Ciclos en los que se imparten cursos de la Facultad de Ciencias de la Salud .	20
Tabla 3 Ejemplos de los enfoques griego y chino	37
Tabla 4 Descripción de los libros de textos del Curso de Razonamiento Cuantitativo .	42
Tabla 5 Libro de Matemática: Razonamiento y Aplicaciones	43
Tabla 6 Libro de Bioestadística	45
Tabla 7 Libro de Razonamiento Cuantitativo	46
Tabla 8 Ejemplo para la tarea t12	54
Tabla 9 Libros relacionados con tablas nutricionales en el curso Nutrición y Metabolismo	71
Tabla 10 Libros relacionados con tablas nutricionales en el curso Dietética y Diseño de Dietas	72
Tabla 11 Libros relacionados con tablas nutricionales en el curso Nutrición Animal	73
Tabla 12 Ejemplo del cálculo de las NEE en una persona sana	75
Tabla 13 Información del libro Nutrición y Dietética Clínica	77
Tabla 14 Información sobre el libro de Krause Dietoterapia.....	82
Tabla 15 Fórmulas Consideradas para Calcular la Cantidad de Calorías.....	89
Tabla 16 Ejemplo para la tarea t11 *	90
Tabla 17 Ejemplo para la tarea t21 *	96

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 <i>Esquema de las instituciones en la TAD</i>	26
Figura 2 <i>Recorridos praxeológicos entre instituciones</i>	27
Figura 3 <i>Esquema del modelo praxeológico extendido</i>	28
Figura 4 <i>Esquema del procedimiento metodológico de la investigación</i>	34
Figura 5 <i>Esquema de los inicios de la Proporcionalidad</i>	35
Figura 6 <i>Cálculo de la antifairesis de 15 y 2</i>	36
Figura 7 <i>Esquema de los cursos de las carreras de Ciencias de la Salud</i>	40
Figura 8 <i>Producto cruzado</i>	44
Figura 9 <i>Ejemplo de los problemas propuestos</i>	47
Figura 10 <i>Fórmulas de las NEE</i>	50
Figura 11 <i>Tipo de tarea T1 del Libro de Razonamiento Cuantitativo</i>	56
Figura 12 <i>Tipo de tarea T2 del Libro de Razonamiento Cuantitativo</i>	58
Figura 13 <i>Resumen del tipo de tarea T3 del Libro de Razonamiento Cuantitativo</i>	59
Figura 14 <i>Ejemplo de las tareas t21 y t31 del Libro de Razonamiento Cuantitativo</i>	60
Figura 15 <i>Ejemplo de las tareas t21 y t31 en la actividad 20</i>	61
Figura 16 <i>Contexto de tarea t41</i>	62
Figura 17 <i>Ejemplo de la tarea t41</i>	62
Figura 18 <i>Resumen tipo de tarea T4 del Libro de Razonamiento Cuantitativo</i>	63
Figura 19 <i>Ejemplo del tipo de tarea T5</i>	64
Figura 20 <i>Resumen tipo de tarea T5 del Libro de Razonamiento Cuantitativo</i>	64
Figura 21 <i>Modelo praxeológico sobre la proporcionalidad en libro de Razonamiento Cuantitativo MPP</i>	66

Figura 22 <i>Tabla de la cantidad de sodio por 100g de alimento</i>	80
Figura 23 <i>Tabla de equivalentes por de 10g de hidratos de carbono</i>	80
Figura 24 <i>Ejemplo del grupo 2 de casos clínicos</i>	83
Figura 25 <i>Ejemplo del grupo 1 de casos clínicos</i>	84
Figura 26 <i>Ejemplo de las preguntas del grupo 1 de casos clínicos</i>	84
Figura 27 <i>Fórmulas para hallar el NEE en niños y mujeres sin condiciones médicas</i> ..	87
Figura 28 <i>Fórmula para calcular el GET en una mujer considerada con sobrepeso</i>	88
Figura 29 <i>Resumen del tipo de tarea T1*</i>	93
Figura 30 <i>Ingesta dietética de referencia de fibra</i>	95
Figura 31 <i>Alimento con 2g de fibra</i>	95
Figura 32 <i>Resumen del tipo de tarea T2*</i>	98
Figura 33 <i>Modelo praxeológico sobre los Usos de la Proporcionalidad en el libro de Krause Dietoterapia</i>	100
Figura 34 <i>Relaciones entre los tipos de tareas y tareas de MPP y MPUP</i>	102
Figura 35 <i>Relaciones entre los tipos de tareas y tareas de MPP y MPUP</i>	103
Figura 36 <i>Comparación entre las tecnologías teóricas y prácticas</i>	105
Figura 37 <i>Comparación entre las teorías</i>	106
Figura 38 <i>Modelo Praxeológico extendido sobre la Proporcionalidad</i>	108
Figura 39 <i>Modelo Praxeológico extendido sobre los Usos de la Proporcionalidad</i>	109
Figura 40 <i>Transposición Praxeológica entre dos instituciones de enseñanza</i>	111

Introducción

La proporcionalidad es un concepto transversal que se presenta en diversos niveles educativos. Sin embargo, es en la educación superior donde sus aplicaciones adquieren una mayor relevancia y complejidad. Esto se debe a que se integra directamente en los ámbitos profesionales de los estudiantes, en particular, en las carreras de ciencias de la salud. En estas, la proporcionalidad es un pilar fundamental, especialmente, en el campo de la Nutrición. Dentro de este campo, la interpretación de tablas de composición de alimentos es una herramienta esencial para diseñar dietas equilibradas. Además, de requerir un sólido entendimiento de este concepto, la presentación en estas tablas suele ser compleja y se necesita de conocimientos matemáticos para su correcta interpretación. Asimismo, es importante indicar que los futuros profesionales de la salud son quienes diseñan planes alimenticios o deben interpretar los valores nutricionales de las etiquetas de los alimentos. Basados en estos datos, es crucial que ellos comprendan cómo se transfiere y aplica el concepto de proporcionalidad que se presentan en los cursos básicos de matemáticas hasta situaciones reales de su ámbito laboral.

Ante lo mencionado, en este estudio, se explora cómo se transpone la praxeología sobre la proporcionalidad entre dos instituciones para carreras de ciencias de la salud. El objetivo de esta investigación consiste en analizar, desde la perspectiva de la Teoría Antropológica de lo Didáctico, las praxeologías presentes tanto en los cursos de matemáticas como en los de nutrición y cómo se produce la transposición praxeológica entre ambas. Para esto, se plantean cuatro objetivos específicos: (a) Identificar las instituciones relacionadas con el análisis, (b) Identificar las praxeologías sobre la proporcionalidad en cada institución de enseñanza, (c) Comparar los componentes praxeológicos en cada institución de enseñanza, y (d) Validar las tecnologías teóricas y prácticas en cada institución de enseñanza.

En este estudio investigativo, se estructura en cinco capítulos. El primero se enfoca en presentar los antecedentes de la investigación y a justificar su pertinencia. En el segundo capítulo, se aborda el marco teórico que sustenta este estudio en la Teoría

Antropológica de lo Didáctico. La idea es analizar cómo se presenta el concepto de proporcionalidad en un curso de matemática y en una asignatura relacionado con la nutrición. Para ello, se apoya en el modelo praxeológico extendido propuesto por Castela (2016). Esto se debe a que proporciona herramientas para construir y reconstruir praxeologías relacionadas a este concepto cuyas justificaciones serán tanto teóricas relacionadas a las matemáticas, así como en la nutrición; asimismo, se sustenta en la práctica laboral.

Además, se detalla la metodología, que se dividirá en dos etapas para su respectivo análisis. También, en este capítulo, se desarrolla una profunda indagación epistemológica del concepto de proporcionalidad. El objetivo principal de este análisis consiste en comprender la génesis y desarrollo histórico de este concepto matemático, así como su evolución para ser enseñada en el ámbito educativo. Esto permite tomar distancia y una actitud crítica al momento de analizar cómo “viaja” este objeto de estudio desde un curso de matemática a nivel universitario para estudiantes de ciencias de la salud a un curso de nutrición relacionado con sus carreras.

Para el tercer capítulo, se realiza un análisis praxeológico sobre la proporcionalidad de la enseñanza en las matemáticas $E(M)$. Para ello, se revisa el material bibliográfico propuesto en el sílabo del curso y cómo se presenta este objeto de estudio, su definición y propiedades.

En el cuarto capítulo, la institución que se estudiará es la de enseñanza de disciplinas intermedias $E(DI)$ relacionados con tablas alimentarias o nutricionales. Además, se realiza las conexiones y diferencias entre ellas para indicar la relación existente, mostrando sus justificaciones y reconociendo si son teóricas o prácticas.

En el último capítulo, se desarrolla las consideraciones finales en las que se indicará si los objetivos propuestos fueron resueltos o si se encontró alguna dificultad, y qué componentes de la praxeología se transforma o mantienen en las instituciones analizadas. Además, se brindan algunas recomendaciones para futuros trabajos en esta línea de investigación.

CAPÍTULO I: PROBLEMÁTICA

En el presente capítulo, se presentará una revisión de la literatura científica que sustenta esta investigación. Los estudios seleccionados se centrarán en aquellos que abordan la proporcionalidad desde una perspectiva de las ciencias de la salud. Además, hace énfasis en la importancia de las tablas nutricionales y utiliza el modelo praxeológico extendido como marco teórico. A continuación, se justificará la relevancia de estudiar la relación entre los conocimientos matemáticos, específicamente la proporcionalidad, y las competencias profesionales requeridas en las carreras de ciencias de la salud en el contexto de una universidad peruana. Finalmente, se presentará la pregunta de investigación, los objetivos generales y específicos.

1.1 Investigaciones de Referencia

La búsqueda bibliográfica se centró en identificar aquellas investigaciones que abordan de manera directa y profunda la relación entre la proporcionalidad, las tablas nutricionales y el ámbito de las ciencias de la salud a nivel universitario. Para ello, se establecieron rigurosos criterios de inclusión, que permitieron seleccionar un conjunto de investigaciones que sería el sustento de la presente investigación. La construcción de esta considera los siguientes tres criterios:

- Investigaciones relacionadas a la proporcionalidad en el contexto de las ciencias de la salud.
- Investigaciones relacionadas a la importancia de las tablas nutricionales.
- Investigaciones relacionadas con el modelo praxeológico extendido.

1.1.1 Investigaciones relacionadas a la proporcionalidad en el contexto de ciencias de la salud

En la matemática, la proporcionalidad constituye un pilar fundamental en la formación de profesionales de la salud. Su aplicación trasciende los límites teóricos y se manifiesta en la práctica clínica diaria, desde el cálculo preciso de dosis farmacológicas hasta la interpretación de datos epidemiológicos. La investigación realizada por Aviña et al. (2019) afirman la relevancia de desarrollar habilidades de pensamiento proporcional en estudiantes de medicina desde las primeras etapas de su formación.

Según estos autores, la capacidad de establecer relaciones proporcionales es esencial en diversos ámbitos de la práctica médica. En farmacología, por ejemplo, la correcta administración de medicamentos depende en gran medida de la capacidad de calcular dosis precisas en función del peso del paciente y la concentración del fármaco. En nutrición, la planificación de dietas equilibradas requiere la comprensión de las proporciones adecuadas de macronutrientes y micronutrientes. Además, en epidemiología, la interpretación de datos estadísticos y el cálculo de tasas de incidencia y prevalencia se basan en el establecimiento de relaciones proporcionales entre diferentes variables.

A través de una actividad práctica, denominada "Dieta blanda hospitalaria", los investigadores demostraron cómo los futuros profesionales de la salud pueden aplicar estos conocimientos matemáticos en un contexto real y significativo. En esta actividad, los estudiantes se enfrentaron al desafío de calcular las cantidades exactas de alimentos necesarios para preparar una dieta especial para pacientes hospitalizados. Este ejercicio requirió la aplicación de conceptos de razón y proporción. Los resultados obtenidos revelaron que, aunque algunos estudiantes experimentaron dificultades iniciales, la mayoría logró superar los obstáculos y desarrollar una comprensión sólida de los principios de la proporcionalidad. En conclusión, el estudio de Aviña et al. (2019) enfatiza la importancia de integrar la enseñanza de la proporcionalidad en los planes de estudio de las carreras de salud. Al proporcionar a los estudiantes oportunidades para aplicar

estos conocimientos en situaciones reales y significativas, se fomenta una comprensión más profunda y duradera de los principios matemáticos subyacentes a la práctica clínica; esto, a su vez, contribuye a la formación de profesionales más competentes y capaces de tomar decisiones informadas en un entorno sanitario cada vez más complejo.

Otra investigación que enfatiza la importancia del razonamiento proporcional en los estudiantes de ciencias de la salud es el de Oliveros et al. (2007). Esto se debe a que muestra que, desde el cálculo preciso de dosis de medicamentos hasta la interpretación de resultados de laboratorio que pasa por la preparación de soluciones intravenosas y la evaluación de escalas de medición, la proporcionalidad se manifiesta como una herramienta indispensable. Sin embargo, estos investigadores revelan que los estudiantes de las ciencias de la salud a menudo recurren a procedimientos algorítmicos, lo que limita su comprensión profunda de los conceptos subyacentes. Esta tendencia obstaculiza la capacidad de los profesionales en formación para abordar la amplia gama de situaciones clínicas donde la proporcionalidad es crucial, por lo que es fundamental desarrollar propuestas didácticas que promuevan una comprensión conceptual sólida y una mayor capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones reales en su ámbito laboral. Ello garantiza así una práctica clínica segura y eficaz.

Fuentes (2021) presenta una propuesta innovadora para enseñar proporcionalidad a estudiantes de secundaria a través del análisis de tablas nutricionales. Al solicitar a los estudiantes que calculen el porcentaje de calorías en diferentes alimentos y que diseñen menús equilibrados, el investigador demuestra cómo la proporcionalidad puede ser aplicada a situaciones de la vida cotidiana. Esta investigación sienta las bases para nuestro estudio, que se centra en analizar la relación entre la proporcionalidad aprendida en un curso de matemática de una carrera de salud y su aplicación en una asignatura de nutrición.

A diferencia del estudio de este autor, nuestra investigación se enfocará en un estudiante universitario. Por ejemplo, mientras que Fuentes (2021) se centra en alimentos procesados, nuestro estudio se centra en alimentos sin procesar. Además, se explora en mayor profundidad el concepto de masa de los alimentos y su relación con el

valor calórico. Por ejemplo, si una porción de cereal contiene 150 calorías, se puede determinar fácilmente cuántas calorías consumiremos si comemos dos porciones. Asimismo, se puede calcular cuántas porciones de un determinado alimento necesitamos para cubrir nuestras necesidades diarias de un nutriente específico. Esta habilidad es esencial para los profesionales de la salud, quienes utilizan las tablas nutricionales para evaluar el estado nutricional de sus pacientes y diseñar dietas terapéuticas. En resumen, la proporcionalidad es una herramienta indispensable para tomar decisiones informadas sobre la alimentación y garantizar una buena salud.

Tanto en las investigaciones de Aviña et al. (2019) como el de Oliveros et al. (2007), se observa las diversas aplicaciones de la proporcionalidad en el área de la salud y la relevancia de plantear problemas de proporcionalidad en este contexto. Si bien en Fuentes (2021) no aplica su investigación a estudiantes universitarios, él sí logra aplicarlos en escolares de los últimos años. En su artículo, hace mención sobre la importancia de la contextualización de las tablas nutricionales con el fin de introducir y enseñar el tema de la proporcionalidad. Esto nos abre una opción del poder analizar la proporcionalidad vista en tablas nutricionales. Ello promueve a la vez la importancia de obtener este tipo de información no solo por los futuros profesionales médicos sino en general en todas las personas, pues la buena alimentación siempre será un factor crucial para tener una buena salud. Por esta razón, se desarrollará cuán importante son las tablas nutricionales en la siguiente sección.

1.1.2 La importancia de las tablas nutricionales

En la investigación de Tumani et al. (2020), se presenta el trabajo del nutricionista clínico y de las habilidades que requiere para realizar un adecuado diagnóstico nutricional en sus pacientes. Según los autores, el profesional de la salud debe desarrollar un pensamiento crítico y un razonamiento clínico. Estas dos habilidades deben ir forjándose desde pregrado. Con respecto al razonamiento clínico, según Tumani et al. (2020) mencionan que es un proceso de toma decisiones para brindar la mejor opción de plan nutricional y este tenga éxito. Para ello, es necesario que, desde su

formación, los futuros nutricionistas adquieran habilidades y destrezas que les permitan desarrollar muchas capacidades entre ellas la de interpretar datos. La capacidad de interpretar información es muy importante, ya que permitirá transformar las prescripciones dieto terapéuticas a instrucciones claras que el paciente pueda entender y así cumplirlas. Por lo tanto, se puede inferir de la investigación que la interpretación de datos que incluye los provenientes de las tablas nutricionales son importantes para los nutricionistas y estudiantes de ciencias de la salud. Por este motivo, esta capacidad se debe forjar desde los primeros ciclos de la universidad.

1.1.3 Investigaciones relacionadas con el modelo praxeológico extendido

En la Enseñanza de las Matemáticas, el análisis de las praxeologías matemáticas desde la perspectiva de la Teoría Antropológica de lo Didáctico es un enfoque relevante para analizar la actividad humana. En particular, el modelo praxeológico extendido, estudio que se encuentra dentro de esta teoría, permite comprender la compleja relación entre el saber matemático y su aplicación en diversos contextos profesionales. En este contexto, investigaciones como las de Gonzales (2020) y Flores (2021) aportan valiosas perspectivas sobre cómo se articula este saber en la formación de ingenieros. Ambos trabajos convergen en la utilización del modelo praxeológico extendido propuesto por Castela (2016), que proporciona un marco teórico sólido para el análisis de la actividad matemática en su totalidad. Además, se considera la interrelación entre las tareas, las técnicas, las justificaciones tecnológicas y las teorías que las sustentan. El concepto clave de "cruce de fronteras", introducido por Castela (2016), describe la transformación que experimenta el conocimiento matemático al ser aplicado en contextos disciplinares específicos. Este concepto resulta central para comprender cómo el saber matemático se adapta y se reinterpreta en función de las necesidades de cada campo de la ingeniería, lo que genera praxeologías específicas.

Tanto Gonzales (2020) como Flores (2021) demuestran la importancia de contextualizar la enseñanza de las matemáticas en problemas reales y significativos para

los futuros profesionales. Esto establece conexiones claras entre los cursos de matemáticas y las disciplinas de ingeniería. Gonzales (2020) enfatiza la necesidad de que la enseñanza de la integral definida se centre en aplicaciones prácticas relevantes para los ingenieros químicos. En cambio, Flores (2021), destaca la conexión entre los cursos de ecuaciones diferenciales y control clásicos, y demuestra la utilidad de la transformada de Laplace en el análisis de sistemas de control. Ambos estudios, al utilizar el modelo praxeológico extendido, demuestran la necesidad de examinar las praxeologías para comprender las dificultades de aprendizaje de los estudiantes y diseñar estrategias de enseñanza más efectivas. Estas investigaciones son fundamentales para el presente estudio, ya que proporcionan un marco teórico y metodológico sólido para analizar las praxeologías matemáticas en un contexto profesional. Si bien se centran en la ingeniería, su enfoque en el "cruce de fronteras" y la importancia de la contextualización y la conexión entre disciplinas es directamente aplicable a otros campos. Ello incluye las ciencias de la salud, que es el contexto de esta investigación. Específicamente, se adopta el modelo praxeológico extendido de Castela (2016). Como marco teórico principal, se adaptará la metodología empleada por Gonzales (2020) y Flores (2021). Para analizar las praxeologías en las ciencias de la salud, se enfatizará en analizar cómo estos conocimientos circulan de un curso de matemáticas a una asignatura de las disciplinas del campo de la salud.

1.2 Justificación

La enseñanza de la proporcionalidad en las carreras de ciencias de la salud resulta fundamental para la comprensión de conceptos clave como probabilidad, funciones y ecuaciones, los cuales son abordados en los cursos de matemática de estas carreras (Aviña et al., 2019). Esta importancia es respaldada por Oliveros et al. (2007), quienes demuestran la amplia aplicación de la proporcionalidad en el ámbito profesional, especialmente en la dosificación de medicamentos, tasas de natalidad y concentraciones de sustancias. Dado su relevancia, esta investigación se centrará en el estudio de la proporcionalidad en el contexto de la nutrición. En particular, se explorará su aplicación en el análisis de tablas de composición de alimentos, una herramienta esencial para

diseñar dietas equilibradas y mejorar la salud de los pacientes (Martínez y Portillo, 2011). Este objeto matemático es crucial en este proceso, ya que permite comparar el contenido de nutrientes en diferentes alimentos y establecer las proporciones adecuadas para las prescripciones dietéticas. En esta misma línea, Tumaní et al. (2020) señala que la capacidad de interpretar datos y transformar las prescripciones dietéticas en instrucciones claras es fundamental para el éxito terapéutico. Por ello, es crucial que los estudiantes de las carreras de ciencias de la salud adquieran una profunda comprensión de la proporcionalidad mediante un análisis crítico y reflexivo.

Tabla 1

Ciclos en los que se imparten cursos de la Facultad de Ciencias de la Salud

Carrera	Cursos y Ciclos
Terapia Física	- Razonamiento Cuantitativo (2 ciclo) - Nutrición y Metabolismo (3 ciclo)
Odontología	- Razonamiento Cuantitativo (2 ciclo) - Nutrición y Metabolismo (4 ciclo)
Medicina	- Razonamiento Cuantitativo (3 ciclo) - Nutrición y Metabolismo (5 ciclo)
Nutrición y Dietética	- Razonamiento Cuantitativo (3 ciclo) - Dietética y Diseño de Dietas (5 ciclo)
Veterinaria	- Razonamiento Cuantitativo (4 ciclo) - Nutrición Animal (6 ciclo)
Ciencias de la actividad física y el deporte	- Razonamiento Cuantitativo (3 ciclo) - Nutrición en Actividad Física (7 ciclo)

Nota. Los ciclos indican el semestre en el que se imparte cada curso. De Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (2023). Plan Curricular 2023-2.

La enseñanza de la proporcionalidad en las carreras de ciencias de la salud resulta fundamental para la comprensión de conceptos clave como probabilidad, funciones y ecuaciones, los cuales son abordados en los cursos de matemática de estas carreras

(Aviña et al., 2019). Esta importancia es respaldada por Oliveros et al. (2007), quienes demuestran la amplia aplicación de la proporcionalidad en el ámbito profesional, especialmente en la dosificación de medicamentos, tasas de natalidad y concentraciones de sustancias. Dado su relevancia, esta investigación se centrará en el estudio de la proporcionalidad en el contexto de la nutrición. En particular, se explorará su aplicación en el análisis de tablas de composición de alimentos, una herramienta esencial para diseñar dietas equilibradas y mejorar la salud de los pacientes (Martínez y Portillo, 2011). Este objeto matemático es crucial en este proceso, ya que permite comparar el contenido de nutrientes en diferentes alimentos y establecer las proporciones adecuadas para las prescripciones dietéticas. En esta misma línea, Tumani et al. (2020) señala que la capacidad de interpretar datos y transformar las prescripciones dietéticas en instrucciones claras es fundamental para el éxito terapéutico. Por ello, es crucial que los estudiantes de las carreras de ciencias de la salud adquieran una profunda comprensión de la proporcionalidad mediante un análisis crítico y reflexivo.

Tabla 1 muestra un resumen de la malla curricular de las carreras de ciencias de la salud donde se revela que el área de la nutrición y, por ende, las tablas de composición de alimentos, se abordan en diversas especialidades. Sin embargo, el único curso de matemáticas que comparten estas carreras es el de Razonamiento Cuantitativo. En esta, se introducen los conceptos básicos de proporcionalidad.

El modelo praxeológico extendido de Castela (2016) proporciona un marco teórico valioso para analizar cómo los conocimientos matemáticos y cómo la proporcionalidad se transforman, y se adaptan al contexto específico de la nutrición. Este modelo reconoce que las matemáticas no son estáticas, sino que evolucionan y se reconfiguran en función de las demandas de cada disciplina. En el caso de la proporcionalidad, este concepto fundamental se encuentra presente tanto en los cursos de matemáticas como en las disciplinas específicas de las ciencias de la salud. Un ejemplo de ello es la nutrición. Sin embargo, la forma en que se utiliza y se enseña la proporcionalidad podría variar entre estos dos tipos de cursos como se evidencia en trabajos anteriores de Flores (2021) y Gonzales (2020), quienes han analizado la aplicación de conceptos matemáticos en diferentes disciplinas profesionales. Sin embargo, a diferencia de estos estudios

enfocados en ingeniería, nuestro trabajo se centrará en la transposición praxeológica de la proporcionalidad en el ámbito de la salud, un área que ha sido menos explorada en las investigaciones. En este estudio, se enfocará en comprender cómo se transfiere el conocimiento de la proporcionalidad desde los cursos de matemáticas a las aplicaciones prácticas en nutrición, y cómo esta transferencia puede ayudar a mejorar la formación de los futuros profesionales de la salud. Cabe resaltar que a diferencia de los conceptos analizados por Flores (2021) y Gonzales (2020), la presente investigación se centra en un concepto matemático fundamental como la proporcionalidad que es transversal a diversas disciplinas y niveles educativos. Por ende, se busca contribuir en una mayor comprensión de este objeto matemático y su adaptación a las necesidades de la práctica profesional.

Pregunta de investigación

Por lo mencionado anteriormente, planteamos la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se transpone la praxeología sobre la proporcionalidad entre dos instituciones para carreras de ciencias de la salud?

Objetivo general

Analizar la transposición praxeológica sobre la proporcionalidad entre dos instituciones para carreras de ciencias de la salud.

Objetivos específicos

- Identificar las instituciones relacionadas con el análisis.
- Identificar las praxeologías sobre la proporcionalidad en cada institución de enseñanza.
- Comparar los componentes praxeológicos en cada institución de enseñanza.
- Validar las tecnologías teóricas (θ^{th}) y prácticas (θ^p) en cada institución de enseñanza.

CAPÍTULO II: ASPECTO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

En este capítulo, presentaremos algunos elementos de la Teoría Antropológica de lo Didáctico que se emplearán en la investigación. Por ejemplo, abordaremos nociones sobre las praxeologías, institución, el modelo praxeológico extendido, etc. También se presentará la metodología que guiará este trabajo y permitirá alcanzar el objetivo principal y los objetivos específicos teniendo como referencia los trabajos de Gonzales y Gaita (2022), Flores (2021), Gonzales (2020).

2.1 Elementos de la Teoría Antropológica de lo Didáctico

Teoría Antropológica de lo Didáctico

La Teoría Antropológica de lo Didáctico (en adelante TAD), considera a la actividad matemática, y en consecuencia la actividad del estudio en matemáticas, en el conjunto de actividades humanas y de instituciones sociales. (Chevallard, 1999).

El modelo praxeológico de Chevallard

Según Castela (2016) la noción de praxeología según la TAD nos brinda un modelo de producciones cognitivas institucionales las cuales se presentan mediante el siguiente modelo $[T, \tau, \theta, \Theta]$ y este se compone de dos bloques:

- El saber-hacer o la *praxis* $[T, \tau]$ donde T es un tipo de tareas, τ una técnica, es decir los procedimientos no necesariamente algorítmicos. Una técnica no necesariamente resuelve todas las tareas de un tipo de tareas T a la cual es relativa, a la parte que sí resuelve se llama alcance de la técnica, de manera que se puede decir que “no se sabe, en general, realizar las tareas del tipo T ”(Chevallard, 1999, p. 3)

- El saber o *logos* $[\theta, \Theta]$, donde θ representa la tecnología de τ , es decir el discurso racional que se elabora para justificar, hacer inteligible y producir esta técnica; la teoría θ se postula en un segundo nivel de descripción-explicación-justificación y cumple un papel similar que la tecnología hace para las técnicas, la ahora llamada teoría lo hace para la tecnología.

Nuestro trabajo de investigación tiene como objetivo hacer un análisis praxeológico basado en las disciplinas intermedias de las carreras de Ciencias de la Salud, es importante definir lo que llamaremos institución, los tipos de institución y sujetos, aunque pueden existir más tipos de instituciones, nosotros mencionaremos sólo tres de ellos.

Institución y Sujeto

Las instituciones son organizaciones sociales estables que enmarcan las actividades humanas y simultáneamente las hacen posibles por los recursos que estas instituciones ponen a disposición de sus sujetos. Estos recursos materiales e intelectuales han sido producidos por comunidades, a lo largo de procesos de enfrentamiento a situaciones problemáticas, para resolverlas con regularidad y eficacia (Castela y Romo, 2011, p. 85). Para nuestro trabajo, por ejemplo, consideraremos como institución a una universidad peruana donde se llevan carreras de Ciencias de la Salud.

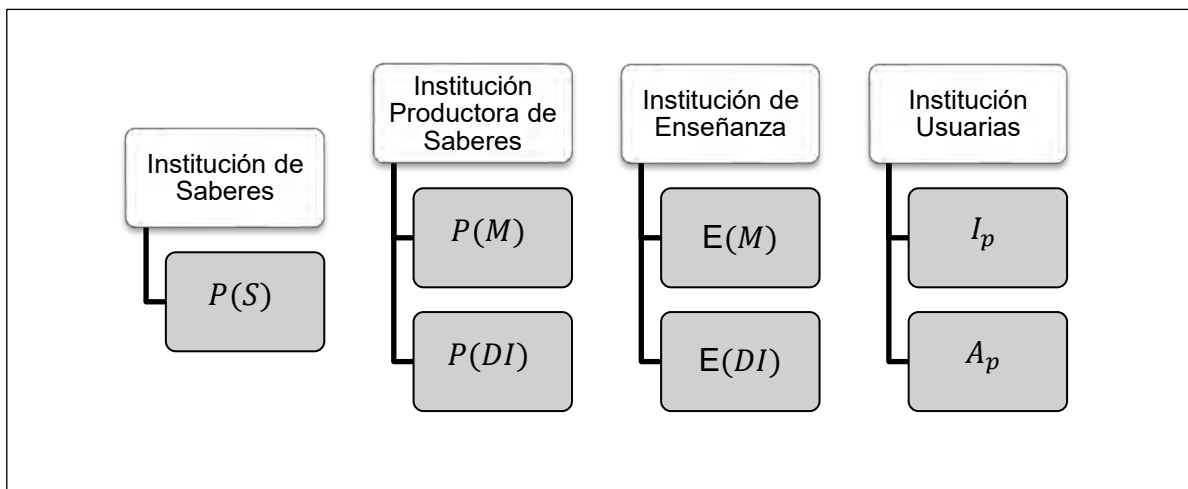
Según Romo (2014) definiremos los tipos de instituciones que tendremos en cuenta en este trabajo de investigación son:

- Las instituciones de producción $P(S)$: son aquellas en las que se desarrollan los saberes y muestran las condiciones, restricciones y los puntos de apoyo; todos estos vistos como praxeología. Consideraremos dos instituciones de producción:
 - Institución productora del saber matemático $P(M)$: Esta institución se encarga de producir el saber matemático específico para el curso de razonamiento cuantitativo.

- Institución productora de saberes intermedios $P(DI)$: Esta institución produce el saber intermedio, por ejemplo: la Nutrición.
- Las instituciones de enseñanza: son las encargadas de transmitir los modelos matemáticos (praxeologías) a los sujetos, en estas instituciones las condiciones y restricciones de las trasposiciones de institución a institución se adaptan para ser enseñadas, para este trabajo consideraremos dos instituciones de enseñanza:
 - Enseñanza de las Matemáticas $E(M)$, el curso de Razonamiento Cuantitativo.
 - Enseñanza de las Disciplinas Intermedias $E(DI)$, por ejemplo, el curso de Nutrición y Dietética.
- Las instituciones usuarias: es donde las praxeologías matemáticas son utilizadas para atender a las necesidades de la práctica:
 - Práctica profesional I_p , por ejemplo, un hospital donde los estudiantes de las carreras de Ciencias de la Salud realicen sus prácticas profesionales, aquí se aplican los conocimientos a situaciones reales y su tecnología se basa en la experiencia práctica, integrando saberes de $P(DI)$, $E(DI)$ y la propia experiencia profesional.
 - Actividades prácticas A_p , son las que se realizan en el marco de formación, por ejemplo, en el desarrollo de algún proyecto de investigación, se aplican y adaptan las técnicas aprendidas en $E(M)$ y $E(DI)$ para diseñar y evaluar las intervenciones.

Figura 1

Esquema de las instituciones en la TAD



En la Figura 1, se resumen las notaciones que se usarán para diferenciar las instituciones identificadas en este trabajo de investigación.

El término sujeto no remite a un individuo concreto, sino a un conjunto de actividades, expectativas y restricciones institucionales que caracterizan una posición del sujeto dentro de la institución. Un individuo se vuelve sujeto de una institución cuando ocupa una de las posiciones (de sujeto) presentes en dicha institución, intentando adaptarse al contrato que caracteriza esta posición. (Castela, 2016, p.12), en esta tesis los sujetos por ejemplo pueden ser los estudiantes de las carreras de Ciencias de la Salud.

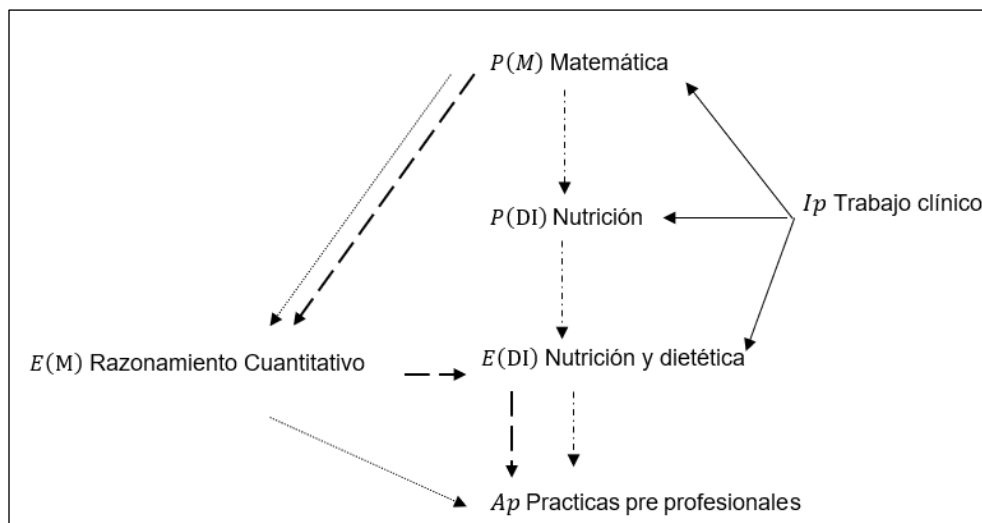
Por lo visto anteriormente, se puede identificar modelos praxeológicos producidos por $P(M)$ y $P(DI)$, pero estas son de naturaleza distinta, por lo tanto, la tecnología que los valida tiene una explicación en las matemáticas y en el otro caso en las disciplinas intermedias y en su práctica. Para analizar estas justificaciones consideraremos el modelo praxeológico extendido.

Para Romo (2014) las praxeologías matemáticas producidas en $P(M)$ circulan entre diferentes instituciones y en este proceso se adaptan a las necesidades y restricciones de esa institución. Los efectos de la circulación interinstitucional de

praxeologías son consecuencia de la actividad cognitiva que se realiza en cada institución, al adaptar los saberes a las condiciones específicas de dicha institución.

Figura 2

Recorridos praxeológicos entre instituciones



Nota. Adaptado de Romo (2014), pág. 326.

La dinámica que se muestra en la Figura 2 es un ejemplo de la circulación y adaptación de las praxeologías entre instituciones. Desde la producción matemática a la práctica preprofesional el punto de partida es $P(M)$, la institución productora de saberes matemáticos, que se puede considerar como la disciplina matemática en sí misma. Estas praxeologías matemáticas se transponen a $E(M)$, la institución encargada de la enseñanza de las matemáticas, como un curso de Razonamiento Cuantitativo. Aquí, los conocimientos matemáticos se adaptan para que puedan ser enseñados.

Posteriormente, estas praxeologías circulan hacia Ap , las prácticas pre profesionales, donde se ajustan aún más a las necesidades específicas de esta institución. De la producción de saberes intermedios a la práctica preprofesional, partiendo del mismo punto, $P(M)$, las praxeologías matemáticas también pueden circular hacia $P(DI)$, la institución productora de saberes intermedios. Un ejemplo de esto sería la Nutrición como disciplina. Estos saberes intermedios se adaptan a las necesidades de

$E(DI)$, la institución de disciplinas intermedias, que podría ser un curso de Nutrición y Dietética en una carrera de Ciencias de la Salud. Finalmente, estas praxeologías se transponen a Ap , las prácticas pre profesionales, donde se aplican en un contexto real.

La tercera trayectoria combina las ambas instituciones de enseñanza, $E(M)$ y $E(DI)$. Las praxeologías matemáticas, después de pasar por $E(M)$, circulan a $E(DI)$ para luego llegar a Ap , las prácticas pre profesionales. De la práctica profesional a las instituciones productoras y de enseñanza se puede considerar una circulación adicional que relaciona Ip , la institución usuaria que se genera en el trabajo profesional como el trabajo clínico de un estudiante de Ciencias de la Salud con las instituciones $P(M)$, $P(DI)$ y $E(DI)$. En este caso, la experiencia práctica en Ip puede influir en la producción, adaptación y enseñanza de los saberes en las otras instituciones.

Modelo praxeológico extendido

El modelo praxeológico extendido considera, a diferencia del clásico, que la tecnología tiene dos componentes, teórica (θ^{th}) y práctica (θ^p). Particularmente, la componente práctica es un discurso con seis funciones que permiten, describir, validar, explicar, facilitar, motivar y evaluar el uso de técnicas matemáticas en referencia a instituciones usuarias, no necesariamente matemáticas. (Romo ,2014, p.326).

El modelo puede expresarse de la siguiente manera:

Figura 3

Esquema del modelo praxeológico extendido

$$\left[T, \tau, \begin{matrix} \theta^{th} \\ \theta^p \end{matrix}, \Theta \right] \begin{matrix} \leftarrow P(S) \\ \leftarrow I_u \end{matrix}$$

Nota.De Romo (2014), pag.326.

En la Figura 3 $P(S)$ es la institución productora de saberes e I_u la institución usuaria de dichos saberes, por ejemplo las Matemáticas $P(M)$ y la Nutrición $P(N)$ serían instituciones productoras de saberes $P(S)$, pero también pueden ser consideradas instituciones usuarias, en efecto serán instituciones productoras de saberes cuando la componente tecnológica (validaciones, explicaciones, justificaciones) provengan de una teoría (θ^{th}), y serán usuarias cuando la componente tecnológica provenga de la práctica (θ^p).

Para identificar los discursos que justifican el uso de los modelos praxeológicos, se considerarán las seis funciones tecnológicas de la componente práctica propuestas inicialmente por Castela y Romo (2011) y posteriormente desarrolladas en Castela (2016). Estas funciones, que se determinan tanto en la matemática como en la práctica matemática con validación en el contexto empírico, permiten adaptar las praxeologías matemáticas a las restricciones de las instituciones usuarias y realizar una justificación más completa de las técnicas empleadas. Al complementar la tecnología teórica y la práctica, estas funciones facilitarán la identificación precisa de la tecnología que sustenta cada técnica en las instituciones objeto de este estudio las funciones son las siguientes según Romo (2014):

- ❖ Describir: Permite dar explicación de la tarea y técnica usando un lenguaje y sistema semiótico relativo a esa institución que la técnica no puede justificar por sí misma que permiten la transmisión de este componente entre instituciones.
- ❖ Motivar: Justifica la razón de ser de la técnica, mostrando sus objetivos y la utilidad respondiendo a las preguntas ¿para qué se hace tal acción? ¿Cuál es el efecto buscado? Estos saberes permitirán anticipar las etapas de la técnica y cuando es importante adaptarla.
- ❖ Facilitar: Ayuda a los usuarios a aplicar la técnica de manera más cómoda, ellos pueden modificar las descripciones iniciales y adaptarlas al contexto institucional mediante su experiencia y hacer que la técnica a utilizar sea de mejor eficacia.

- ❖ Validar: Esta función hace referencia al verbo justificar, según como es considerado en la TAD, esto significa que los pasos que produce la técnica ayudan a conseguir los objetivos asignados, por ejemplo, en el caso de las matemáticas esta función se justifica en las teorías matemáticas θ^{th} , pero en otros contextos estos saberes pueden ser validados por laboratorios o empíricamente θ^p , es decir por la experiencia, mayormente utilizados cuando se trata de justificar las adaptaciones de la técnica.
- ❖ Explicar: Permite saber las causas porque la técnica funciona y estos saberes responden a las cuestiones, ¿por qué la técnica hace bien lo que se espera que haga? ¿Cómo es que tal acción produce tal efecto?
- ❖ Evaluar: Analiza la eficacia de la técnica es decir su alcance además considera la facilidad, la adaptación a las condiciones de la técnica para resolver un tipo de tarea T, en comparación de otras técnicas disponibles.

Las funciones de evaluar, facilitar y motivar están muy relacionadas entre sí ya que, ponen en evidencias las dificultades (evaluar), producir mejoras (facilitar) y esta apoyan a la motivación para la evaluación de la técnica. Los discursos que justifican el uso de modelos praxeológicos se basan en las seis funciones tecnológicas. Estas funciones permiten comprender cómo la teoría se conecta con la práctica y cómo los conocimientos matemáticos se adaptan a diferentes contextos de aplicación, en nuestro trabajo referente a la Nutrición.

Trasposición praxeológica

Es un proceso de transformación que sufre una praxeología al circular entre dos instituciones diferentes, al cruzar las fronteras entre instituciones las praxeologías experimentan modificaciones en sus componentes Romo (2014).

Razón de ser

Según Gascón (2011) la razón de ser viene a ser las cuestiones o preguntas matemáticas o extra matemáticas que responden a cada uno de los ámbitos de una actividad matemática. En este caso se trata de las cuestiones y las tareas que dan sentido al estudio de un objeto matemático en una institución de referencia, por ejemplo, en nuestro caso buscaremos ver la razón de ser de la proporcionalidad en la institución de enseñanza de las matemáticas e institución de disciplinas intermedias. Teniendo en cuenta estas cuestiones plantearemos la existencia de los modelos praxeológicos asociadas a la proporcionalidad, para justificar la función de motivar de la tecnología, que su análisis implica mostrar su relevancia para las tareas y los problemas que se pretenden resolver en el contexto de la nutrición.

2.2 Marco metodológico

Presentaremos la metodología que nos permitirá cumplir con nuestros objetivos, este trabajo está situado en el paradigma de la investigación cualitativa, ya que buscaremos estudiar e identificar las praxeologías sobre la Proporcionalidad en un curso de matemática y a partir de ellos formular un modelo praxeológico sobre este tema, por otro lado, también realizaremos el mismo proceso en los cursos de carreras de ciencias de la salud donde se estudien las tablas de composición de alimentos o nutricionales. Para cumplir con lo mencionado seguiremos los siguientes procesos metodológicos planteados en dos etapas:

- **Etapla I: Análisis de los libros de texto de Matemática**

En esta etapa se ha considerado cuatro fases que explicaremos a detalle.

- **Fase 1: Estudio epistemológico sobre la Proporcionalidad**

Para entender la importancia y relevancia de este tema y cómo ha ido evolucionando en el transcurso de los años, realizaremos un estudio epistemológico sobre la Proporcionalidad, para esto haremos una revisión en

diferentes fuentes bibliográficas acerca de los problemas que dieron origen a este objeto de estudio y las diferentes definiciones que se fueron dando a la Proporcionalidad, hasta la actualidad y como es presentada en los libros de matemática.

➤ **Fase 2: Revisión de la malla curricular**

Entre los primeros criterios que tendremos en cuenta es la revisión del plan de estudio académico, de las carreras de la facultad de Ciencias de la Salud de una universidad privada de Lima, para identificar el curso de matemática considerado en la malla curricular, luego haremos una búsqueda de los libros que se mencionan en el sílabos, para seleccionar aquellos donde se obtenga capítulos sobre la Proporcionalidad, también consideraremos el material de clase como parte de estos recursos bibliográficos.

➤ **Fase 3: Descripción de los libros de texto del curso de Razonamiento Cuantitativo**

A partir de la información de la Fase 2 se realizará una descripción de los libros y material de clase, mencionando en qué capítulos aparece el tema de la Proporcionalidad, su definición, propiedad y sus diversas aplicaciones.

➤ **Fase 4: Identificación de un modelo praxeológico para la Proporcionalidad en la institución de la enseñanza de las matemáticas.**

Posterior a la Fase 3, se podrá identificar la praxeología del objeto matemático en estudio, de acuerdo con el tipo de tareas, técnica, tecnología y teoría relacionada a la Proporcionalidad.

- **Etapa II: Análisis de los libros de texto sobre nutrición en las carreras de Ciencias de la Salud.**

- **Fase 1: Entrevista a un experto**

En esta primera fase, consultaremos a un docente cuya profesión sea nutricionista y que desempeñe la labor de docente en la facultad de Ciencias de la Salud en la universidad privada de Lima que estamos realizando la investigación, con el propósito de recabar información sobre los usos de la Proporcionalidad en su campo de acción, sobre todo en el uso de tablas de composición de alimentos y nutricionales, también saber qué técnicas aplican para la resolución de los tipos de tareas que se proponen, además, qué argumentación es la que justifica a esas técnicas. Es decir, si tienen fundamentación en la matemática o es propia de su disciplina o de alguna otra.

- **Fase 2: Descripción de los libros de texto de la especialidad**

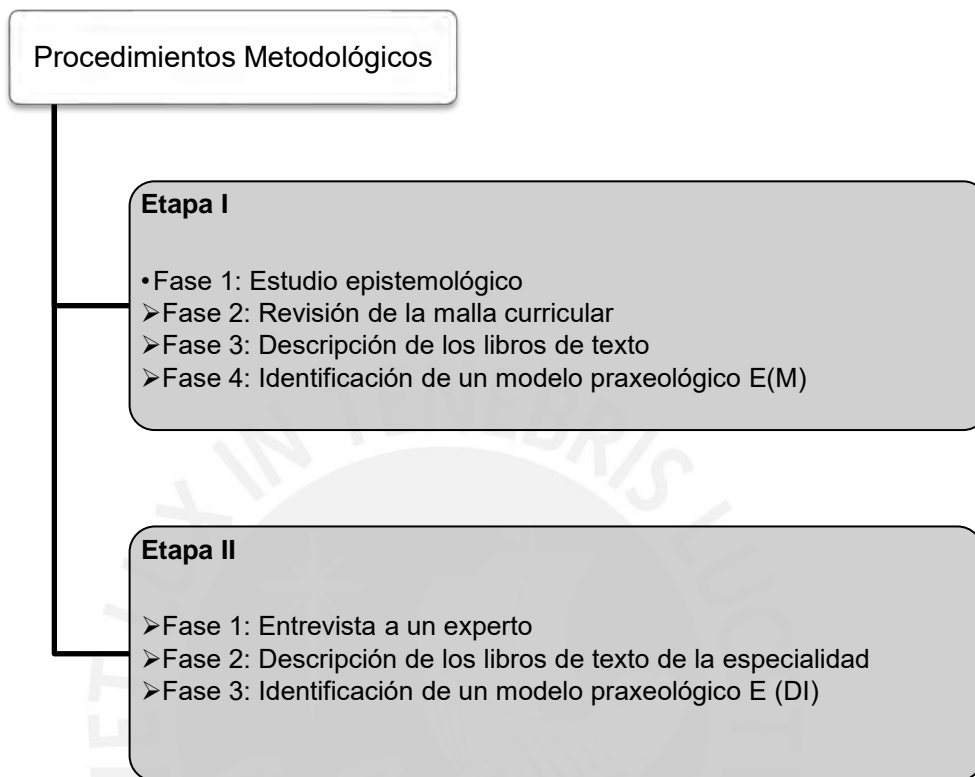
De la misma manera que en la Fase 3 de la etapa 1 se hizo la descripción de los libros de textos del curso de Razonamiento Cuantitativo, en esta fase se harán la descripción de libros usados en los cursos relacionados con la nutrición que están presentes en la malla curricular de las carreras de Ciencias de la Salud donde aparece los tipos de tablas de composición de alimentos y nutricionales e identificaremos cómo se presentan en estos libros. Además, qué definiciones se utilizan para interpretarlas, y en que contextos se utilizan.

- **Fase 3: Identificación de un modelo praxeológico para la proporcionalidad en las instituciones intermedias.**

De las descripciones realizadas en los libros de textos de la especialidad propondremos una organización siguiendo el modelo praxeológico que contempla tipos de tareas, técnicas, tecnologías y teorías en relación a los usos de la proporcionalidad en los libros de nutrición seleccionados en la Fase 2.

Figura 4

Esquema del procedimiento metodológico de la investigación



2.3 Epistemología de la proporcionalidad

En la siguiente sección se realizará un estudio epistemológico de la Proporcionalidad desde una perspectiva histórica para mostrar la evolución de la definición de este objeto matemático. Este estudio permitirá conocer las directrices que se siguieron para llegar al “saber sabio” y analizar cómo fue adaptado para ser enseñado en una institución de la enseñanza de las matemáticas, que en nuestro caso es el curso de Razonamiento Cuantitativo.

Para poder realizar lo mencionado, nos basaremos en los trabajos de Oller y Gairí (2013), Gonzales (2008), Gonzales (2014) y Menacho (2020).

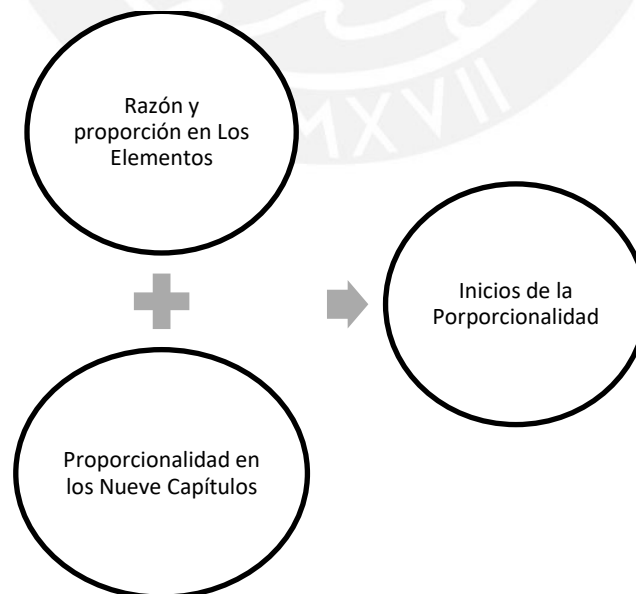
La proporcionalidad ha sido un concepto muy usado desde los inicios de la historia, ya que era utilizada en situaciones cotidianas y estas fueron evolucionando,

hasta ser un concepto presentado en los currículos hace más de 200 años tanto en el nivel escolar como universitario. Los registros sobre los intentos de formalizar esta definición surgieron en varias culturas, principalmente en la griega y china. En estas se presentaron escritos donde se resalta el uso de esta noción para explicar algunos conceptos geométricos y aritméticos.

En Oller y Gairí (2013) se hace un análisis sobre los libros: Los Elementos de Euclides y el comentario de Liu Hui al Jiuzhang Suan Shu que traducido es Los Nueve Capítulos sobre los procedimientos Matemáticos. En el libro Los Elementos se estudian los conceptos de la razón y proporción, y como estos estaban siendo abordados por Pitágoras y Eudoxo. Mientras que en el libro Los Nueve Capítulos sobre los procedimientos Matemáticos se analiza los fenómenos asociados a la proporcionalidad. Según Oller y Gairí (2013), en los Elementos se muestra una teoría ya finalizada sin proporcionar información sobre cómo se llega a definir esta noción, es decir, no se muestra el problema concreto que permitió dar forma a lo presentado. Los libros más resaltantes de este conjunto es el libro V y el libro VII, pues están presentes las nociones de magnitudes y la aritmética.

Figura 5

Esquema de los inicios de la Proporcionalidad



La Figura 5 permite ver las dos principales propuestas que originan los inicios de la teoría de la proporcionalidad. Los Elementos no muestran de forma clara la definición de la “razón”, pero si se enfatiza que este no es considerado sólo un número, por lo tanto, no se menciona la igualdad de razones sino “guardar la misma razón”. En esta época era considerada la razón entre dos números o magnitudes homogéneas como un proceso de operaciones al cual la nombraron como antifairesis, lo cual resulta interesante analizar en el presente trabajo, pues da luz a cómo fue avanzando esta noción que permitió más adelante formalizarlo. La antifairesis se define como un proceso repetitivo de restas de dos números o magnitudes homogéneas, siempre el mayor con el menor, hasta que alguno de estos llegue a 0. Para poder ejemplificar lo mencionado tomaremos el ejercicio mostrado en Oller y Gairí (2013).

Figura 6

Cálculo de la antifairesis de 15 y 2

Calcular la antifairesis de 15 y 2
<p>Se restará el mayor con el menor, cuantas veces sea posible hasta que alguno de los componentes sea 0.</p> $\underbrace{(15,2) \rightarrow (13,2) \rightarrow (11,2) \rightarrow (9,2) \rightarrow (7,2) \rightarrow (5,2) \rightarrow (3,2) \rightarrow (1,2)}_{7 \text{ restas}}$ <p>Cuando no se puede realizar la resta se invierte:</p> $\begin{array}{c} (1,2) = (2,1) \\ \swarrow \\ (2,1) \rightarrow (1,1) \rightarrow (0,1) \\ \underbrace{\hspace{2cm}}_{2 \text{ restas}} \end{array}$
<p>Por lo tanto, la antifairesis de 15 y 2 es la sucesión finita $\{7,2\}$</p> <p>Visto de la matemática se podría reescribir $\frac{15}{2} = 7 + \frac{1}{2}$</p>

Nota. Adaptado de Oller y Gairín (2013, p. 6).

En el ejemplo de la Figura 6 se muestra claramente que no se considera a la razón como sólo un número, pero cabe señalar que este proceso solo admite cantidades finitas

de restas, por lo tanto, al tener magnitudes las cuales no están definidas numéricamente este proceso se vuelve una repetición indefinida, por consiguiente, se estaría generando una sucesión infinita en el proceso de antifairesis. En los años subsiguientes Eudoxo, define la noción de razón de manera más formal, pero en el ámbito de la geometría:

Sí a y b son dos múltiplos geométricos del mismo tipo además c y d son también del mismo tipo (aunque no necesariamente del mismo tipo que a y b) o sea si a/b y c/d son proporcionales: $a/b = c/d$, cuando para cualquier par de enteros positivos n y m , se tiene: $na > mb$ y $nc > md$ o $na = mb$ y $nc = md$, o $na < md$. (Gonzales, 2008, p. 14)

En esta situación la razón se consideraba sólo entre magnitudes homogéneas, lo cual resultaba difícil su aplicación a situaciones cotidianas y prácticas pues el producto entre magnitudes no era permitido. Esta dificultad no permitió que en la Grecia se desarrolle la aritmética práctica, más sí en la física.

La cultura griega no fue la única en este viaje de formalizar la definición de la razón, en China los matemáticos buscaban este fin, pero no para utilizarlo en el sentido teórico sino más bien en el práctico, en el texto los Nueve Comentarios se define a la razón como una colección de números correlacionados y en las que se muestran propiedades y correlaciones entre ellas. El razonamiento que se presenta en el libro llega a ser uno de los comienzos de la técnica muy utilizada hasta hoy en día de la Regla de Tres. (Oller y Gairí, 2013).

Se presentan dos enfoques los cuales relacionan magnitudes homogéneas y heterogéneas, estas últimas de un uso mercantilista, a estas se les diferenció como el enfoque griego y chino.

A modo de ejemplo en la Tabla 2 se presentará la diferencia entre estos dos puntos de vista.

Tabla 2

Ejemplos de los enfoques griego y chino

Una fuente arroja 40 litros de agua en 8 minutos. ¿Cuántos litros arrojará en 15 minutos?

Enfoque Griego

Lo que se describe desde el punto de vista griego, es que se debe encontrar un número que guarde con 40 la misma razón que 8 con 15.

$$\frac{x}{40} = \frac{15}{8}$$

Enfoque Chino

Lo que se describe desde el punto de vista chino, inicialmente se tiene el par (8,40) y se buscará otro par que esté relacionado con este, y tenga como primer elemento el 15.

$$\frac{8}{40} = \frac{15}{x}$$

Nota. Adaptado de Oller y Gairín (2013, p.18).

En la edad media inicia el proceso de aritmetización, se logra identificar las razones con entes numéricos, y en este camino los árabes buscaban formalizar lo que los griegos habían intentado definir en un primer momento, referente a la noción de la razón. Se presentan los trabajos de Al- Khayyam sobre sus comentarios de los Elementos y Giovanni Campano, define la razón como la parte de un número menor que está en la parte de un número mayor, considerando un número pequeño relacionado con uno grande. (Oller y Gairí, 2013).

Además, define la semejanza entre dos razones como:

“Se dice que las razones son semejantes o iguales si reciben la misma denominación, y mayor aquella que recibe una denominación mayor, y menor aquella que recibe una denominación menor”. (Rommevaux, 1999, p. 98)

Esta definición, es considerada similar a la actual por ejemplo podemos nombrar la usada en el libro Razonamiento Cuantitativo. En Papuico et al. (2018) se define a la razón como comparación entre dos cantidades mediante una división. Según Lages et al. (2000), esta noción matemática de proporcionalidad ha sido ampliamente utilizada en diversas culturas durante milenios (p. 86). Comin (2000, citado en Gonzales, 2014) define la proporcionalidad como “la constancia de la relación multiplicativa entre pares de

elementos correspondientes de dos magnitudes (la misma en ambas magnitudes) entre pares de elementos de la misma magnitud (cantidades) es igual a la relación multiplicativa entre los dos elementos correspondientes de la otra magnitud” (p. 47).

Vergnaud (1990) categoriza la proporcionalidad en tipos como la simple directa, compuesta y múltiple, ofreciendo un marco teórico para entender cómo los estudiantes construyen su comprensión de estas relaciones. Por su parte, Hersant (2005) distingue dos enfoques para estudiar la proporcionalidad: la teoría de razones y proporciones, y el enfoque lineal. Aunque modelan la misma realidad, difieren en su ámbito: el primero es discreto y el segundo continuo. En este trabajo, nos centraremos en la teoría de razones y proporciones, que relaciona razones, proporciones y sus términos, tal como la define Hersant (2005):

Sea I un subconjunto finito de \mathbb{N} , las secuencias numéricas $(u_i)_{i \in \mathbb{N}}$ y $(v_i)_{i \in \mathbb{N}}$ de términos distintos de cero son proporcionales, si se verifica una de las siguientes propiedades:

- Para todo i y j de I , $\frac{u_i}{u_j} = \frac{v_i}{v_j}$ (la secuencia de variación se mantiene)
- Para todo u de I , si u_i es multiplicado por $2,3,4, \dots \lambda$ siendo λ real, entonces v_i es multiplicado por $2,3,4, \dots \lambda$.
- Para todo i, j, k de I , si $u_i = u_j + u_k$ entonces $v_i = v_j + v_k$
- Para todo i y j de I , si $u_i v_j = v_i u_j$
- Para todo i y j de I , $\frac{u_i}{v_i} = \frac{u_j}{v_j}$
- Para todo i, j, k de I , si λ y μ son números reales no nulos tales que $u_i = \lambda u_j + \mu u_k$ entonces $\frac{u_i}{v_i} = \frac{\lambda u_j + \mu u_k}{\lambda v_j + \mu v_k}$
- $\frac{u_i}{v_i}$ es el coeficiente de proporcionalidad, es el número por el cual hay que multiplicar v_j para obtener u_j

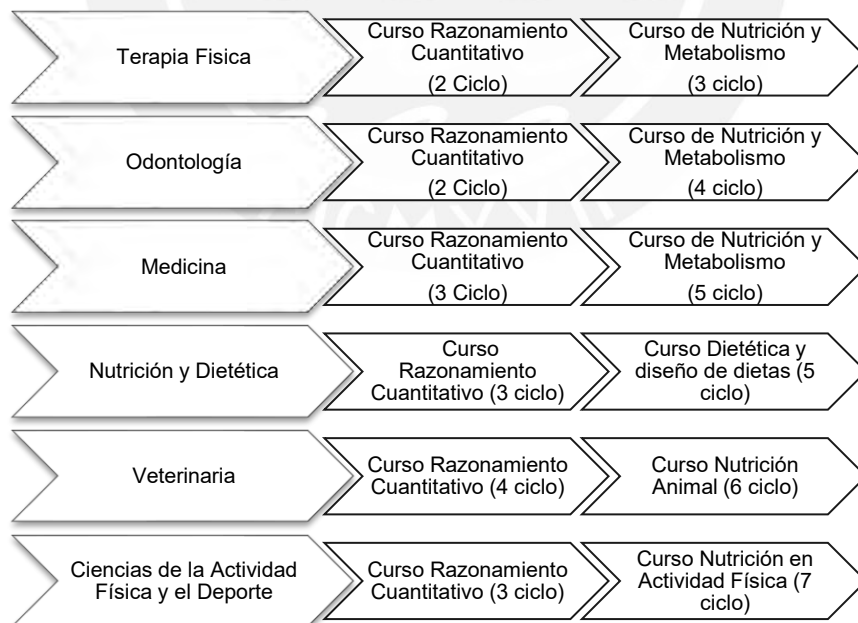
La definición proporcionada servirá como fundamento para construir el modelo praxeológico que se propone. Este modelo, anclado en la teoría de razones y proporciones, justificará las tareas propuestas en los libros de texto que serán analizados dentro del ámbito discreto.

CAPÍTULO III: ANÁLISIS PRAXEOLÓGICO SOBRE LA PROPORCIONALIDAD EN TEXTOS DEL CURSO DE RAZONAMIENTO CUANTITATIVO

Este capítulo se centra en el análisis de la construcción y aplicación del concepto matemático de proporcionalidad en la institución $E(M)$, específicamente en el curso de Razonamiento Cuantitativo. Este curso, dirigido a estudiantes de Medicina, Odontología, Terapia Física, Nutrición y Dietética, Veterinaria y Ciencias de la Actividad Física, se analiza a través de un estudio detallado de los libros de texto utilizados. El análisis se focaliza en las unidades didácticas que abordan la proporcionalidad, con especial atención a aquellas que se contextualizan en el cálculo de nutrientes y la interpretación de tablas nutricionales. El análisis praxeológico permitirá identificar las diferentes praxeologías (tipos de tareas, técnicas, tecnologías y teorías) y de esta manera comprender cómo se construye el conocimiento matemático en torno a la proporcionalidad.

Figura 7

Esquema de los cursos de las carreras de Ciencias de la Salud



Nota: Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Plan Curricular 2023-2.

La malla curricular de las carreras de Ciencias de la Salud revela una conexión directa con la nutrición, ya que todas las carreras incluyen un curso específico de nutrición. Esta conexión, ilustrada en la Figura 7, justifica la relevancia del estudio de la proporcionalidad en un contexto nutricional, ya que este concepto matemático es fundamental para la comprensión y aplicación de los principios de la nutrición.

3.1. Descripción de los libros de textos del Curso de Razonamiento Cuantitativo

Una asignatura transversal en las carreras de Ciencias de la Salud en la universidad que estamos realizando el estudio es el curso de Razonamiento Cuantitativo y conforma el único espacio formal de formación matemática para los estudiantes de estas disciplinas.

En el curso se abordan los temas como la proporcionalidad, para sentar las bases en el desarrollo de competencias necesarias en diversas áreas relacionadas con la salud. Dada la relevancia de la proporcionalidad como concepto fundamental visto en los antecedentes y su vinculación con otros temas como ecuaciones y sistemas de ecuaciones principalmente, este estudio se centrará en analizar cómo se introduce y desarrolla este concepto en los libros de texto utilizados en el curso. A diferencia del trabajo de Flores (2021) que realiza un estudio similar a este, los temas matemáticos que aborda son más avanzados en ciclos superiores, la presente investigación se focaliza en los conocimientos previos de los estudiantes al inicio de sus carreras en Ciencias de la Salud, considerando que estos conocimientos se han adquirido principalmente en la educación secundaria. La Tabla 3 presenta un resumen detallado de las unidades, semanas y temas relacionados con la proporcionalidad que se abordarán en este análisis.

Podemos observar que existen muchas aplicaciones de la Proporcionalidad en el curso de Razonamiento Cuantitativo. El libro de texto Matemática Razonamiento y Aplicaciones del autor Miller, Charles D, en el capítulo 7, presenta la teoría sobre la proporción, razón y variación.

Tabla 3*Descripción de los libros de textos del Curso de Razonamiento Cuantitativo*

Unidades relacionadas con Proporcionalidad	N°1 Conceptos básicos de Álgebra, Aritmética y Estadística	
Semana	2	3
Sesiones	Aplicaciones de ecuaciones de dos variables	Aplicaciones de proporcionalidad: razones y tasas Aplicaciones de porcentajes y concentraciones
Libros relacionados con Proporcionalidad	Papuico et al. (2018) Razonamiento Cuantitativo (p. 28 a 34)	Miller, Charles D. (2006) Matemática razonamiento y aplicaciones. México, D.F.: Pearson Educación. (Pp. 339 a 352) Cap. 14 Wayne W. Daniel, Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4a ed. México: Limusa Wiley.
		Papuico et al. (2018) Razonamiento Cuantitativo (p. 35 a 52)

Nota. Papuico et al. (2021). Sílabo del curso Razonamiento Cuantitativo.

Este libro, si bien contiene capítulos de Proporcionalidad, en estos no se ve aplicaciones en la rama en las ciencias de la salud, en el curso de Razonamiento Cuantitativo es considerado como un libro de conceptos básicos para los estudiantes.

En la Tabla 4 se presenta un esquema del capítulo y secciones que tienen como tema nuestro objeto de estudio.

Tabla 4*Libro de Matemática: Razonamiento y Aplicaciones*

AUTOR	AÑO	TÍTULO	CIUDAD	EDITORIAL
Charles D. Miller	2006	Matemática: razonamiento y aplicaciones	Naucalpan de Juárez	Pearson Educación
CAPÍTULO 7: Los Conceptos Básicos Del Álgebra (p. 314 a 392)				
7.1 Ecuaciones lineales		Temas relacionados con la proporcionalidad		
7.2 Aplicaciones de las ecuaciones lineales		7.3 Razón, proporción y variación		
7.3 Razón, proporción y variación				
7.4 Desigualdades lineales				
7.5 Propiedades de los exponentes y notación científica				
7.6 Polinomios y factorización				
7.7 Ecuaciones cuadráticas y sus aplicaciones				

Nota. De Miller, C.D (2006). *Matemáticas: razonamiento y aplicaciones*

El libro de la Tabla 4, presenta la definición de razón, proporción y variación; además las técnicas para desarrollar los problemas propuestos para estos temas. En Miller (2006) definen a la razón como la respuesta de dividir dos cantidades, y se denota como:

$$m \text{ a } n , \frac{m}{n} \text{ o } m:n$$

También define a la proporción como la igualdad de dos razones y lo representa de la siguiente forma:

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$$

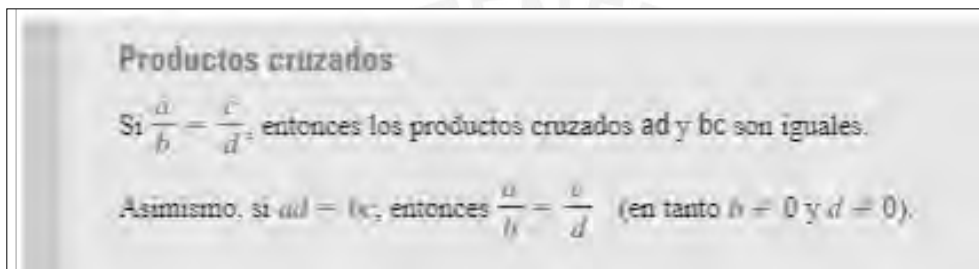
De tal manera que, si se multiplica a ambos lados de la proporción por el denominador común bd , resulta:

$$ad = bc$$

En esta sección, se presenta la técnica “Productos cruzados” que es el nombre que recibe esta multiplicación en forma diagonal.

Figura 8

Producto cruzado



Nota. De Miller (2006), p. 56.

La variación también es una definición que se realiza en este libro la cual la consideran de dos tipos directa e inversa. Se dirá que a varía directamente con b o directamente proporcional, si existe una constante k diferente de 0, tal que $b = ka$, y se considerará que a varía inversamente con b o inversamente proporcional, si existe una constante k diferente de 0, tal que $b = \frac{k}{a}$, donde k es llamada constante de proporcionalidad. (Miller, 2006).

Cabe señalar, que esta propiedad de Productos Cruzados, es un nombre particular que se da en el libro de Miller (2006), en ninguna otra bibliografía revisada del curso se utiliza. Podemos considerar esta propiedad como una equivalente a la Propiedad Fundamental de la Proporcionalidad que se definirá más adelante.

Ahora haremos una revisión del libro, Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud de autor Wayne W. Daniel, en la que se presenta la aplicación de tasas y razones. En la Tabla 5 se presentará una descripción del capítulo que menciona el tema de tasas el cual está relacionado con la Proporcionalidad.

Tabla 5*Libro de Bioestadística*

AUTOR	AÑO	TÍTULO	CIUDAD	EDITORIAL
Daniel Wayne W	2004	Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud	México	Limusa Wiley
CAPÍTULO 14: Estadísticas Vitales (p. 737 a 755)				
<ul style="list-style-type: none"> • Introducción • Tasas y razones de mortalidad • Medidas de fertilidad • Medidas de morbilidad • Resumen 		<p style="text-align: center;">Temas relacionados con la proporcionalidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tasas y razones de mortalidad • Medidas de fertilidad • Medidas de morbilidad 		

Nota. De Wayne, D. W. (2004). *Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud.*

Según Wayne (2004), tasa se define como aquellos cálculos que implican la frecuencia de ocurrencia de algún evento. La tasa se expresa como una proporción de una parte sobre un todo, multiplicado por un valor k que representa una potencia de 10. También, define a la razón como una fracción multiplicado por un k potencia de 10, pero que al contrario de la tasa el numerador no es un componente del denominador. Luego se presentan las fórmulas de tasas y razones de mortalidad, fertilidad y morbilidad: mostrando sus diferentes ejemplos y aplicaciones en el campo de la salud.

Finalmente, se revisó el libro de Razonamiento Cuantitativo de autores Papuico et al. (2018) en el cual se muestra las diversas aplicaciones de la Proporcionalidad, en los temas de Sistema de Ecuaciones, Razones y Tasas, Porcentaje y Concentraciones. Este libro también es usado como el material de clase, es producido por los docentes y

por lo menos tiene 5 años de uso en el curso de Razonamiento Cuantitativo. En la Tabla 7 se mostrará la las unidades y los temas que se realiza, resaltando aquellos donde la Proporcionalidad es considerada.

Tabla 6

Libro de Razonamiento Cuantitativo

AUTOR	AÑO	TÍTULO	CIUDAD	EDITORIAL
Papuico et al.	2018	Razonamiento Cuantitativo	Perú	-
CAPÍTULO 1 (p.1 a 52)				
1.1 Notación Científica	Temas relacionados con la proporcionalidad			
1.2 Sistema Internacional de Unidades	1.5 Sistema de ecuaciones lineales			
1.3 Conversiones de unidades	1.6 Proporcionalidad			
1.4 Ecuaciones de primer grado	1.7 Tasas y razones de mortalidad			
1.5 Sistema de ecuaciones lineales	1.8 Porcentajes			
1.6 Proporcionalidad	1.9 Concentraciones			
1.7 Tasas y razones de mortalidad				
1.8 Porcentajes				
1.9 Concentraciones.				

Nota. De Papuico et al. (2018). *Razonamiento Cuantitativo*.

En Papuico et al. (2018) se define a la razón como comparación entre dos cantidades mediante una división. Y de estas comparaciones se menciona dos casos, según sus unidades: Homogéneas y heterogéneas. También se define la proporción como:

“La igualdad entre dos razones, por ejemplo $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$, $b, d \neq 0$. Esto implica que $ad = cb$ ”

(Papuico et al., 2018, p. 37)

Las aplicaciones de la proporcionalidad que presenta este libro son diversas, como tasas y razones, porcentajes y concentraciones, pero este trabajo se enfocará en una aplicación que no se encuentra directamente relacionada con la proporcionalidad, sino con un paso previo para el planteamiento de los sistemas de ecuaciones, en el cual los estudiantes tendrán que extraer la información de tablas nutricionales, donde se muestra los valores de los nutrientes en base a una masa o volumen y a partir de estos datos calcular el valor nutricional de los alimentos solicitados. Este tipo de aplicaciones se encuentran dentro del tema de Sistema de Ecuaciones, es por ello que en la Tabla 6, se considera este tema.

Los problemas en este libro son contextualizados en el campo de las Ciencias de la Salud por ejemplo en la Figura 9, se puede visualizar un modelo de problema propuesto.

Figura 9

Ejemplo de los problemas propuestos

1.5.1 Nutrición camino a las olimpiadas

Para llegar a Río 2016 realizó un entrenamiento diario. Para ello, este multiampeón olímpico tiene una dieta muy especial. Solo en la cena consume cierta cantidad de platos de pasta con salsa y cierta cantidad de pizzas grandes, consumiendo un total de 1,7 kg de comida y sumando un total de 4,2 kcal entre estos dos alimentos, solo en la cena. La tabla nutricional se muestra a continuación.

Alimento	Masa	Calorías por cada 100 g
1 plato de pasta con salsa	250 g	240 cal
1 pizza grande	800 g	250 cal

Nota. De Papuico et al. (2018). *Razonamiento Cuantitativo*, p. 29.

En la Figura 9 se presenta un problema nutricional que se resuelve mediante la construcción y resolución de un sistema de ecuaciones. Este ejemplo demuestra cómo los sistemas de ecuaciones son una herramienta útil para modelar situaciones reales donde intervienen múltiples variables, como la cantidad de diferentes nutrientes en una dieta.

El análisis epistemológico realizado ha permitido dar una mirada general de la evolución histórica del concepto de razón y proporcionalidad, contrastando las definiciones formales presentadas en los libros de texto utilizados en el curso de Razonamiento Cuantitativo con las concepciones más intuitivas y contextualizadas que surgieron en diferentes culturas. Mientras que los libros de texto ofrecen definiciones acabadas y en algunos casos descontextualizadas, el estudio epistemológico revela una construcción gradual y compleja del concepto, a partir de situaciones relacionadas con la geometría, comercio, física, etc. Autores como Wayne (2004) y Oller y Gairí (2013) han destacado diferentes matices en la definición de razón, evidenciando la diversidad de enfoques y la influencia de factores culturales. Si bien existen similitudes entre las concepciones históricas y las actuales, es notable la ausencia en los libros de texto de una discusión sobre la evolución del concepto y las implicaciones de las diferentes definiciones, además se ha puesto de manifiesto la importancia del Teorema Fundamental de la Proporcionalidad como un concepto clave en la comprensión de las relaciones proporcionales. Si bien el nombre del teorema no aparece explícitamente en los libros de texto analizados, su presencia implícita es evidente en la resolución de problemas y en la aplicación de las propiedades de las proporciones. Para fines prácticos, entenderemos el Teorema Fundamental de la Proporcionalidad como:

“La igualdad entre dos razones, por ejemplo $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$, $b, d \neq 0$. Esto implica que $ad = cb$ ”

(Papuico et al., 2018, p. 37)

Esta definición tiene su equivalencia dada en el análisis epistemológico, presentado por Hersant (2001): Sea I un subconjunto finito de \mathbb{N} , las secuencias numéricas $(u_i)_{i \in I}$ y

$(v_i)_{i \in N}$ de términos distintos de cero son proporcionales, si se verifica una de las siguientes propiedades:

- Para todo i y j de I , $\frac{u_i}{u_j} = \frac{v_i}{v_j}$ (la secuencia de variación se mantiene)
- Para todo i y j de I , si $u_i v_j = v_i u_j$
- Para todo i y j de I , $\frac{u_i}{v_i} = \frac{u_j}{v_j}$
- $\frac{u_i}{v_i}$ es el coeficiente de proporcionalidad, es el número por el cual hay que multiplicar v_j para obtener u_j .

3.2. Análisis praxeológico de la Proporcionalidad en el libro de texto de Razonamiento Cuantitativo

De los libros revisados en la sección anterior, se considerará el de Razonamiento Cuantitativo, pues es el que se ajusta al contexto que estamos analizando: el cálculo de nutrientes con base en información proporcionada en tablas alimentarias o nutricionales. Las descripciones realizadas sobre cómo se aborda el tema de la proporcionalidad, sus definiciones, propiedades y aplicaciones, permitirán construir un modelo praxeológico que muestre los tipos de tareas, tareas, técnicas, tecnologías y teorías. Este contexto responde a la razón de ser de la proporcionalidad en el ámbito de las Ciencias de la Salud, y con base en esta información, se podrá analizar la transposición didáctica que existe entre la institución de saberes matemáticos $P(M)$ y la de enseñanza de las matemáticas $E(M)$. Es importante mencionar que este libro no tiene problemas resueltos; sin embargo, en mi condición de asistente de cátedra de aula, se presentará la técnica que se utiliza en la resolución de los ejercicios en clase. En este análisis, se está utilizando la técnica utilizada por los profesores, además, para que la explicación de la técnica sea más didáctica, se presentará descrita en pasos como en el trabajo de Flores (2021). Las notaciones serán las siguientes: los tipos de tareas T_i , las tareas t_{ij} , técnica τ_i , tecnología θ_i y la teoría Θ_i .

Con el objetivo de llevar a cabo un análisis preciso y riguroso de las tareas propuestas en los materiales didácticos, resulta fundamental establecer previamente definiciones

claras y operativas de algunos términos. Estos conceptos, aunque familiares para los estudiantes de Ciencias de la Salud, requieren una delimitación precisa para garantizar la coherencia de nuestro análisis. En línea con las propuestas de Papuico et al. (2018), adoptaremos las siguientes definiciones:

Índice de Masa Corporal (IMC), es un parámetro usado por los especialistas de la salud para medir el estado físico y prevenir enfermedades.

$$IMC = \frac{Masa(Kg)}{Estatura(m)^2}$$

Se considera un IMC normal entre 18,5 a 25 kg/m², entre 25 a 29,9 kg/m² sobrepeso y valores mayores de 30 kg/m² se considera obesidad.

Las Necesidades energéticas estimadas (NEE): Son el promedio de calorías de ingesta energética que debe consumir una persona para mantener su equilibrio energético. Esto quiere decir una relación equivalente entre la energía ingerida y la que el cuerpo consume.

Figura 10

Fórmulas de las NEE

Necesidades energéticas
NEE: varones de 19 a más años de edad (IMC de 18,5 a 25 kg/m ²)
$NEE = 662 - 9,53 \times E + AF \times (15,91 \times M + 539,6 \times h)$
NEE: mujeres de 19 a más años de edad (IMC de 18,5 a 25 kg/m ²)
$NEE = 354 - 6,91 \times E + AF \times (9,36 \times M + 726 \times h)$

Nota. De Papuico et al. (2018). *Razonamiento Cuantitativo*, p. 20.

En la Figura 10 se muestra las fórmulas para calcular las NEE propuestas por el libro de Razonamiento Cuantitativo, teniendo en cuenta los valores de la masa (M) en kilogramos, edad (E) en años y la estatura (h) en metros. También se presenta el factor actividad física (AF), para el cual los valores que se consideran son: sedentario (1), poco

activo (1,11), activo (1,25) y muy activo (1,48) en el caso de varones y sedentario (1), poco activo (1,12), activo (1,27) y muy activo (1,45) para mujeres.

Tipo de tarea:

T_1 : Determinar la cantidad de cada alimento que se debe consumir para cumplir con los nutrientes dados.

Tareas:

t_{11} : Determinar la cantidad de cada alimento que se debe consumir para cumplir con las calorías en base a las necesidades energéticas (NEE) de una persona.

t_{12} : Determinar la cantidad de alimento de cada tipo se debe consumir para cumplir con la cantidad de masa y calorías dadas de dato.

t_{13} : Determinar la cantidad de nutriente que se debe consumir para cumplir con la cantidad total que varían en porcentaje cada mes.

Técnicas

Para las tareas t_{11} y t_{12} podrá usar la técnica τ_{11} y los pasos para resolverlos son los siguientes:

τ_{11} :

Paso 1: Identificar el dato de las calorías en el texto, si no se da directamente calcularlo con la fórmula de las necesidades energéticas estimadas (NEE), dada en clase considerando la masa (M) en Kilogramos, estatura (h) en metros, edad (E) en años de la persona, sexo y actividad física (AF), si este dato se da obviar este paso.

Paso 2: Definir la o las variables que participan en el problema en unidades de masa, volumen o cantidad, dependiendo de la presentación del alimento.

Paso 3: Identificar en la tabla nutricional las magnitudes directamente proporcionales y calcular su valor para los valores de la o las variables definidas, luego organizamos los datos en el siguiente esquema considerando a x como la medida desconocida:

$$\begin{array}{l} M \\ a \\ b \end{array} \quad \begin{array}{l} M' \\ a' \\ x \end{array}$$

Multiplicamos en aspa de modo que queda la expresión $x \times a = (b \times a')$ y plantear la ecuación $x = (b \times a')/a$ y resolverla, despejando el valor de x , colocar las unidades que correspondan.

Paso 4: Plantear y resolver la ecuación (un solo dato) o el sistema de ecuaciones (dos datos) para hallar las cantidades solicitadas.

Paso 5: Convertir a las unidades solicitadas en el problema.

Paso 6: Comunicar el resultado.

Para la técnica de la tarea t_{13} tiene algunos pasos que coinciden con la técnica τ_{11} , la especificación de estos se realizará a continuación:

τ_{12} :

Paso 1: Realizar el Paso 1 al 3 de la técnica anterior.

Paso 2: Plantear el sistema de ecuaciones, teniendo en cuenta la variación porcentual de un mes a otro, si es un aumento escribirlo como $(100 + r)\%$ de la variable que aumenta y una reducción como $(100 - s)\%$ de la variable que disminuye.

Paso 3: Plantear y resolver el sistema de ecuaciones para hallar las cantidades solicitadas.

Paso 4: Convertir a las unidades solicitadas en el problema.

Paso 5: Comunicar el resultado.

Tecnología

Para los pasos 1 y 3 de la técnica τ_{11} , se aplica una tecnología que involucra conocimientos de nutrición específicamente, el cálculo de las NEE se justifica por ser un paso previo para realizar una dieta, aunque este no este solicitado explícitamente, es necesario para tener valor total de las calorías de una persona, que se considerarán en la resolución del problema pues está relacionada con la cantidad de calorías que aporta un alimento y tablas nutricionales:

θ_{11} : Conocimientos especializados en planes dietéticos

Un plan dietético nutricional define la cantidad de alimentos necesaria para alcanzar objetivos de salud y bienestar general. Este plan considera la ingesta de nutrientes y la hidratación, y se personaliza según las necesidades calóricas del paciente, su nivel de actividad física y sus condiciones médicas. Para elaborar este plan, se utilizan diversas herramientas. Las tablas de composición de alimentos, por ejemplo, proporcionan información detallada sobre el contenido de nutrientes (colesterol, calorías, vitaminas, etc.) por cada 100 gramos, mililitros o porción de alimento (Mahan, 2017; Salas, 2000). Además, los valores referenciales de las etiquetas nutricionales facilitan la elección entre alimentos similares, al ofrecer datos sobre calorías por ración, grasas saturadas y trans, hidratos de carbono, entre otros (Mahan, 2017).

La combinación de estas definiciones, permiten justificar las cantidades de alimentos que deben consumir para cumplir cierta cantidad de nutrientes. Además, las técnicas τ_{11} y τ_{12} se utiliza la tecnología θ_{12} , θ_{13} y θ_{14} que justifican los cálculos matemáticos.

θ_{12} : Definición de magnitudes directamente proporcionales

La definición de dos magnitudes directamente proporcionales según Papuico et al. (2018) nos menciona que:

Dos magnitudes a y b se dicen directamente proporcionales, si cuando una aumenta la otra también aumenta (o cuando disminuye la otra también disminuye) en la misma proporción. Además, se expresa de la siguiente manera:

$$\frac{a}{b} = k$$

Donde “ k ” es la constante de proporcionalidad.

θ_{13} : Teorema fundamental de la Proporcionalidad

“La igualdad entre dos razones, por ejemplo $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$, $b, d \neq 0$. Esto implica que $ad = cb$ ”

(Papuico et al., 2018, p. 37)

θ_{14} : Ecuaciones

Las ecuaciones de primer grado es una igualdad entre dos expresiones algebraicas de una variable. Se dirá que existe un sistema de ecuaciones lineales cuando se tenga dos variables. Al conjunto formado por todos los valores de x o (x, y) (si es un sistema de ecuaciones) se le llamará conjunto solución y será aquel valor que al remplazarlo satisface la igualdad. (Papuico et al., 2018)

Teoría

Para la tecnología θ_{11} se justificarán con la teoría:

θ_{11} : Nutrición

Las tecnologías θ_{12} , θ_{13} y θ_{14} se justificarán en las siguientes teorías:

θ_{12} : Teoría de la proporcionalidad

θ_{13} : Álgebra (ecuaciones)

Como ejemplo para el tipo de tarea T_1 presentaremos el problema “Antes de entrenar un buen desayuno”.

En la Tabla 7, se puede observar la tarea junto con su técnica respectiva, en este ejemplo se tienen dos nutrientes como datos las calorías y carbohidratos. En el caso de las calorías del pan con chicharrón hay que tener en cuenta que el dato de la tabla está dado por una masa de 100g, pero la masa es correspondiente a 150 g, en este caso vemos la aplicación de nuestro objeto de estudio la Proporcionalidad en una de sus técnicas más conocidas que es la “regla de tres simple”.

Tabla 7

Ejemplo para la tarea t_{12}

Al ingresar a entrenar al gimnasio se entrevista con el nutricionista y tienen la siguiente conversación:

- Nutricionista: ¿Qué consume en el desayuno, ahora que ha comenzado a entrenar?
- Usted: Diariamente, me gusta ir a una chicharronería a comer algunos panes con chicharrón, sin mayonesa y sin salsa criolla, con algunas tazas de avena.
- Nutricionista: Vea la siguiente tabla de calorías y carbohidratos de los alimentos que consume:

Alimento	Masa	Calorías por cada 100 g	Carbohidratos
1 pan con chicharrón	150 g	352 cal	25 g
1 taza de avena	100 g	380 cal	66,25 g

En base a este cuadro puedo afirmar que usted consume un total de 1 890 cal y $1,61875 \times 10^2$ g de carbohidratos, lo cual para el entrenamiento que sigue está bien.

Pregunta:

¿Cuántos panes con chicharrón y tazas de avena consume?

Sea:

Total, de calorías 1890 cal y $1,61875 \times 10^2$ g de carbohidratos.

X: Cantidad de panes con chicharrón

Y: Cantidad de tazas de avena

- Calorías del pan con chicharrón

100 g ----- 352 cal

150 g----- A

$$A = \frac{150 \times 352}{100} = 528 \text{ cal} \rightarrow 528X \text{ calorías en total del pan con chicharrón}$$

- Calorías de la taza de avena

100 g ----- 380 cal $\rightarrow 380Y$ calorías en total en las tazas de avena

- Carbohidratos del pan con chicharrón

25 g ----- 1 pan $\rightarrow 25X$ g de carbohidratos en total del pan con chicharrón

- Carbohidratos de la taza de avena

66,25 g ----- 1 taza de avena $\rightarrow 66,25Y$ g de carbohidratos en total en las tazas de avena

Ecuaciones:

$$\begin{cases} 528X + 380Y = 1890 \\ 25X + 66,25Y = 1,61875 \times 10^2 \end{cases}$$

$$C.S = (2.5, 1.5)$$

X= 2,5 panes con chicharrón

Y= 1,5 tazas de avena

Comunicación: Se consumió 2 ½ de pan con chicharrón y 1 ½ tazas de avena para cumplir con la cantidad de calorías y carbohidratos del dato.

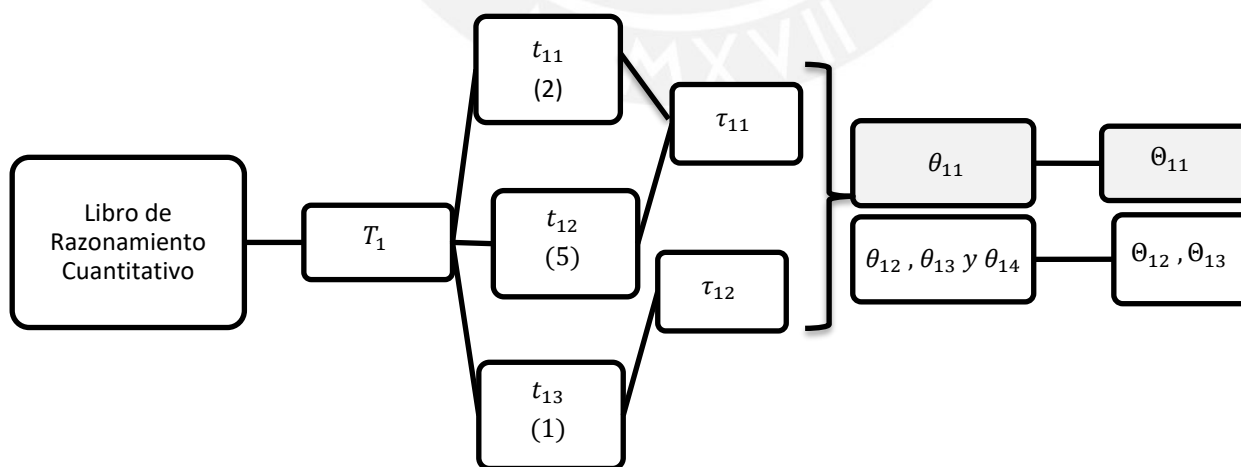
Nota. Adaptado de Papuico et al. (2018). *Razonamiento Cuantitativo*, p. 29.

La Tabla 7 presenta los valores nutricionales correspondientes a una porción de alimento. Para determinar la cantidad total de calorías en “Y” tazas de avena, se aplica el principio de proporcionalidad. Por ejemplo, si 100 gramos de avena contienen 380 calorías, entonces la cantidad total de calorías se calcula como 380Y. En el contexto del aula, este proceso se explica verbalmente durante el análisis inicial, y posteriormente se asume como conocido en ejercicios subsiguientes.

A modo, de resumen de este análisis se presenta la Figura 11 en el cual se puede realizar el siguiente análisis:

Figura 11

Tipo de tarea T₁ del Libro de Razonamiento Cuantitativo



Al compartir las técnicas τ_{11} y τ_{12} la misma tecnología y teoría, no significa que ambas técnicas sean iguales, están planteadas en un mismo contexto, pero el proceso de resolución es diferente, por lo tanto, la justificación de estos pasos está enmarcada dentro de la misma tecnología y por ende de la misma teoría.

Por otro lado, para el tipo de tarea T_1 se tiene de manera general que se debe cumplir para los nutrientes dados, sin embargo, en el material del curso solo se presentan tareas que están relacionadas con las necesidades energéticas o calorías, pero estos nutrientes pueden ser también, por ejemplo, necesidades proteínicas, o de la alguna vitamina como cantidad total de calcio.

Tipo de tarea:

T_2 : Determinar la relación entre dos magnitudes proporcionales.

Tarea

t_{21} : Determinar la relación entre dos magnitudes proporcionales con datos propuestos en una tabla.

Técnica

La técnica τ_{21} permitirá resolver la tarea t_{21} , los pasos se especificarán a continuación:

τ_{21} :

Paso 1: Identificar las dos magnitudes que se van a comparar,

Paso 2: Dividir los valores de las magnitudes $\frac{a_1}{b_1}$ y $\frac{a_2}{b_2}$.

Paso 3: Comprobar si los resultados son iguales, por lo tanto, definir que la relación es directamente proporcional.

Tecnología

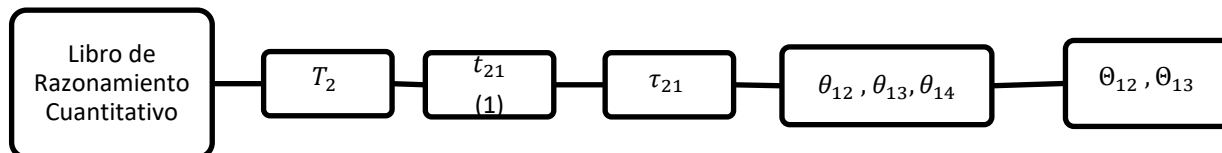
Las tecnologías que justifican esta técnica son θ_{12} , θ_{13} y θ_{14} .

Teoría

Las teorías que justifican estas tecnologías son θ_{12} y θ_{13} .

Figura 12

Tipo de tarea T_2 del Libro de Razonamiento Cuantitativo



La Figura 12 muestra un resumen de las del tipo de tarea T_2 del Libro de Razonamiento Cuantitativo.

Tipo de Tarea

T_3 : Calcular el término desconocido en una relación de dos magnitudes directamente proporcionales (DP).

Tareas

t_{31} : Calcular el término desconocido en una relación de dos magnitudes directamente proporcionales (DP) en una tabla.

t_{32} : Determinar el término desconocido en una relación de dos magnitudes directamente proporcionales (DP) a partir de un texto.

Técnica

τ_{31} : La siguiente técnica permitirá resolver las tareas t_{31} y t_{32}

Paso 1: Ubicar las magnitudes que se están relacionando

Paso 2: Organizamos los datos en el siguiente esquema considerando a x como la medida desconocida:

$$\begin{array}{cc} M & M' \\ a & a' \\ b & x \end{array}$$

Paso 3: Plantear la siguiente ecuación:

$$\frac{a}{b} = \frac{a'}{x}$$

Paso 4: Plantear la ecuación y despejar el “x”

Paso 5: Comunicar la respuesta en las unidades del problema.

Tecnología

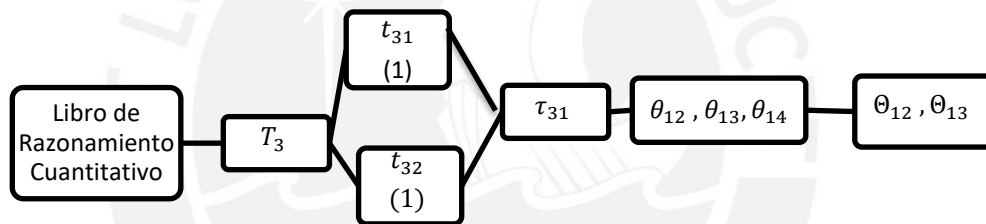
Las tecnologías que justifican esta técnica son θ_{12} , θ_{13} y θ_{14} .

Teoría

Las teorías que justifican estas tecnologías son θ_{12} y θ_{13} .

Figura 13

Resumen del tipo de tarea T_3 del Libro de Razonamiento Cuantitativo



La Figura 13 permite esquematizar un resumen del tipo de tarea T_3 .

A modo de ejemplo del tipo de tarea T_2 y T_3 tenemos el problema propuesto en Figura 13 la actividad 20, estos están contextualizados en la relación de la “Masa corporal y la masa cerebral”. Estos son desarrollados en clase, al ser un problema propuesto la técnica se basa en la resolución que hacen los docentes en clase.


La Figura 14 y Figura 15 en la cual tendremos preguntas correspondientes a la tarea t_{21} la pregunta 1 y la tarea t_{31} la pregunta 3.

Figura 14

Ejemplo de las tareas t_{21} y t_{31} del Libro de Razonamiento Cuantitativo

1.5.5 Relación Masa corporal-Masa cerebral

Normalmente los animales más grandes tienen cerebros más grandes. Existe una regla que distingue a los animales que tienen mayor masa cerebral en proporción a su masa corporal total. En el caso de los seres humanos esta regla se puede deducir mediante los siguientes datos:



Masa corporal	Masa cerebral
68,25 kg	1,95 kg
63 kg	1,8 kg
52,5 kg	1,5 kg
42 kg	1,2 kg

Nota. De Papuico et al. (2018). *Razonamiento cuantitativo*, p. 29.

Tipo de tarea

T_4 : Determinar la variación en una relación proporcional.

Tarea

t_{41} : Determinar la variación de una magnitud al variar la otra en una relación proporcional.

Técnica

Los pasos se describirán a continuación:

τ_{41} :

Paso 1: Identificar las dos magnitudes que se van a comparar.

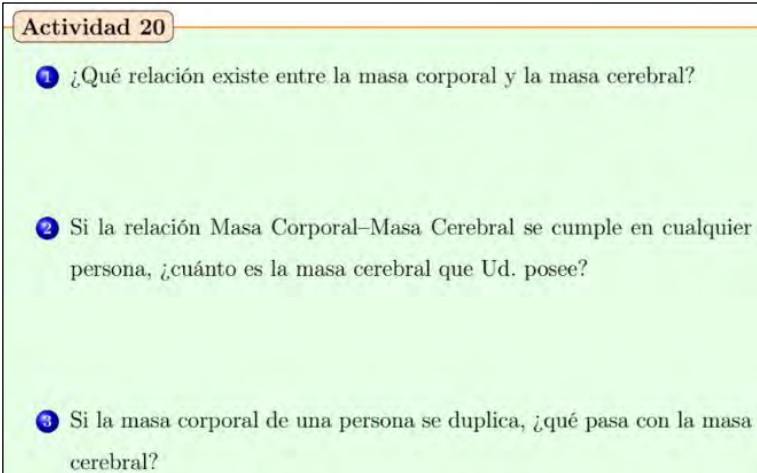
Paso 2: Despejarlas de la ecuación las variables que se van a analizar.

Paso 3: Si al despejar las magnitudes quedan del tipo $A \times B = k$ será inversamente proporcional y $\frac{A}{B} = k$ directamente proporcional, siendo "k" una constante.

Paso 4: Considerar finalmente que si es directamente proporcional “si uno aumenta la otra magnitud aumenta en la misma proporción” y si es inversamente proporcional “si uno disminuye la otra magnitud aumenta en la misma proporción”.

Figura 15

Ejemplo de las tareas t_{21} y t_{31} en la actividad 20



Actividad 20

- 1 ¿Qué relación existe entre la masa corporal y la masa cerebral?
- 2 Si la relación Masa Corporal–Masa Cerebral se cumple en cualquier persona, ¿cuánto es la masa cerebral que Ud. posee?
- 3 Si la masa corporal de una persona se duplica, ¿qué pasa con la masa cerebral?

Nota. De Papuico et al. (2018). *Razonamiento cuantitativo*, p. 29.

Tecnología

Las tecnologías que justifican esta técnica son θ_{12} , θ_{13} y θ_{14} .

Teoría

Las teorías que justifican estas tecnologías son θ_{12} y θ_{13} .

A modo de ejemplo del tipo de tarea T_4 , se presenta el problema “Aneurismas: Ley de Laplace.

En la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**, se presenta el contexto del problema la cual es una aplicación de un aneurisma y lo que produce en las paredes de la arteria, es allí que se propone una fórmula que será la condición para poder aplicar la técnica para la tarea t_{41} . La tarea específicamente se encontrará a modo de ejemplo en la Figura 17.

Figura 16

Contexto de tarea t_{41}


1.6.2 Aneurismas: Ley de Laplace

Un aneurisma es la dilatación localizada y permanente que se produce en las paredes de las arterias. En términos hemodinámicos, el acoplamiento de la dilatación aneurismática y el incremento en la tensión (arterial) de la pared T , se aproxima por la Ley de Laplace.

Ley de Laplace

$$T = \frac{P \times r}{2e}$$

Donde P es la presión arterial, r es el radio del segmento aórtico y e es el espesor o grosor de la pared aórtica.



Nota. De Papuico et al. (2018). *Razonamiento cuantitativo*, p. 37.

Figura 17

Ejemplo de la tarea t_{41}

Actividad 21

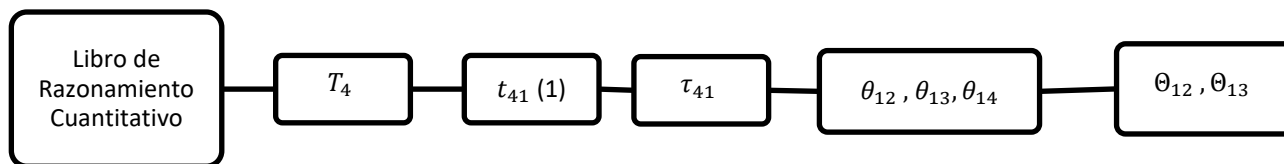
1 Si el espesor de la pared aórtica disminuye, ¿cómo se ven afectadas la presión (la tensión y el radio no varían) y la tensión en la aorta (la presión y el radio no varían)?

Nota. De Papuico et al. (2018). *Razonamiento cuantitativo*, p. 37.

A modo de resumen la Figura 18 nos permitirá mostrar un panorama general del tipo de tarea, tarea, técnica, tecnología y teoría del tipo de tarea T_4 : Determinar la variación en una relación proporcional.

Figura 18

Resumen tipo de tarea T_4 del Libro de Razonamiento Cuantitativo



T_5 : Determinar cuántas veces más es mayor el valor de una magnitud al variar sus elementos.

t_{51} : Determinar cuántas veces más es mayor el valor de una magnitud en una fórmula al variar sus elementos.

Técnica:

τ_{51} : Esta técnica se utilizará específicamente para este tipo de preguntas:

Paso 1: Definir las nuevas magnitudes con las variaciones dadas,

Paso 2: Reemplazar en la fórmula estos valores nuevos.

Paso 3: Despejar las magnitudes que formen el dato inicial.

Paso 4: Realizar las operaciones con los números que quedaron fuera de la fórmula inicial.

Paso 5: Comparar con la primera fórmula analizar cuántas veces mayor es el resultado.

Tecnología

Las tecnologías que justifican esta técnica son θ_{13} , θ_{14} .

Teoría

La teoría que justifica esta tecnología es la θ_{12}

A modo de ejemplo se presenta la pregunta 2 de la actividad 21, el contexto y los datos se encuentran en la Figura 16, este será el problema que hará referencia a la tarea T_5 .

Figura 19

Ejemplo del tipo de tarea T_5

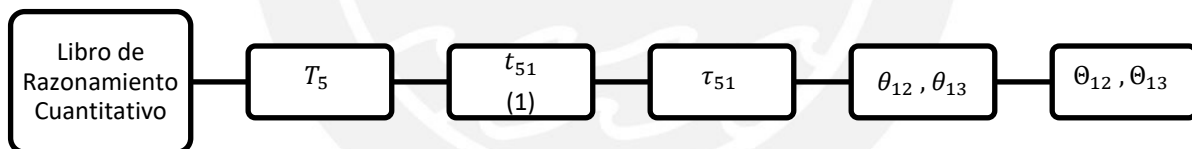
2 La pieza operatoria extirpada, de un aneurisma de aorta abdominal, tenía el triple del diámetro normal y la mitad del espesor normal. Si la presión no varía, ¿cuántas veces mayor fue la tensión en el aneurisma que en el resto de la pared arterial?

Nota. De Papuico et al. (2018). *Razonamiento cuantitativo*, p. 38.

En la Figura 19, se presenta la pregunta 2 de la actividad 21, la cual también se usa fórmulas, pero lo que se quiere hallar es cuántas veces mayor resulta el total, al variar los elementos de la fórmula, es aquí donde se ve presente la definición de proporcionalidad.

Figura 20

Resumen tipo de tarea T_5 del Libro de Razonamiento Cuantitativo



La Figura 20 ilustra claramente el tipo de tarea 5, caracterizada por un problema único en un contexto médico, distinto de las tablas nutricionales. Este cambio resalta la versatilidad de la proporcionalidad y su relevancia en múltiples áreas.

3.3 Resumen de lo hallado

Ahora realizaremos un análisis del modelo praxeológico encontrado en el libro de Razonamiento Cuantitativo, específicamente relacionado a la Proporcionalidad.

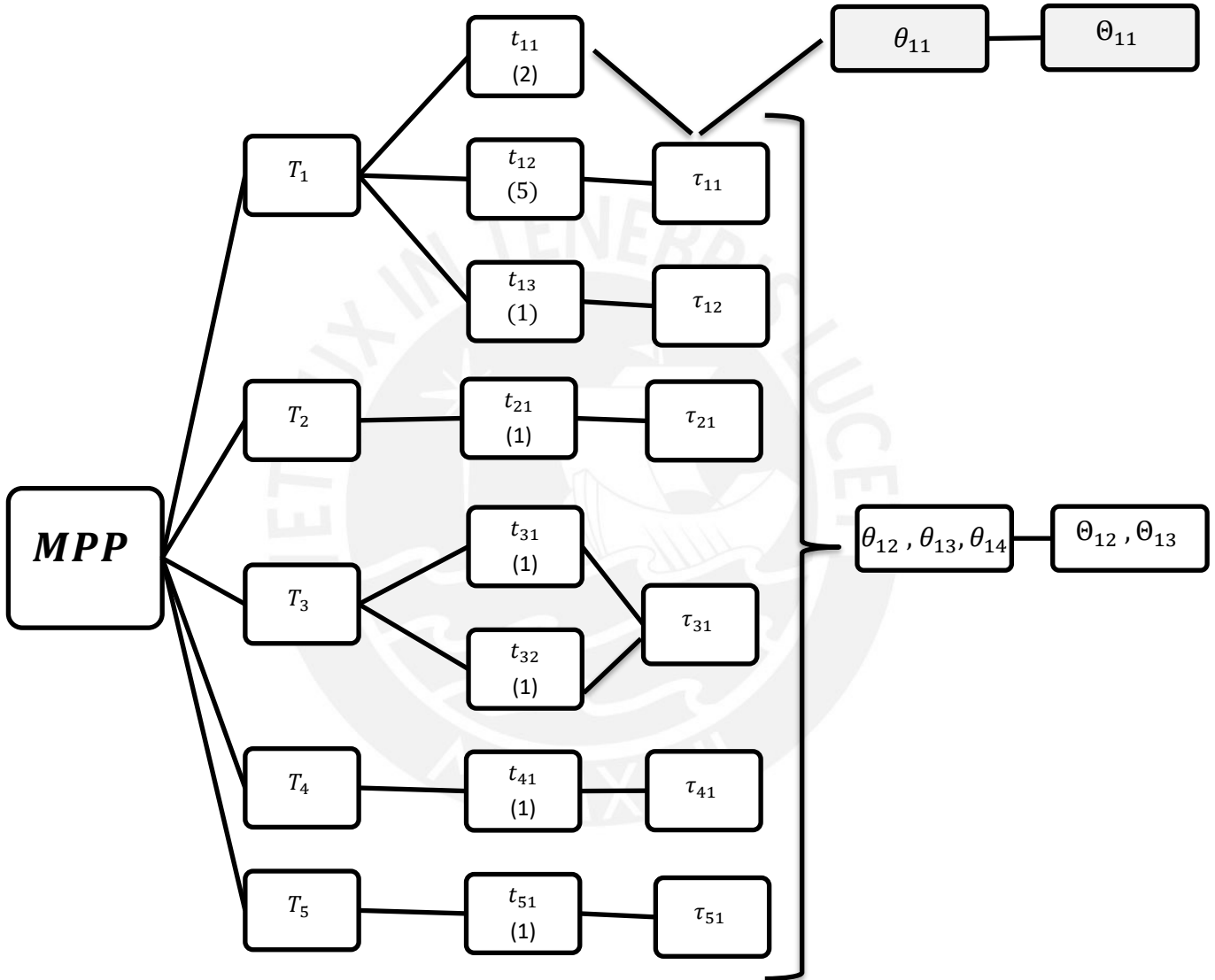
- De la Figura 20, tenemos el siguiente análisis, el tipo de tarea más predominante es t_{12} , este tipo de tarea se enmarca en el contexto de las tablas nutricionales, donde se le solicita que se halle cantidades de alimentos en base a dos datos

relacionados con los datos de las calorías, masa y carbohidratos, específicamente, pero como se mencionó anteriormente estos no son los únicos datos que se puede proponer, pues en general estos suelen solicitar a la vez que se cumpla con ciertas cantidades de vitaminas o nutrientes diferentes a los anteriores.

- Cabe resaltar que las tareas t_{11} y t_{12} comparten la misma técnica, a pesar de ser tareas diferentes, las cuales las hemos clasificado de esta forma por cómo se presentan los datos, en el primer caso se requiere hallar los valores totales, mientras que en el segundo ya se tiene ese valor, por lo tanto, es lógico que las tecnologías y teorías coincidan
- Salvo las tareas t_{11} y t_{12} están relacionadas con el área de la nutrición específicamente con tablas nutricionales, pues se requiere de ese conocimiento para resolver, los estudiantes deben analizar estas tablas nutricionales, ya que muchas de ellas se usan notaciones y unidades que representan cantidades en miles, por ejemplo Kcal (1000 calorías), o presentaciones de alimentos dadas en raciones las cuales se encuentran en unidades enteras, y ellos deben al momento de comunicar, utilizar el contexto de la nutrición para poder responder las preguntas dadas.
- Las tareas T_2 , T_3 , T_4 y T_5 no se presentan en el contexto de la nutrición es por ello, que no están justificadas con la tecnología θ_{11} , más bien están contextualizadas en otras áreas relacionadas con las carreras de ciencias de la salud, por ejemplo, en la proporción entre la masa y masa muscular, etc. Lo que muestra lo importante y variado que son las aplicaciones de la proporcional en el ámbito de la enseñanza disciplinar.
- Considerando el marco teórico de la TAD, se llega a la conclusión que se está presentando una organización matemática (OM) regional, pues se tiene tipos de tareas (5), técnicas (6), tecnologías (3) y teorías (2) la primera la teoría de proporcionalidad, y el álgebra específicamente las ecuaciones.

Figura 21

Modelo praxeológico sobre la proporcionalidad en libro de Razonamiento Cuantitativo (MPP)



CAPÍTULO IV: ANÁLISIS PRAXEOLÓGICO DE LA PROPORCIONALIDAD EN TEXTOS DE LOS CURSOS RELACIONADOS CON LA NUTRICIÓN

En el presente capítulo se llevará a cabo un análisis exhaustivo de los materiales bibliográficos utilizados en los cursos de nutrición de las carreras de Medicina (tercer ciclo), Odontología (tercer ciclo), Nutrición y Dietética (donde se imparte la asignatura Dietética y Diseño de Dietas), Terapia Física (tercer ciclo) y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (a partir del séptimo ciclo). A partir de los programas de estudio oficiales, se seleccionarán aquellos textos que incluyan contenidos relacionados con el cálculo de nutrientes de los alimentos presentados en tablas nutricionales o alimentarias. Este estudio busca identificar los tipos de tareas, técnicas y teorías que se promueven en dichos materiales, con especial énfasis en el modelo praxeológico. En particular, se analizarán las tecnologías que justifican las técnicas utilizadas, considerando la distinción propuesta por Castela (2016) entre tecnología práctica y la teórica. Asimismo, se buscará comprender el contexto de aplicación de estas técnicas en las prácticas laborales de los profesionales de la nutrición. Para ello, se realizará una entrevista a un docente especialista en nutrición, quien aportará una perspectiva cualitativa sobre el uso de tablas alimentarias en la resolución de problemas nutricionales y su relación con aspectos ecológicos y económicos, según la TAD. Dado que la carrera de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte es de reciente creación 2021-1, los materiales didácticos correspondientes al curso de Nutrición de la Actividad Física aún no están disponibles, por lo tanto, el análisis se centrará en las demás especialidades mencionadas.

Con base en los sílabos disponibles hasta 2023-2, se llevó a cabo una búsqueda de la bibliografía para identificar las unidades, semanas y libros que abordan el cálculo de nutrientes a partir de tablas alimentarias o nutricionales. Se priorizaron aquellos recursos que explican cómo utilizar las tablas y proponen tareas relacionadas.

La selección de los materiales didácticos se basó en los siguientes criterios:

- Identificar las unidades de los cursos de nutrición que se centran en el cálculo de nutrientes a partir de tablas alimentarias o nutricionales.
- Determinar las semanas dentro de esas unidades donde se aborda este tema.

- Seleccionar los libros incluidos en la bibliografía de cada semana.
- Filtrar los libros para escoger aquellos que explican el cálculo de nutrientes usando tablas alimentarias o nutricionales y que incluyen tareas prácticas. Este criterio es crucial porque el uso de las tablas para calcular la cantidad de nutrientes en una porción de alimento implica la aplicación de la proporcionalidad.

4.1 Entrevista con la especialista

En la siguiente etapa del proceso metodológico, se llevó a cabo una entrevista con una profesora de la Facultad de Nutrición y Dietética. La entrevista se realizó a través de la plataforma Zoom y se abordaron las siguientes preguntas:

S: Buenas tardes Melissa, muchas gracias por aceptar la entrevista el día de hoy. Estoy realizando un estudio sobre cómo se ve la proporcionalidad en el ámbito de la nutrición, y en la interpretación de tablas nutricionales tanto para los estudiantes de la carrera como para los egresados. ¿Podrías hablarme sobre tu formación académica y la experiencia profesional que tienes en el campo de la nutrición?

M: Mi nombre es Melissa Vivanco. Actualmente soy asistente de docencia en la Facultad de Nutrición y Dietética, donde imparto cursos como Metodología de la Investigación, Epidemiología y Proyecto de Tesis II. Además, trabajo en el Centro de Investigación de Biomoléculas de la UPC, enfocada en un proyecto sobre microbiota ancestral de alimentos peruanos como el tocosh de papa. Me gradué de la Maestría en Ciencias Avanzadas de la Nutrición en la Universidad Internacional de Valencia y tengo experiencia en la elaboración de planes de alimentación para personas activas y deportistas, aunque actualmente mi enfoque principal es la docencia.

S: ¿Qué métodos habitualmente se utilizan para diseñar dietas personalizadas?

M: En la carrera de nutrición, comenzamos con cálculos manuales de los requerimientos nutricionales y energéticos, utilizando la Tabla Nacional de Composición de Alimentos del Perú o la información de etiquetas nutricionales. Posteriormente, incorporamos herramientas como plataformas y archivos de Excel que simplifican el proceso basado en cantidades específicas de alimentos. Esto facilita el cálculo de calorías, carbohidratos, proteínas y otros nutrientes según las necesidades individuales de cada persona.

S: ¿Utilizan algún software para calcular las necesidades energéticas?

M: Personalmente, uso plataformas en Excel que contienen bases de datos completas de alimentos y su composición nutricional. Estas herramientas calculan automáticamente los valores nutricionales en función del peso o cantidad del alimento seleccionado. También existen plataformas como Almendras, donde los pacientes registran su consumo y el software evalúa si cumple con sus objetivos nutricionales.

S: En tu experiencia, ¿este cálculo de las necesidades energéticas difiere mucho entre el método manual, aplicativos o fórmulas de Excel?

M: Siempre existe cierta variabilidad, debido a que las tablas nutricionales pueden no estar completamente actualizadas o a variaciones en las porciones consumidas por los pacientes. Aunque las plataformas como Excel facilitan el proceso, el cálculo manual puede ser más preciso en ciertos casos. Es importante tener una comprensión profunda del cálculo manual para verificar y ajustar los resultados obtenidos por medios automáticos.

S: ¿Qué ajustes se realiza en una dieta cuando no cumple con los objetivos de proporcionalidad de las tablas nutricionales?

M: Las herramientas como Excel permiten ajustar automáticamente las cantidades de alimentos para cumplir con los objetivos nutricionales requeridos. Esto es crucial cuando las porciones recomendadas difieren del estándar en las tablas nutricionales.

S: ¿Cuándo los estudiantes terminan la carrera de nutrición, deben ser capaces de realizar una dieta manualmente o solo necesitan manejar las herramientas tecnológicas?

M: Durante los primeros ciclos, enseñamos a los estudiantes a calcular dietas manualmente, determinando los requerimientos de proteínas, grasas, carbohidratos y micronutrientes en base a las necesidades calóricas individuales. A medida que avanzan, utilizan herramientas tecnológicas como Excel para agilizar el proceso, pero es fundamental que comprendan los fundamentos detrás de estos cálculos.

S: Listo. Muchas gracias, Melissa, por tu tiempo y por compartir tu experiencia con nosotros.

M: Gracias a ti por la oportunidad.

La entrevista con la especialista puso de manifiesto la importancia crucial de que los estudiantes de nutrición adquieran dominio en la realización de cálculos manuales. Se subrayó que esta competencia permite efectuar ajustes precisos en los resultados obtenidos mediante software, lo cual resulta esencial para la personalización de planos dietéticos, considerando las particularidades de cada paciente. Si bien los programas informáticos son herramientas valiosas, su capacidad para capturar la totalidad de las variables relevantes puede ser limitada. Asimismo, se resaltó que el manejo experto de estos cálculos facilita la comprensión de la proporcionalidad en nutrición, especialmente en el contexto de la interpretación de tablas nutricionales o alimentarias.

A partir de la información recopilada, se procederá a la siguiente fase de la metodología. Esta etapa consistirá en la descripción y análisis de los libros de texto especializados, con el objetivo de identificar los elementos del modelo praxeológico de los usos de la proporcionalidad. Se prestará especial atención a las técnicas mencionadas por la experta entrevistada, integrándolas en el análisis.

4.2 Descripción de los libros de texto del Cursos de especialidad

A continuación, se describe el proceso de selección de materiales didácticos para el curso de Nutrición y Metabolismo, dirigido a estudiantes de Medicina, Odontología y Terapia Física. Utilizando los sílabos 2023-2, se construyó la Tabla 8, que detalla las unidades, semanas y textos relacionados con tablas alimentarias o nutricionales. En esta tabla se puede apreciar el proceso de descarte de libros según los criterios establecidos, culminando con la selección del texto de Salas (2000) para el análisis praxeológico.

El texto está disponible en formato digital y físico, al que se accedió a través de la biblioteca virtual y la biblioteca de la universidad donde se realiza el estudio. Los primeros capítulos abordan temas generales de nutrición y toma de datos antropométricos para calcular los requerimientos nutricionales de una persona. Posteriormente, se presenta una sección sobre el uso de tablas nutricionales, contexto en el que se estudiará la

proporcionalidad. Finalmente, se dedica un capítulo a la elaboración de dietas, tanto generales como adaptadas a las características de diferentes pacientes: recién nacidos, niños, jóvenes, madres gestantes, adultos y adultos mayores con enfermedades específicas.

Tabla 8

Libros relacionados con tablas nutricionales en el curso Nutrición y Metabolismo

Carrera	Medicina/Odontología/Terapia Física		
Curso	Nutrición y Metabolismo NU135		
Unidades	Nº1 Conceptos básicos en Nutrición y Metabolismo	Nº2: Nutrición en las diferentes etapas de la vida	Nº:3 Dietas y regímenes especiales
Semana	1y 5	6,7,9 y 10	11,12,13,14
Libros relacionados con tablas de alimentos o nutricionales	Blake, J. S. (2016) Cap.1	Ninguno	Salas (2000) Blanco et al. (2014) (pp. 35-43)
Libros que expliquen cómo usar las tablas de alimentos o nutricionales.	Ninguno	Ninguno	Salas (2000)

Nota. De Benavides et al. (2023). *Sílabo del curso de Nutrición y Metabolismo (NU135).*

Para la realización de la Tabla 8, se consideraron únicamente libros, excluyendo artículos de páginas web y otros recursos presentes en la bibliografía. Por este motivo, la Unidad 2 no incluye ningún libro, a pesar de que todos sus temas se relacionan con las tablas nutricionales, ya que solo se referencian artículos y folletos. Este análisis se centra específicamente en el estudio de los libros utilizados en los cursos mencionados.

A continuación, haremos una descripción de los libros del curso de Dietética y Diseño de Dietas, de la carrera de Nutrición y Dietética de la misma forma que el anterior curso, se basó el análisis el cual se presentará en la Tabla 9.

Tabla 9

Libros relacionados con tablas nutricionales en el curso Dietética y Diseño de Dietas

Carrera	Nutrición y Dietética			
Curso	Dietética y Diseño de Dietas NU231			
Unidades	N°1: Métodos de evaluación dietética	N° 2: Bases de la dietética y criterios para el diseño de dietas	N° 3: Dietética y diseño de dietas en la madre y niño menor a 2 años	N° 4: Dietética y diseño de dietas en niños mayores de 2 años, adolescentes y adulto mayor
Semana	1y 2	4 y 5	6,7 y 9	10,11,12 y 14
Libros relacionados con tablas de alimentos o nutricionales	Martínez (2011) Cap.1 y 2	Martínez (2011) Cap. 1 y 2	Grande, MC y Román (2014) Cap.7,8 y 9	Grande, MC y Román (2014) Cap.10 y 11
		Mahan et al., (2017) Cap. 19	Mahan et al., (2017) Cap. 15,16 y 17	Mahan et al., (2017) Cap. 18,19 y 20
Libros que expliquen cómo usar las tablas de alimentos o nutricionales.		Martínez (2011) Cap.1 y 2		
		Parte III Mahan et al., (2017)		

Nota. De Guerrero y Rosas (2023). *Sílabo del curso de Dietética y Diseño de Dietas (NU231).*

La Tabla 9, resume la bibliografía considerada para este trabajo. En este sílabo se observa una mayor cantidad de libros que en el anterior. Sin embargo, aunque algunos temas coinciden, la bibliografía no es la misma, con la excepción de la Tabla de Composición de Alimentos Peruana. Esto refleja que el objetivo del curso de

Metabolismo y Nutrición no se centra específicamente en la elaboración de dietas, sino en la interpretación de las mismas.

Finalmente, presentaremos la información del curso de Nutrición Animal, de la carrera de Veterinaria en la Tabla 11.

Tabla 10

Libros relacionados con tablas nutricionales en el curso Nutrición Animal

Carrera	Medicina Veterinaria
Curso	Nutrición Animal VT110
Unidades	Nº2 Digestión de alimentos, absorción de nutrientes y filtración de la sangre
Semana*	3 - 5
Libros relacionados con tablas de alimentos o nutricionales	Elices, R. (2010) Volumen I
	Elices, R. (2011) Volumen II
Libros que expliquen cómo usar las tablas de alimentos o nutricionales.	Ninguno

Nota. De Nakandakari (2023). *Sílabo del curso de Nutrición animal (VT110).*

Los libros seleccionados contienen algunos términos propios de la disciplina, que definiremos a partir de lo encontrado en Mahan et al., (2017): Datos Antropométricos, está relacionado con la toma de medidas físicas de una persona que permite compararlo con los estándares de crecimiento y desarrollo y valorar su estado nutricional. Los más importantes son la estatura, peso y determinadas circunferencias corporales.

Índice de Masa Corporal (IMC), es un valor considerado para evaluar el nivel nutricional de sobrenutrición o desnutrición de los pacientes.

$$IMC = \frac{\text{peso}(Kg)}{\text{Estatura}(m)^2}$$

Se considera un IMC normal entre 18,5 a 25 kg/m², entre 25 a 29,9 kg/m² sobrepeso y valores mayores de 30 kg/m² se considera obesidad.

Gasto energético basal (GEB), que es la cantidad de energía mínima que se consume en el día en reposo físico y mental sin consumir ningún tipo de alimento.

Gasto energético en reposo (GER), el cual se considera como la energía mínima que se consume para realizar las actividades necesarias como la energía para la respiración, circulación, etc.

Efecto térmico de los alimentos (ETA), es la cantidad de energía que se consume para realizar la digestión y absorción de los alimentos.

Termogenia por actividad (TA), es la cantidad de energía consumida por la actividad física ya sea por ejercicio o trabajo.

Gasto energético total (GET), a la energía que se consume por estos tres componentes gasto energético basal (GEB), efecto térmico de los alimentos (ETA) y la termogenia por actividad (TA) se le llama gasto energético total.

Estimación de las necesidades energéticas (NEE), es el promedio de la ingesta energética en la dieta que debe consumir un adulto sano. En el caso de los niños, lactantes y mujeres embarazadas esto será, equivalente al GET más las necesidades calóricas derivadas.

Actividad Física (AF), es un factor que aproxima el valor de la TAF, este se calcula mediante un cuestionario, y se divide en cuatro categorías según el estilo de vida: sedentario, poco activo, activo y muy activo. Estos valores difieren según el grupo de personas la cual depende del Nivel de Actividad Física (NAF) que es el cociente entre el GET y GEB.

La ingesta energética (IE), es la cantidad de energía en calorías que consume una persona en su día y ésta puede variar según su dieta, y para calcularlo hay varios métodos como los registros de dieta, o estimaciones realizadas o, programas online de

cálculo como Food Prodigy y el My playe Tracker del Departament of Agriculture de EE.UU. A modo de ejemplo del cálculo de las NEE, se presenta el siguiente caso.

Tabla 11

Ejemplo del cálculo de las NEE en una persona sana

Calcular las NEE de una mujer adulta de 28 años, con 60 Kg de peso, 1,77 m de altura y un coeficiente de AF de 1.27 (considerado muy activo)

$$NEE = 354 - 6,91 \times edad(años) + AF \times (9,36 \times peso(Kg) + 726 \times altura(m))$$

$$NEE = 354 - 6,91 \times 28 + 1,27 \times (9,36 \times 60 + 726 \times 1,77) = 2.505 \text{ kcal}$$

Nota. La información presentada en esta tabla es de *Krause Dietoterapia* (14ª ed., p. 25) por Mahan et al. (2017), Elsevier.

La Tabla 11 ejemplifica cómo el libro propone la resolución de este tipo de tareas, utilizando una fórmula aplicable únicamente a personas consideradas sanas. Es importante destacar que, para individuos con condiciones como obesidad, se requiere una fórmula distinta, la cual se detallará posteriormente.

Por otro lado, según Salas (2000) se define la tabla de composición de alimentos, las cuales están formadas por dos partes que brindan información los valores de composición para cada alimento e información sobre el uso y manejo de las tablas, los datos de composición están encuadrados en las tablas demás se tiene anexos con varios índices de alimentos, estos valores propuestos en las tablas muestran la concentración de cada nutriente que tiene el alimento. En la mayoría de las tablas los datos se expresan por cada 100 gramos o 100 mililitros. Los nutrientes mencionados en las tablas de composición de alimentos, son las sustancias químicas que debe ingerir una persona para su desarrollo y crecimiento; estos incluyen macronutrientes (carbohidratos, proteínas y grasas) y micronutrientes (vitaminas y minerales) además de ácidos grasos, aminoácidos, etc.

Otra definición importante a resaltar es la etiqueta o tabla nutricional, la cual es información obligatoria proporcionada por el estado en productos envasados. Esta información se basa en una porción del alimento y muestra el porcentaje de valores diarios basados en una dieta de 2000 calorías (USDA FoodData Central, s.f.).

El plan dietético nutricional, es la cantidad de alimentos que se deben consumir para lograr un objetivo de salud y el bienestar general. Se considera la ingesta de nutrientes y la hidratación. Está basado en la cantidad de calorías del paciente, su nivel de ejercicio y condiciones médicas. (Mahan et al., 2017).

El término "condiciones médicas" se utilizará frecuentemente para referirse al ámbito médico, específicamente al estado de salud del paciente. Estas condiciones pueden ser de gravedad, como la obesidad, la diabetes, la presión arterial alta o la depresión (National Institutes of Health [NIH], s.f.).

4.3 Análisis praxeológico de los libros de texto del Cursos de especialidad

En el siguiente parte del trabajo se realizará el análisis de los libros seleccionados en la sección anterior, los cuales son: Salas (2000) del curso de Nutrición y Metabolismo y Mahan et al., (2017) del curso de Nutrición y dietética clínica; indicando sus tipos de tareas, tareas, técnicas y teoría, las cuales representaremos cómo: los tipos de tareas (T_i^*), las tareas (t_{ij}^*), técnica (τ_i^*), tecnología (θ_i^*) y la teoría (Θ_i^*) para diferenciarlas de los del análisis praxeológico del libro Papuico, et al. (2018). El análisis de estos libros permitirá visualizar como se presenta el objeto de estudio Proporcionalidad en estas dos instituciones y las justificaciones de la técnica si se encuentran en el ámbito mismo de las matemáticas o es necesario tener el conocimiento del ámbito disciplinar o viceversa y por lo tanto concluir si existe una proximidad entre sus elementos del modelo praxeológico.

Castela (2008) introdujo el concepto de tecnología teórica (θ^{th}), para referirse a las justificaciones derivadas de la teoría. Luego, Romo (2014) presentó un enfoque donde las justificaciones se basan en la práctica profesional, no necesariamente vinculadas a

fundamentos matemáticos, sino a experiencias vividas en el campo de acción laboral. A este componente tecnológico práctico lo denominaremos como (θ^p).

En adelante, consideramos los planos dietéticos nutricionales, las tablas de composición de alimentos y las tablas nutricionales como el contexto de estudio para la proporcionalidad, dado que estos elementos ejemplifican su aplicación en la práctica profesional. Estos temas servirán como el medio principal para analizar casos clínicos y preguntas relevantes.

Iniciaremos con el libro de Salas (2000), pues es este el seleccionado en el curso de Nutrición y Metabolismo que cumple con los criterios mencionados anteriormente.

Tabla 12

Información del libro Nutrición y Dietética Clínica

AUTOR	AÑO	TÍTULO	CIUDAD	EDITORIAL
Salas	2000	Nutrición y dietética clínica	Barcelona	Elsevier
EDICIÓN	CAPÍTULOS	PÁGINAS	N ° CASOS CLÍNICOS	N ° SECCIONES ANÁLIZADAS
3° edición	67	677	0*	6 y 14
Sección 6		Capítulos relacionados con tablas nutricionales		
<ul style="list-style-type: none"> • Dieta alta en proteína y energía. • Nutrición y alimentación en la enfermedad renal crónica. • Dieta controlada en proteínas en el síndrome nefrótico. • Dieta controlada en proteínas en la encefalopatía hepática. • Dieta controlada en gluten. 		<ul style="list-style-type: none"> • Dieta alta en proteína y energía. • Nutrición y alimentación en la enfermedad renal crónica. • Dieta controlada en proteínas en el síndrome nefrótico. • Dieta controlada en proteínas en la encefalopatía hepática. • Dieta controlada en gluten. 		

<ul style="list-style-type: none"> • Dieta controlada en fenilalanina. • Homocistinuria y otros trastornos del metabolismo de la metionina. • Dieta en la leucinosis o enfermedad de la orina con olor a jarabe de arce. • Dieta en los trastornos del ciclo de la urea. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dieta controlada en fenilalanina. • Dieta en la leucinosis o enfermedad de la orina con olor a jarabe de arce. • Dieta en los trastornos del ciclo de la urea.
Sección 14	Capítulos relacionados con tablas nutricionales
<ul style="list-style-type: none"> • Cuantificación de grasas en heces. • Dieta y excreción de catecolaminas. • Dieta para la prueba del ácido 5-hidroxiindolacético. • Dieta de la preparación para la prueba de tolerancia oral a la glucosa. • Dieta pobre en yodo para el diagnóstico de enfermedades tiroideas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dieta y excreción de catecolaminas. • Dieta para la prueba del ácido 5-hidroxiindolacético. • Dieta de la preparación para la prueba de tolerancia oral a la glucosa. • Dieta pobre en yodo para el diagnóstico de enfermedades tiroideas.

Nota. De Salas, I. (2000). *Nutrición y Dietética Clínica*. Elsevier.

En la Tabla 12, presenta un resumen comparativo de los temas abordados en el sílabo del curso y el índice del libro consultado. El acceso al libro se realizó a través de la biblioteca virtual de la universidad donde se lleva a cabo este estudio. Es importante señalar que el índice del libro incluye 15 casos clínicos como material de repaso para los capítulos. Sin embargo, estos casos clínicos se encuentran disponibles únicamente en formato en línea, al cual no se tuvo acceso para el presente estudio. Por lo tanto, el análisis se limitará al contenido del libro virtual, excluyendo los casos clínicos propuestos en la página web de la editorial. Dado que el libro consultado carece de casos clínicos propuestos, no se puede realizar un análisis praxeológico, ya que este requiere la presencia de tareas prácticas. Por lo tanto, el presente estudio se centrará en la descripción de la técnica expuesta en el libro para la prescripción de dietas alimentarias

nutricionales. Como se mencionó anteriormente, este es el contexto en el que se identifica el uso de la proporcionalidad.

De la misma manera que en el análisis del libro anterior nos basaremos en Flores (2021), para representar la técnica descrita como pasos.

A modo de ejemplo, explicaremos la técnica para una dieta de un paciente con la condición médica enfermedad renal crónica mostrada en el Capítulo 24.

Técnica:

τ_{11}^* : Realización de un plan dietético

Paso 1: Realizar un diagnóstico nutricional, realizar la toma de datos antropométricos marcar los objetivos con el paciente.

Paso 2: Realizar el historial dietético clínico y una encuesta alimentaria incluyendo la patología renal y preferencias del paciente.

Paso 3: Establecer los objetivos nutricionales y explicarlas al paciente mostrando las tablas nutricionales por ejemplo las de contenido de fósforo, potasio, etc.

En este paso, el capítulo de anexos muestra estos dos tipos de tablas de equivalencias: donde se presentan los datos en base a una masa del alimento y su equivalencia a las medidas caseras, este tipo de tablas son importantes resaltar ya que se asemejan a las que se utilizan en el libro de Razonamiento Cuantitativo analizado anteriormente. La Figura 22, muestra un ejemplo de las tablas a la cual denotaremos como tablas del Tipo 1., donde tenemos la cantidad de miligramos de sodio que contiene 100 gramos de alimento, por ejemplo 100 gramos de pan blanco contienen 650 miligramos de sodio. Además, se presenta su equivalencia en medidas caseras como una rebanada de pan blanco tendrá 130 miligramos de sodio. Esta presentación de los datos es conveniente para poder calcular la cantidad de nutrientes exactos que está consumiendo en un plan dietético. Por otro lado, la Figura 23 muestra el otro tipo de tablas en las que los datos se muestran en su valor equivalente a estas llamaremos tablas del Tipo 2.

Figura 22

Tabla de la cantidad de sodio por 100g de alimento

Alimentos	Miligramos de Na por cada 100 g de alimento	Medidas caseras	Miligramos de Na por medida casera
Harinas			
Pan blanco	650	Una rebanada	130
Biscotes, bollería	350	Cuatro unidades	140
Cereales de desayuno	360	3 c.s.	243
Cereales integrales	260	3 c.s.	117
Pan sin sal	2	Una rebanada	0,6
Legumbres secas	295	Una ración	206
Legumbre cocidas	107	Una ración	74,9
Arroz blanco o integral hervido	114	Una ración	199
Pasta alimentaria hervida	116	Una ración	203
Patata hervida	78	Una patata mediana	132
Galletas, bollería, alimentos de pastelería en general*	361	Una porción	216

Nota. De Salas, I. (2000). *Nutrición y Dietética Clínica* (p. 674). Elsevier.

Estas son utilizadas cuando se realiza el método de intercambio de raciones o equivalentes: Se define un equivalente o ración de nutrientes ejemplo: 10g de hidratos de carbono = 1 equivalente y convertir a las mismas unidades si fuera necesario, luego en la tabla nutricional observar cuántos gramos es por cada equivalente.

Figura 23

Tabla de equivalentes por de 10g de hidratos de carbono

Farináceos	g/equivalente	Energía (kcal)	Medidas caseras
Panadería			
Biscote	15	55	2 unidades
Pan (payés, baguette, centeno)	20	50	Una rebanada
Cereales, pastas y tubérculos			
Pastas alimentarias	15	50	1 c.s.
Cereales de desayuno	15	55	2 c.s.
Harina	15	50	1 c.s.
Arroz blanco e integral	15	45	1 c.s.
Sémola	15	50	1 c.s.
Tapioca cruda	10	40	1 c.p.
Patatas peladas	65	50	Media patata mediana

Nota. De Salas, I. (2000). *Nutrición y Dietética Clínica* (p. 653). Elsevier.

Ejemplo:

(un equivalente) =10g de hidratos de carbono

Pan	20g/equivalente
-----	-----------------

Realizar el cálculo de la proporción para saber cuánto nutriente tiene el alimento

Ejemplo:

10g de hidrato de carbono →1 equivalente →20g de Pan

Intercambiar los alimentos que contengan la misma cantidad de nutrientes.

Paso 4: Elaborara un menú personalizado para organizar mejor las comidas

Paso 5: Hacer un plan de acción dietética (PAD), el cual debe incluir las restricciones por la patología renal y preferencias del paciente.

Paso 6: Programar un seguimiento y repetir la toma de datos antropométricos en la siguiente sesión.

Paso 7: Evaluar lo que ha aprendido el paciente respecto a su alimentación y el grado de consecución para realizar los cambios necesarios.

Tecnología

θ_{11}^* : Dietoterapia

Teoría

θ_{11}^* : Nutrición

A continuación, se analizará el libro de texto del curso Dietética y Diseño de Dietas Mahan et al. (2017). Para realizar la descripción inicial, se utilizará la versión digital del libro, aunque cabe señalar que la biblioteca especializada también dispone de la edición física, la cual se verificó que coincide en contenido y edición con la versión digital.

Al final de cada capítulo, se proponen casos clínicos. Algunos capítulos incluyen uno o dos casos, cada uno con cuatro a seis preguntas relacionadas con el contenido del

capítulo. Estos casos clínicos presentan escenarios médicos que requieren que los estudiantes proporcionen no solo recomendaciones dietéticas, sino también sugerencias adicionales, como tratamientos farmacológicos y terapias.

Tabla 13

Información sobre el libro de Krause Dietoterapia

AUTOR	AÑO	TÍTULO	PAIS	EDITORIAL
Mahan y Raymond	2017	Krause Dietoterapia	EEUU	ELSEVIER
EDICIÓN	CAPÍTULOS	PÁGINAS	N° CASOS CLÍNICOS	CAPÍTULOS ANALIZADOS
14°	44	930	44	15 al 20 (Parte III)
Parte III			Casos clínicos considerados (grupo 1)	
<ul style="list-style-type: none"> • Capítulo 15: Nutrición para la salud reproductiva y la lactancia • Capítulo 16: Nutrición en la lactancia • Capítulo 17: Nutrición en la infancia • Capítulo 18: Nutrición en la adolescencia • Capítulo 19: Nutrición en la vida adulta • Capítulo 20: Nutrición en el adulto mayor 			<ul style="list-style-type: none"> • Capítulo 17 (Pregunta 5) • Capítulo 18 (Pregunta 3) • Capítulo 19 (Pregunta 3) • Capítulo 20 (Pregunta 4) 	
			Casos clínicos no considerados (grupo 2)	
			<ul style="list-style-type: none"> • Capítulo 15 • Capítulo 16 	

Nota. Adaptado de Mahan et al. (2017). Krause Dietoterapia. Elsevier.

En Tabla 13, presenta una descripción general del libro de texto utilizado en el curso Dietética y Diseño de Dietas, en concordancia con el sílabo del curso. En esta asignatura, se considera exclusivamente la Parte III del libro, que consta de seis capítulos. Como se detalla en la Tabla 13, los casos clínicos propuestos al final de cada

capítulo se han clasificado en dos grupos. El Grupo 1 incluye aquellos casos clínicos que contienen preguntas relacionadas con la elaboración de planes dietéticos o nutricionales. El Grupo 2, por otro lado, comprende los casos clínicos que carecen de tales preguntas. Para el presente análisis, se considerarán únicamente las preguntas del Grupo 1, ya que están directamente relacionadas con el uso de tablas alimentarias o nutricionales y, por ende, con nuestro objeto de estudio: la proporcionalidad. Este es el contexto en el que se llevará a cabo el análisis.

A modo de ejemplo, la Figura 24 presenta el caso de un lactante de ocho meses con dificultades en la ingesta de alimentos debido a la falta de conocimiento materno. Sin embargo, las preguntas asociadas a este caso se centran en aspectos como la velocidad de crecimiento del lactante, lo que lo clasifica como un caso del Grupo 2.

Figura 24

Ejemplo del grupo 2 de casos clínicos

Cecilia está en el tercer mes después de un parto normal y alumbramiento a término. Ella le dice que está dando lactancia exclusiva a su hijo ocho veces al día, pero que está muy cansada y no duerme mucho porque el niño siempre parece irritable entre las tomas, día y noche. Ha determinado perder el «peso de su niño» y en las últimas 6 semanas ha limitado su ingesta calórica a unas 1.200 kcal/día mediante seis bebidas dietéticas diarias aproximadamente. Ella informa que el pediatra le dijo que el aumento de peso del niño se había enfriado durante el último mes y que le gustaría que le complementara la dieta con una fórmula. Ella duda si hacerlo porque su meta es continuar la lactancia exclusiva hasta que el niño tenga 6 meses y después posiblemente continuar al menos hasta su primer cumpleaños.

Datos de diagnóstico nutricional
Dificultad para la lactancia relacionada con mala ingesta dietética materna, evidenciada por informe de la madre de dieta inadecuada y poco aumento de peso del niño.

Preguntas sobre asistencia nutricional

1. ¿Qué diría a Cecilia en relación con su preocupación por perder el «peso de su niño»?
2. ¿Qué le diría para que mejore su ingesta dietética?
3. ¿Cómo abordaría la irritabilidad del niño y su inadecuado aumento de peso?
4. ¿Qué consejo le daría para preservar la lactancia y conseguir sus metas en relación con la misma?

Nota. De Mahan et al. (2017). *Krause Dietoterapia* (p. 295). Elsevier.

En la Figura 25 se presenta un ejemplo de casos que, sí realizaremos en análisis, pero no todas las preguntas serán consideradas como tipos de tarea para este análisis pues ya están en el ámbito profesional de la nutrición en el cual piden hacer recomendaciones en base a ciertas situaciones.

Figura 25

Ejemplo del grupo 1 de casos clínicos

Aileen es una mujer de 28 años de edad que vive en un barrio urbano con su esposo y su hija de 12 años. Mide 1,78 m de altura y actualmente pesa 74 kg. En los últimos 2 años ha engordado 4,5 kg. En una feria de salud reciente de la YMCA, los resultados de la detección sistemática de glucemia y presión arterial de Aileen fueron más altos que hace 1 año, pero dentro de los límites normales. Tiene antecedentes familiares de cardiopatía y diabetes y reconoce que su aumento de peso es un problema. Tanto ella como su marido trabajan a tiempo completo, y la combinación de sus horarios con el de su hija es frenética. Aileen cocina y hace la compra, tienen cocina de vitrocerámica, horno, microondas y frigorífico/congelador. Ella describe sus hábitos de compra de alimentos como caóticos y en el último momento, parando a menudo en la tienda local. Comen fuera (comida rápida o para llevar) muchas veces a mediodía y al menos dos noches a la semana. No hacen una actividad o ejercicio regular. Tienen el seguro de salud mínimo con un gran copago; por eso no tienen una rutina de cuidados sanitarios continuados.

Aileen pidió cita con un centro de atención sanitaria local. Pidió consejo dietético y le solicitaron que llevara un diario de los alimentos de 1 día para el nutricionista. Ella comunicó lo siguiente: desayuno: huevo y salchicha en una rosca de pan, café; almuerzo: aperitivo bajo en grasa de la máquina expendedora con café; comida: hamburguesa doble con queso en un bollo y una ración de patatas fritas grande, ketchup y pepinillos extra, refresco light; cena: congelada con pollo, arroz y maíz. Tenía una ensalada de lechuga iceberg con salsa ranchera light «para añadir algo verde». Bebió un refresco light. Por la tarde tomó helado de chocolate y té dulce. Refiere que en el café le gusta echar dos sobres de azúcar y un poco de crema no láctea.

Nota. De Mahan et al. (2017). *Krause Dietoterapia* (p. 364). Elsevier.

Para ejemplificar lo mencionado en la Figura 26, tenemos el contexto en el que se presenta este caso clínico, de una mujer adulta con sus datos e historial nutricional.

Figura 26

Ejemplo de las preguntas del grupo 1 de casos clínicos

Preguntas sobre asistencia nutricional

1. ¿Qué factores del estilo de vida y desencadenantes nutricionales es probable que identifique el nutricionista?
2. ¿Qué alimentos debería considerar incluir en su dieta Aileen para construir un plan de comidas relacionado con la prevención?
3. Planifique un modelo de alimentación y dos comidas de muestra que ilustren sus recomendaciones, incluyendo al menos un desayuno, una comida y una cena en casa y fuera de casa.

Nota. De Mahan et al. (2017). *Krause Dietoterapia* (p. 364). Elsevier.

La pregunta 1 de la Figura 26 se solicita mencionar los factores desencadenantes nutricionales debe considerar el nutricionista, estas preguntas no las consideraremos pues no se solicita explícitamente el contexto anteriormente mencionado de planes dietéticos, la pregunta 2 y 3 puede ser considerada como un solo tipo de tarea que definiremos a continuación.

Las preguntas de los casos clínicos considerados, se dividirán en 2 tipos de tareas, las cuales iniciaremos a describir a continuación para analizar el modelo praxeológico que se forma, cabe mencionar también que los casos clínicos no están resueltos, pero se dan directrices para saber cómo abordar las situaciones planteadas, estos serán considerados como la técnica con pasos extras de aclaración.

Tipo de Tarea

T_1^* : Realizar un plan dietético para una cierta cantidad de calorías.

Tareas

t_{11}^* : Realizar un plan dietético para una cierta cantidad estimada de calorías necesarias (NEE) para una persona sin condiciones médicas.

t_{12}^* : Realizar un plan dietético para una cierta cantidad de calorías totales (GET) para una persona con condición médica de obesidad.

Técnica

Las técnicas τ_{111}^* y τ_{112}^* permitirá resolver la tarea del tipo t_{11}^*

τ_{111}^* : Página Web “My plate”

Paso 1: Tomar los datos del paciente como: edad, sexo y nivel de actividad física.

Paso 2: Ingresar a la página web <https://www.myplate.gov/> y seleccionar la opción “Obtenga su plan” e ingresamos los datos del paciente, el cual resulta la cantidad de calorías que debe considerar el plan alimentario.

Paso 3: Dar crear plan, y descargar el documento.

Paso 4: Ingresar a la tabla de composición de alimentos que se encuentra en la página web <https://fdc.nal.usda.gov/index.html>, seleccionamos por categoría, por ejemplo: de

frutas y jugos de frutas y combinarlos según el documento descargado, y criterios extras que se requiera, considerando la siguiente aclaración de la página web:

Los pesos en gramos del archivo de porciones de alimentos se pueden utilizar para calcular los valores nutricionales de las porciones de alimentos a partir de los valores proporcionados por cada 100 g de alimento. Se utiliza la siguiente fórmula para calcular el contenido nutricional por porción:

$$N = (V*W) /100;$$

dónde:

N = valor nutritivo por tamaño de porción

V = valor del nutriente por cada 100 g

W = peso (en g) de la porción

Paso 5: Programar una siguiente cita y realizar un seguimiento.

τ_{112}^* : Fórmulas del libro de Krause Dietoterapia

Paso 1: Tomar los datos antropológicos y sexo.

Paso 2: Calcular la cantidad de calorías necesarias (NEE) considerando las fórmulas del libro, las cuales se muestran como ejemplo en la Figura 23.

Paso 3: Ingresar a la página web: <https://www.myplate.gov/> y continuar con el Paso 4 y 5 de la técnica τ_{111}^* .

La Figura 27 muestra la fórmula la cantidad de calorías necesarias en niños entre 3-8 años considerados no obesos y crecimiento normal, y en mujeres con IMC entre 18,5-25 kg/m², donde las NEE se consideran igual al cálculo del GET. Y la Figura 28 muestra los datos para usar con mujeres con la condición de sobrepeso y obesidad y sean mayores de 19 años, cabe señalar la diferencia de formas de calcular las NEE y GET según las condiciones médicas del paciente.

Figura 27

Fórmulas para hallar el NEE en niños y mujeres sin condiciones médicas

NEE para niños de 3-9 años (dentro del percentil 5-85 para IMC³) NEE = GET + depósito de energía NEE = 88,5 – 61,9 × edad (años) + AF × (26,7 × peso [kg] + 903 × altura [m]) + 20 (kcal para depósito de energía)
NEE = GET NEE = 354 – 6,91 × edad (años) + AF × (9,36 × peso [kg] + 726 × altura [m]) donde AF = coeficiente de actividad física: AF = 1 (sedentario) AF = 1,12 (poco activo) AF = 1,27 (activo) AF = 1,45 (muy activo)

Nota. De Mahan et al. (2017). *Krause Dietoterapia* (p. 23). Elsevier.

La siguiente técnica permitirá resolver la tarea t_{12}^*

t_{12}^* : Fórmulas del libro de Krause Dietoterapia, con condiciones médicas de obesidad.

Paso 1: Tomar los datos antropológicos del paciente, edad, sexo y antecedentes médicos.

Paso 2: Anotar la lista de los alimentos, bebidas y ejercicios que realiza el paciente durante 24 horas en un cuaderno de registro.

Paso 3: Establecer los objetivos, según el cálculo de las cantidades recomendadas.

Paso 4: Calcular la cantidad de calorías totales que debería consumir, teniendo en cuenta que su IMC lo clasificará como sobre peso o riesgo de sobrepeso. Esto se calcula a partir de la fórmula mostrada en el libro Figura 28 denominado GET (Gasto energético total).

Paso 5: Limitar el tiempo de pantallas a 80 minutos/ día.

Paso 6: Planificar un plan dietético en base a las directrices de la Tabla 18-7 del libro Krause Dietoterapia y supervisar.

Paso 7: Indicar al paciente que puede recompensar sus logros con incentivos que no sean de comida, por ejemplo: ropa, joyas, etc.

Figura 28

Fórmula para calcular el GET en una mujer considerada con sobrepeso

Mujeres con sobrepeso y obesas de 19 años y mayores (IMC ≥ 25 kg/m²)

$$\text{GET} = 448 - 7,95 \times \text{edad (años)} + \text{AF} \times (11,4 \times \text{peso (kg)} + 619 \times \text{altura (m)})$$

donde

AF = coeficiente de actividad física:

AF = 1 si el NAF se estima $\geq 1 < 1,4$ (sedentario)

AF = 1,16 si el NAF se estima $\geq 1,4 < 1,6$ (poco activo)

AF = 1,27 si el NAF se estima $\geq 1,6 < 1,9$ (activo)

AF = 1,44 si el NAF se estima $\geq 1,9 < 2,5$ (muy activo)

Nota. De Mahan et al. (2017). *Krause Dietoterapia* (p. 23). Elsevier.

Tecnología:

Las técnicas τ_{111}^* , τ_{112}^* y τ_{12}^* se justifican con la tecnología θ_{11}^* ya que representan casos específicos de un proceso más amplio: la elaboración de planes dietéticos en el ámbito de la Dietoterapia. Este campo abarca todos los tipos de planes alimentarios y facilita el cálculo de las raciones adecuadas. Además, esta fundamenta las cantidades exactas de nutrientes presentes en los alimentos de la dieta, así como los cálculos matemáticos necesarios cuando las porciones difieren de las presentaciones habituales. Por lo tanto, se considera que tanto la tecnología θ_{11}^* pertenece al tipo teórico, al encontrarse en el ámbito disciplinar de la nutrición, dentro de la institución de enseñanza de disciplinas intermedias $E(DI)$, la tecnología θ_{12}^* , se sitúa en la institución usuaria I_u por lo que se considera una tecnología práctica.

θ_{11}^* : Dietoterapia

Según Mahan et al., (2017), la Dietoterapia es la práctica clínica que aplica los principios de la nutrición y la dietética en la atención de individuos. Para ello, se elabora un historial médico basado en las necesidades nutricionales del paciente, con el objetivo de prevenir enfermedades como la diabetes, las enfermedades cardíacas, la artritis, la

depresión y la obesidad. La integración de estos conceptos permite determinar las cantidades de alimentos necesarias para satisfacer los requerimientos de nutrientes.

θ_{12}^* : Proporcionalidad directa

La página web propone usar una técnica del paso 4 que permitirá calcular el valor desconocido esto de justifica en el ámbito de las matemáticas específicamente la proporcionalidad (regla de tres simple).

Ahora realizaremos un análisis más profundo de las justificaciones de los pasos de las técnicas presentadas, la tecnología θ_{13}^* , justificará el Paso 2 de la técnica τ_{111}^* .

θ_{13}^* : Tablas de referencia para calcular la cantidad de calorías; la justificación de los cálculos de la página “Myplate” hace referencia a la cantidad de calorías que se debe consumir en base a los datos del paso anterior.

Utilizar esta página web es sugerencia del libro, donde se usa una página referente al gobierno de EEUU, aunque comparando con los datos de otras tablas no mencionadas en los libros los valores son muy semejantes.

Tabla 14

Fórmulas Consideradas para Calcular la Cantidad de Calorías

Rango de Edades	Fórmulas
12 meses a 8 años	Ingestas dietéticas de referencia (2002)
9 a 18 años	Estimación de necesidades energéticas (2006) con factores aplicados en función del percentil del índice de masa corporal (IMC).
Mayores de 19 años	Estimación de necesidades energéticas (2006) con factores aplicados en función del índice de masa corporal (IMC) y un factor extra para para mujeres embarazadas y que están dando de lactar.

Nota. Adaptado de Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. (sf). MyPlate.

La tecnología que está detrás de esta aplicación en la Tabla 14 se basa en la estimación de las necesidades calóricas. Es importante señalar que los valores de calorías requeridas para niños, mostrados en esta página web, se calculan utilizando promedios de estatura y peso para cada grupo de edad. Por lo tanto, estos valores son referenciales y no se ajustan a las necesidades individuales de cada paciente, aunque sí proporcionan una aproximación.

La tecnología matemática detrás de esta página web la representaremos como θ_{15}^* que justificará el Paso 2 de la técnica τ_{112}^* y el Paso 3 de la técnica τ_{12}^* .

θ_{15}^* : Ecuaciones

Aplicar procesos algorítmicos de suma, multiplicación, para desarrollar y encontrar la variable, que en este caso será las necesidades energéticas estimadas (NEE) o el gasto energético total (GET).

Teoría:

Las tecnologías θ_{11}^* , θ_{13}^* se justifican en la teoría θ_{11}^* y las θ_{12}^* y θ_{14}^* con la teoría θ_{12}^* y θ_{13}^* .

θ_{11}^* : Nutrición

θ_{12}^* : Álgebra

θ_{13}^* : Teoría de la proporcionalidad

A modo de ejemplo del tipo de tarea T_1^* consideraremos la tarea t_{11}^*

Tabla 15

*Ejemplo para la tarea t_{11}^**

Brian es un niño de 7 años y 4 meses de edad que ganó 6.8 Kg durante el pasado curso escolar. Su altura es de 128 cm, y su peso es de 34 Kg. Brian se trasladó a un nuevo hogar y comenzó en un colegio nuevo hace 1 año después del divorcio de sus padres. La atención después de la escuela se la ha brindado un vecino retirado quien le encanta cocinar para Brian. Tiene pocos amigos en el barrio, y sus principales actividades de ocio han sido ver la televisión y jugar a videojuegos. Cuando se aburre, a menudo busca un aperitivo. Su madre informa de que a menudo dependen de comidas para llevar y comidas rápidas debido a las limitaciones de tiempo por su trabajo a tiempo completo, y ella ha ganado peso. Ella recientemente comenzó una clase de aeróbic con un amigo y está interesada en desarrollar

hábitos alimenticios más saludables para ella y Brian. Después de 4 meses, Brian se ha inscrito en el programa extraescolar del centro comunitario local, está en un equipo de fútbol y juega baloncesto. Los fines de semana son un desafío, Brian y su madre aún no han incorporado la actividad física en su rutina de fin de semana y a Brian le resulta difícil limitar el tiempo de visualización de la pantalla a 2h durante los fines de semana. Brian ha perdido 1,8 Kg y es más alto mide 129 cm y pesa 29,9 Kg.

Pregunta:

¿Qué recomendaciones puede hacer para disminuir la ingesta energética de Brian y hacerla más coherente con las recomendaciones de MyPlate?

- Paciente: Brian
- Edad: 7 años
- Masa actual 29.9 Kg
- Estatura: 129 cm
- Actividad Física: Realiza un deporte 5 veces por semana.

Vemos que pertenece a la tarea t_{11} * pues, en este caso Brian **actualmente** es considerado sano.

$$IMC = \frac{29.9}{(1.29)^2} = 17.98Kg/m^2 \text{ (Percentil 84 de IMC, peso saludable)}$$

Ingresar a la página web <https://www.myplate.gov/> y colocar los datos del paciente. Se obtendrá la cantidad de calorías recomendadas para un niño de esa edad con peso y estatura promedio.

El plan recomendado para Brian es de 1600 calorías por día.

Descargar el documento con las recomendaciones de alimentos que se debe consumir al día.

- 1 ½ tazas de frutas
- 2 tazas de vegetales
- 5 onzas de granos
- 5 onzas de proteínas
- 2 ½ de lácteos

Ingresar a las tablas nutricionales de los alimentos los cuales se encuentran en la página web <https://fdc.nal.usda.gov/index.html>, seleccionamos por categoría, por ejemplo: de frutas y jugos de frutas.

Manzanas, crudas, con piel en una parte 100 g

Nombre	Cantidad
Calorías	52 cal

Realizando cálculos proporcionales podemos hallar la cantidad de calorías en una taza que equivale a 125 g.

N: El valor nutritivo por tamaño de porción

V: Valor de las calorías por 100 g

W: La masa de la porción en gramos

$$N = (V * W) / 100$$

$$N = (52 * 125) / 100$$

$$N = 65 \text{ cal}$$

Realizando el mismo proceso para alimentos aleatorios (sin ninguna particularidad, salvo que cumpla con las cantidades totales del plan alimentario), se puede comprobar que cumple aproximadamente las 1600 calorías requeridas.

1 taza de manzanas	65 cal
½ taza de jugo de frutas	46.8 cal
2 taza de pepino sin cáscara	40 cal
3 rebanadas de pan (3 oz)	218.7 cal
1 oz de cereal de caja (1oz)	102.34 cal
½ Taza de arroz cocido (1 oz)	102 cal
2 huevos (2 oz)	198.45 cal
2 cucharas de mantequilla de maní (2 oz)	358.34 cal
½ taza de frejoles cocidos (1 oz)	120.5 cal
1 ½ taza de leche	147 cal
1 taza de yogurt sin lactosa	203 cal
Total	1602.13 cal

Se programa una segunda cita dentro de 4 meses para realizar un seguimiento a Brian.

Nota. De Mahan et al. (2017). *Krause Dietoterapia* (p. 329). Elsevier.

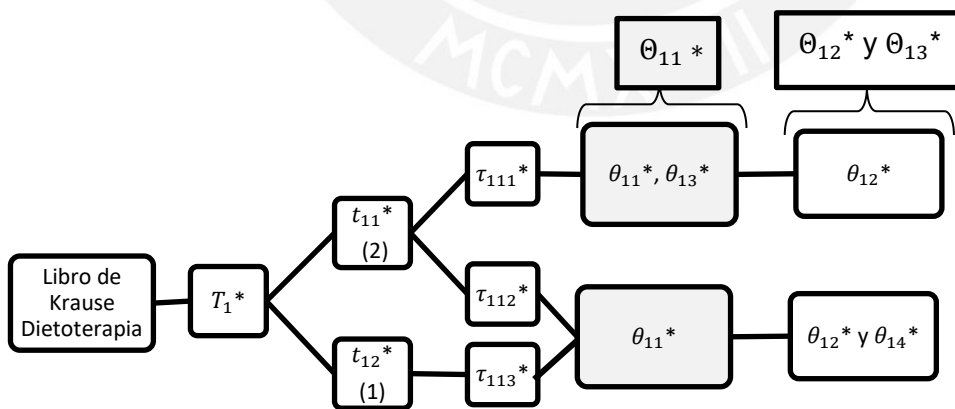
El ejemplo de la Tabla 15 cumple todas las condiciones de la tarea t_{11}^* y fue resultado utilizando la técnica τ_{111}^* . Aunque la técnica τ_{112}^* también podría aplicarse, existe una diferencia significativa en el Paso 2 de ambas técnicas. Al utilizar la página web <https://www.myplate.gov/>, lo que representa un aumento del 35.53% respecto al valor inicial. Esta discrepancia se debe a que la página web utiliza valores de ingesta de referencia basados en promedios de masa y estatura para cada edad y sexo, mientras que las fórmulas de la Figura 27 permiten ingresar los datos exactos del niño.

En la Figura 29, se está realizando una síntesis del modelo praxeológico para el tipo de tarea T_1^* , se ha resaltado aquellas tecnologías relacionadas con el ámbito nutricional que se realizan en la práctica consideradas tecnologías prácticas y las otras son las que son consideradas de teóricas, cada grupo con sus teorías correspondientes.

Además, se observa que la tarea t_{11}^* es la más predominante, con dos casos clínicos, que son referidos a realizar un plan dietético en base a las necesidades energéticas estimadas, ya que los pacientes de esos casos clínicos no tienen condiciones médicas.

Figura 29

*Resumen del tipo de tarea T_1^**



Para el siguiente caso clínico se plantea el siguiente tipo de tarea T_2^* .

Tipo de Tarea

T_2^* : Determinar la cantidad de nutriente que debe consumir una persona con una condición médica.

Tarea

t_{21}^* : Determinar la cantidad de fibra que debe consumir una persona con la condición médica de estreñimiento.

Técnica:

Para resolver la tarea se planteará los siguientes pasos, que se basan en las directrices de Mahan et al., (2017).

τ_{21}^* : Dieta alto en contenido de fibra.

Paso 1: Tomar los datos del paciente como sexo, edad, en el caso de las mujeres preguntar si está embarazada o en proceso de dar de lactancia y una lista de los alimentos que consume.

Paso 2: Aumentar el consumo de cereales hasta 6-11 porciones diarias y verduras, legumbres y frutas hasta 5-8 porciones diarias.

Paso 3: Revisar cuál es la ingesta recomendada de fibra para el paciente, según su edad y sexo. Ver la Figura 30.

Paso 4: Realizar un plan nutricional considerando entre 6-11 porciones diarias de cereales integrales.

Figura 30

Ingesta dietética de referencia de fibra

Ingesta dietética de referencia de fibra para niños y adultos			
Edad (años)	Hombres y mujeres (g/día)	Embarazo (g/día)	Lactancia (g/día)
1-3	19	NP	NP
4-8	25	NP	NP
9-13	31 para niños; 26 para niñas	NP	NP
14-18	38 para hombres; 26 para mujeres	28	29
19+	36 para hombres; 25 para mujeres	28	29

Nota. De Mahan et al. (2017). *Krause Dietoterapia* (p. 1049). Elsevier.

Paso 5: Incrementar la cantidad de líquido a un mínimo de 2 litros diarios.

Paso 6: Combinar los alimentos de manera que se obtenga el total de fibra necesaria, en base la tabla de la Figura 31

Paso 7: Incluir esos alimentos en un plan de menú diario.

Paso 8: Realizar un seguimiento para que se cumpla lo recomendado.

Figura 31

Alimento con 2g de fibra

Manzana, 1 pequeña	Pera, ½ pequeña
Naranja, 1 pequeña	Cerezas, 10 grandes
Plátano, 1 pequeño	Ciruelas, 2 pequeñas
Melocotón, 1 mediano	Harina de avena seca, 3 cucharadas
Pan integral, 1 rebanada	Trigo desmenuzado, ½ bollo
Salvado, 1 cucharada	Salvado de trigo, 1 cucharadita
Pan de centeno, 1 rebanada	Grape-Nuts, 3 cucharadas
Copos de maíz, ⅔ de taza	Trigo inflado, 1 ½ taza
Pan de trigo partido, 1 rebanada	Patata, de 5 cm de diámetro
Brócoli, ½ tallo	Apio, 1 taza
Lechuga fresca, 2 tazas	Tomate crudo, 1 mediano
Coles de Bruselas, 4	Maíz en mazorca, 5 cm
Judías verdes, ½ taza	Judías estofadas en lata, 2 cucharadas
Zanahorias, ⅔ taza	
Fresas, ½ taza	

Nota. De Mahan et al. (2017). *Krause Dietoterapia* (p. 1049). Elsevier.

Tecnología:

La técnica τ_{21}^* se justifica con la tecnología θ_{11}^*

θ_{11}^* : Se justifica en los criterios para realizar una dieta, específicamente en las directrices para una dieta alta en fibra.

Los pasos 3, 4 y 6 de la técnica τ_{21}^* se justifica con la tecnología θ_{21}^* , θ_{12}^* y θ_{13}^* respectivamente.

θ_{21}^* : Datos de laboratorios, los cálculos realizados para la ingesta recomendada de fibra, fueron realizados por científicos y diversas pruebas en laboratorio. No se ha especificado cuales son estas pruebas.

θ_{12}^* : Proporcionalidad directa

Teoría:

Las tecnologías θ_{11}^* y θ_{21}^* se justifica con la teoría Θ_{11}^* .

Θ_{11}^* : Nutrición

La tecnología θ_{12}^* se justifica:

Θ_{13}^* : Teoría de proporcionalidad

Para ejemplificar el tipo de tarea T_2^* se presentará el siguiente caso clínico.

Tabla 16

*Ejemplo para la tarea t_{21}^**

MF es una mujer caucasiana de 86 años de edad residente en un centro de cuidados especiales, que presenta pérdida de peso involuntaria. Ingresó hace 3 meses desde el hospital después de una fractura de cadera. Ha estado residiendo en una vivienda tutelada independiente durante varios años. Refiere que ha estado comiendo mal debido a dificultades para mantenerse activa, estando generalmente molesta, y afirma: "Si no estoy activa, no es necesario comer mucho". La ingesta es menor del 50% de la dieta habitual. Después de la evaluación por los especialistas del habla y el lenguaje no se aprecian problemas de masticación ni deglución. El peso al ingreso era de 50,4 Kg; el actual es de 42,7 Kg. Refiere medir 1,60 m; Hgb/Hto normal; colesterol total ,135; y puntuación en la minivaloración nutricional de 5. La tomografía de cadera muestra curación lenta de la fractura sin mejoría de la densidad ósea; actualmente toma suplementos de calcio, 1000mg/día y vitamina D, 600 IU/día. Presión arterial de 128/80 mm Hg, con furosemida; otros medicamentos son loracepam, parche transdérmico de fentanilo, sen, docusati y mirtazapina.

Pregunta:

¿Sospecha que la paciente está estreñida? ¿Qué recomendaría en términos de elección alimentaria para tratar esto?

- Paciente: MF
- Edad: 86 años
- Masa actual 42,7 Kg
- Estatura: 1,60 m
- Sexo: Femenino

Vemos que pertenece a la tarea t_{21} * pues, en este se solicita recomendación para tratar el estreñimiento.

MF requiere un total de 25 g de fibra en su dieta, según la tabla de la Figura 26

Según las recomendaciones dadas la paciente debería consumir:

- 7 porciones de cereales
- 7 porciones entre vegetales, legumbres y frutas
- 25 gramos de fibra diario
- 2 litros de agua

Realizando una combinación de los alimentos de la tabla de la Figura 27, sin ningún orden específico podemos tener la siguiente lista de alimentos que se podrían incorporar en la dieta de MF:

2 manzanas pequeña	4g
½ taza judías verdes	2g
2/3 tazas de zanahorias	2g
2 coles de Bruselas	1g
10 cerezas grandes	2g
½ tallo de brócoli	2g
½ bollo de trigo desmenuzado	2g
2 cucharaditas de salvado de trigo	4g
2 rebanadas de pan de trigo	4g
3 cucharadas de avena seca	2g
<hr/>	
Total	25 g

Se programa una segunda cita para MF y realizar un seguimiento

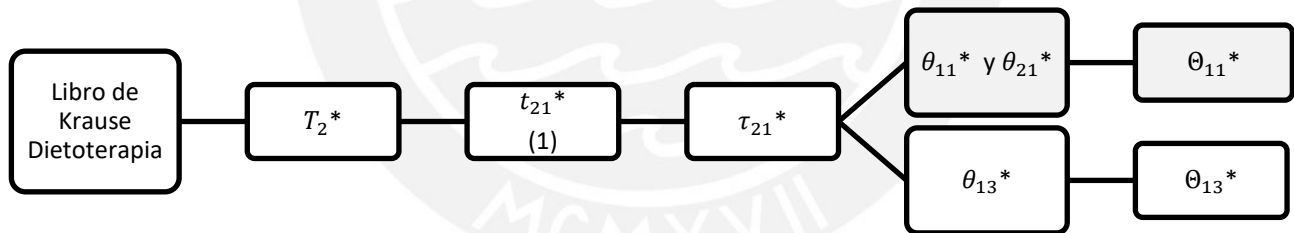
Nota. De Mahan et al. (2017). *Krause Dietoterapia* (p. 380). Elsevier.

En la Tabla 16, se presenta un ejemplo de la tarea t_{21}^* , para el cual se siguen los pasos de la técnica τ_{21}^* , se hace el uso de la proporcionalidad, aunque no directamente sino de forma práctica al calcular que el doble de las porciones de alimento corresponde al doble de la cantidad de fibra y de la misma forma, la mitad de la porción del alimento, contiene la mitad de la cantidad de fibra.

Ahora presentaremos a modo de resumen la Figura 32, en donde se puede visualizar que las tecnologías y teorías se mantienen en dos campos, en el de las disciplinas intermedias y el de las matemáticas.

Figura 32

Resumen del tipo de tarea T_2^*



4.4 Resumen de lo hallado

Ahora realizaremos un análisis del modelo praxeológico encontrado en el libro de Krause Dietoterapia, específicamente relacionado a la proporcionalidad.

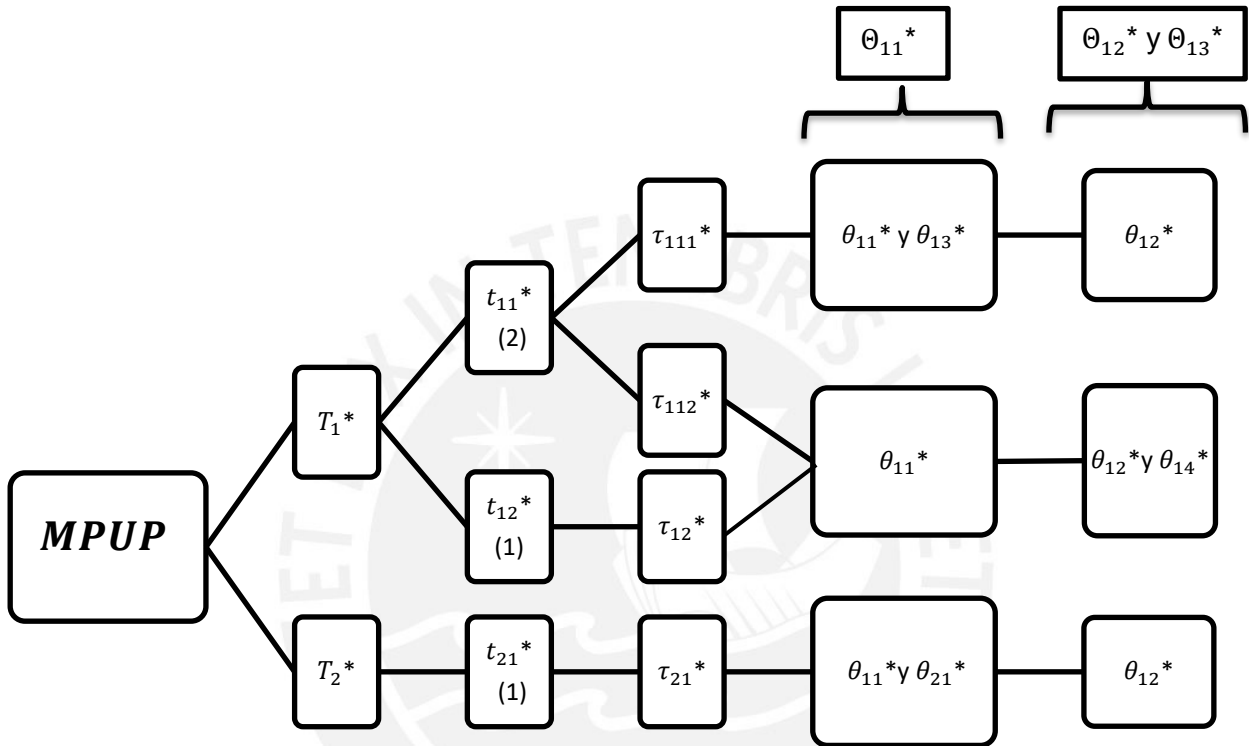
- La institución considerada es la de enseñanza de disciplinas intermedias $E(DI)$, el curso de Nutrición y Dietética Clínica. Dentro de esta, se ha seleccionado el libro *Krause Dietoterapia* debido a que presenta explícitamente los tipos de tareas propuestas en los casos clínicos. Es importante destacar que los casos clínicos

no están resueltos; en su lugar, se están considerando las directrices proporcionadas por el libro para la técnica identificada en cada tipo de tarea.

- Se observa que el bloque predominante es el 'Práctico-Técnico', conocido en la TAD como el 'saber hacer', ya que estas prácticas se muestran directamente en el libro. Sin embargo, algunas tecnologías, específicamente las relacionadas con las tecnologías teóricas (θ^{th}), también están presentes en el libro. Por ejemplo, la tecnología θ_{11}^* , que implica la elaboración de una dieta, se encuentra pautada en el Capítulo 4 del libro *Krause Dietoterapia*.
- El tipo de tarea t_{11}^* es el más predominante, con dos casos clínicos asociados y dos técnicas para su desarrollo. Sin embargo, estas técnicas difieren en el cálculo de la cantidad de calorías requeridas para un paciente. En la técnica τ_{111}^* , la tecnología subyacente se basa en una tabla de valores recomendados, derivados de una fórmula matemática fundamentada en principios nutricionales. En contraste, la tecnología θ_{21}^* de la técnica τ_{21}^* se encuentra en el ámbito de las instituciones usuarias, específicamente en laboratorios.
- La Figura 33 representa un resumen de los elementos del modelo praxeológico de los usos de la proporcionalidad (*MPUP*) encontrados en la institución de saberes intermedios $P(DI)$. Se observa que las tecnologías teóricas (θ^{th}), propias del ámbito de la nutrición, se justifican en este contexto. Las instituciones usuarias I_u , por otro lado, son donde se justifican las tecnologías prácticas (θ^{p}), que se encuentran en el ámbito de las matemáticas.
- Se observa una mayor concentración de tareas en t_{11}^* , que consisten en la elaboración de planos dietéticos para personas bajo ciertas condiciones. Estas tareas involucran dos técnicas que difieren en un paso del proceso, pero se justifican en áreas distintas. Una técnica se fundamenta en el ámbito de la nutrición, mientras que la otra implica el uso de páginas web.

Figura 33

Modelo praxeológico sobre los Usos de la Proporcionalidad en el libro de Krause Dietoterapia



- Cada una de las dos columnas tiene su propia teoría que la justifica una en el ámbito de las matemáticas y la otra en la nutrición.

4.5 Comparación de los componentes praxeológicos de cada institución de enseñanza

En esta parte del análisis consideramos dos instituciones la de enseñanza de las matemáticas $E(M)$ que es el curso de Razonamiento Cuantitativo, y la institución de enseñanza de disciplinas intermedias $E(DI)$ que por las condiciones analizadas anteriormente se considerará al curso de Nutrición y Dietética Clínica. Dentro de estas dos instituciones se seleccionaron libros referentes a cada una de ellas y el análisis

praxeológico presentado es referente a estos libros. Para el curso de Razonamiento Cuantitativo, se está considerando el libro Razonamiento Cuantitativo y para el curso de Nutrición y Dietética el libro de Krause Dietoterapia donde se identificó el uso de la proporcionalidad en el en el ámbito del cálculo de nutrientes presentados a partir de las tablas de alimentos o nutricionales. Consideraremos el modelo praxeológico sobre la proporcionalidad (*MPP*) en el libro de Razonamiento Cuantitativo y al modelo praxeológico de los usos de la proporcionalidad (*MPUP*) en el libro de Krause Dietoterapia.

Para comparar los componentes de los modelos praxeológicos tendremos en cuenta algunos criterios, que se describirán al iniciar el análisis de cada componente.

Criterios de comparación para los tipos de tareas:

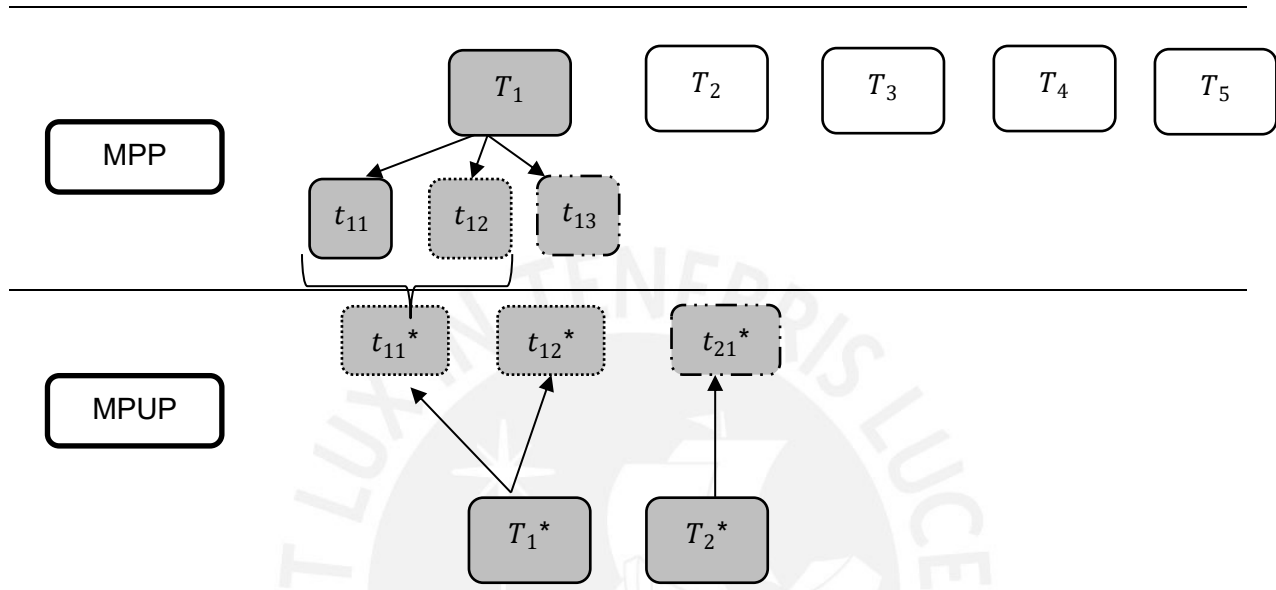
- Cantidad de tareas propuestas en los libros.
- Tareas en el que se solicite el cálculo de nutrientes a partir de una tabla de alimentos o nutricional.
- Ostensivos de medida utilizados.
- Nivel de complejidad de las tareas.

Los criterios establecidos permitirán realizar un análisis comparativo entre las diferentes especialidades, centrándonos en los tipos de tareas relacionadas con la proporcionalidad en el contexto del cálculo de nutrientes. Si bien en *MPP* se presentan cinco tipos de tareas relacionadas con la proporcionalidad, solo una de ellas T_1 se vincula directamente al cálculo de nutrientes a partir de tablas alimentarias. En contraste, en (*MPUP*) se identifican dos tipos de tareas que se relacionan específicamente con este contexto: T_1^* y T_2^* . Estos últimos tipos de tareas se consideran más complejos, ya que, por ejemplo, la tarea t_{11}^* implica una combinación de las tareas t_{11} y t_{12} . Al analizar los ostensivos, se observa que en $E(M)$ se establece una distinción entre calorías (cal) y kilocalorías (kcal), mientras que en $E(DI)$ se consideran equivalentes. Esta última diferencia es relevante debido a la variación en la presentación de las tareas en ciertos casos, como en el tipo de tarea T_1 . En este escenario, se requiere la conversión de

unidades de kilocalorías a calorías, a diferencia de la institución E(M), donde dicha conversión no es necesaria.

Figura 34

Relaciones entre los tipos de tareas y tareas de MPP y MPUP



En la Figura 34, se destacan las tareas relacionadas con el contexto analizado y la complejidad de los tipos de tareas. Si bien en (MPP) se presentan más tareas, estas no se enmarcan en el cálculo de nutrientes a partir de tablas de alimentos o nutricionales. Esto sugiere que el ámbito de la salud ofrece diversas aplicaciones para la proporcionalidad. En cuanto a las tareas, se observa una mayor concentración en t_{11} y t_{11}^* . Es relevante mencionar que la tarea t_{12} es un caso particular de las tareas t_{11}^* y t_{12}^* . En esta, se analiza uno o dos alimentos para cumplir con condiciones de calorías y/o masa, mientras que en las tareas (MPUP), se elabora un plan dietético más general con múltiples alimentos. La tarea t_{13} es un caso particular parcial de t_{21}^* , ya que ambos requieren calcular la cantidad de un nutriente. Sin embargo, la primera utiliza porcentajes variables mensualmente, mientras que la segunda se basa en una cantidad fija, lo que implica técnicas diferentes

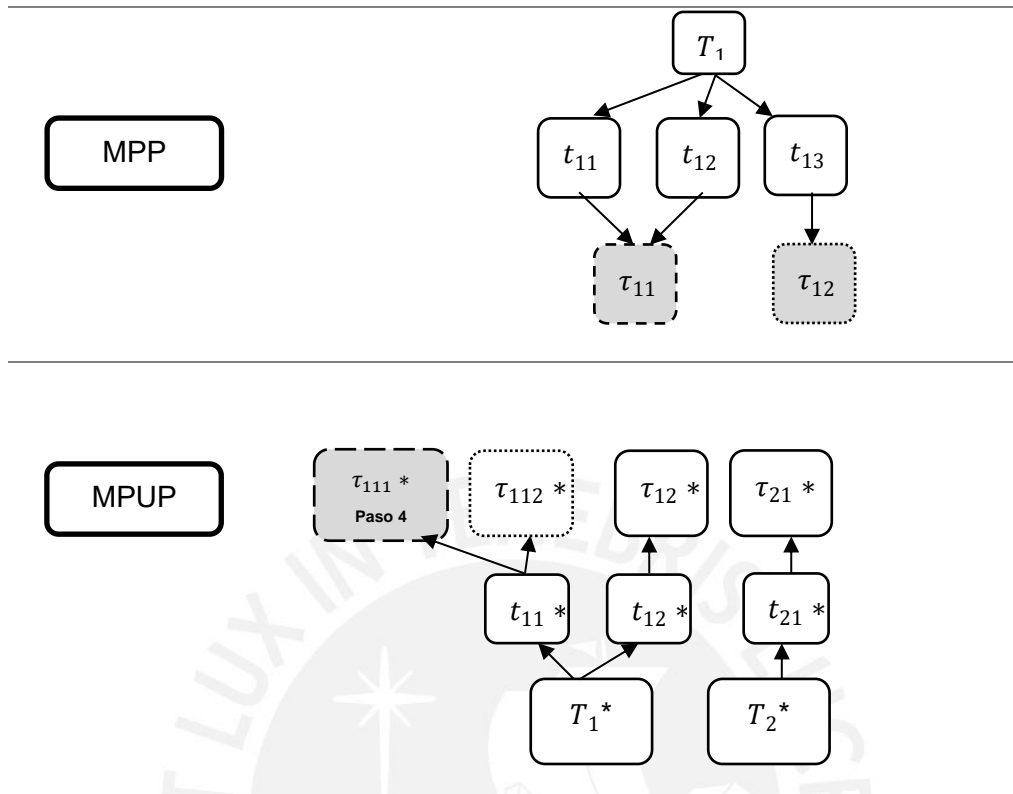
Criterios de comparación para las técnicas:

- Descripción de las técnicas.
- Variantes de las técnicas.
- Se introduce nuevas técnicas
- Recursos que se utilizan en el proceso de realizar la técnica.

En lo que respecta al (*MPP*) y al (*MPUP*), si bien los libros de texto no ofrecen una descripción explícita de las técnicas empleadas para resolver las tareas propuestas, es posible inferirlas a partir de las prácticas observadas en el aula. Como asistente de cátedra, he podido constatar de primera mano los procedimientos que los docentes utilizan para guiar a los estudiantes en la resolución de este tipo de problemas. En el caso del (*MPUP*), aunque el material bibliográfico no presenta problemas resueltos, los pasos propuestos han servido como base para la construcción de una técnica operativa que permite abordar las tareas planteadas. Con respecto a las variantes de las técnicas, para la tarea t_{11} y t_{12} se plantea una misma técnica τ_{11} la cual se puede adecuar a cualquier situación general, pero se debe tener la misma cantidad de datos de nutrientes con la de alimentos, pues se plantean ecuaciones de una o dos variables de los nutrientes, mientras que las técnicas τ_{111}^* y τ_{112}^* se puede considerar para más variables pues se solicita construir un plan dietético. La técnica τ_{11} persevera para resolver los tipos de tareas t_{11} y t_{12} sin embargo, en (*MPUP*) para la tarea t_{11}^* se propone dos técnicas τ_{111}^* y τ_{112}^* , en la que la primera se utiliza un software para poder calcular la cantidad de calorías, mientras en la segunda se usa cálculos matemáticos que permiten hallar la cantidad de calorías para todo tipo de edad para personas sanas. Entre los recursos que se utilizan en la $E(M)$ se sugiere usar de apoyo la calculadora científica que desarrolla los sistemas de ecuaciones, y además las tablas de información para el cálculo del NEE, mientras que en $E(DI)$, se sugiere usar la página web: <https://www.myplate.gov/> para el cálculo de NEE y el plan dietético.

Figura 35

Relaciones entre los tipos de tareas y tareas de MPP y MPUP



Es importante resaltar que la técnica τ_{112}^* , propone un proceso similar al de τ_{11} , aunque con un enfoque más general que la propuesta en el (MPP). De acuerdo a la

Figura 35 podemos ver las técnicas que hacen uso de herramientas tecnológicas como calculadoras, software y tablas nutricionales. También es relevante mencionar que τ_{11} tiene pasos que coinciden con la técnica τ_{111}^* en esta técnica el paso 4, no está mostrado en el libro sino en la página web que el libro indica que se debe usar para ver las tablas de composición de alimentos. Otra consideración importante es con respecto al paso final 5 de la técnica (MPUP), donde se da un seguimiento, o sea la técnica no termina ahí, sino deja aun abierta ese paso, para volver hacer el mismo análisis en una segunda consulta.

Criterios de comparación para las tecnologías:

- Tecnología teórica (θ^{th}): Comparar el nivel de formalización y rigor matemático en la justificación de la técnica.

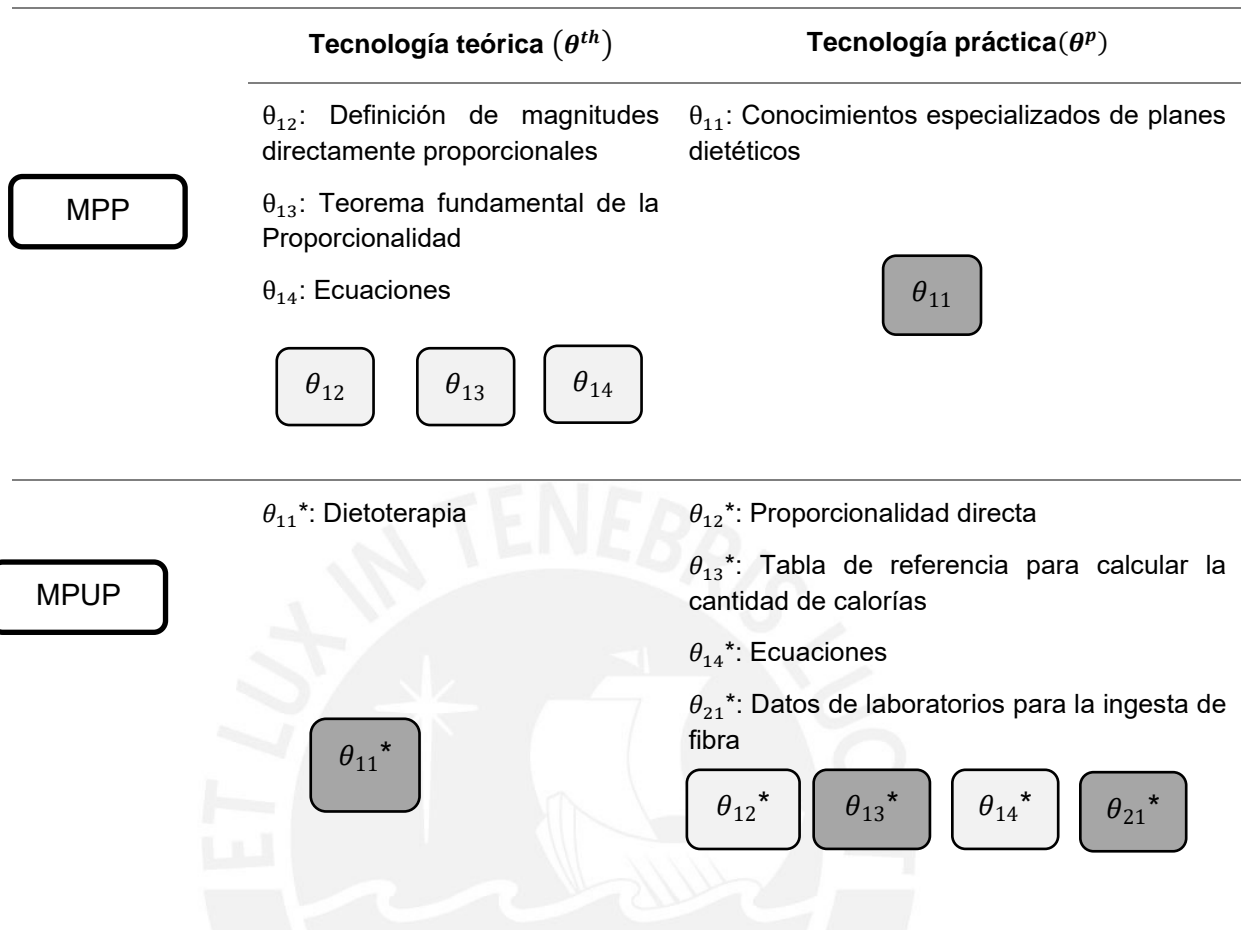
- Tecnología práctica (θ^p): Investigar las estrategias, reglas prácticas y recomendaciones específicas que se desarrollan en $E(DI)$.
- Observar si la tecnología teórica de $E(M)$ se complementa o se reemplaza en $E(DI)$.

En el Modelo Praxeológico sobre la Proporcionalidad (MPP) se observa una formalización matemática rigurosa, utilizando el Teorema Fundamental de la Proporcionalidad según Papiuco et. al (2018), para justificar la técnica. Se destaca la importancia de las definiciones, como la de proporción, para construir un marco conceptual sólido. Sin embargo, aunque se plantean tareas en el ámbito de la Nutrición, las justificaciones en esta área no están presentes en el libro más allá de las definiciones de NEE, IMC y medidas antropométricas. No se explica cómo interpretar las tablas de nutrición ni cómo estas se relacionan con las tareas propuestas. Estas tareas solo son propuestas por lo que, la técnica que se realiza se justifica en el ámbito de la práctica que los estudiantes adquieren en su labor clínico.

Por otro lado, en el Modelo Praxeológico de Uso de la Proporcionalidad ($MPUP$) las justificaciones de los pasos o técnicas empleadas están ampliamente desarrolladas, en el ámbito de la nutrición, pero no en el de matemática. El cálculo proporcional se presenta como una tecnología práctica (θ^p), ya que el proceso no se detalla en el texto, sino que se ejecuta mediante un software. La descripción del software evidencia que la justificación como un proceso metódico, presentado como una fórmula que no tiene ninguna explicación ni análisis. En la Figura 36 se observa que en el modelo (MPP), la tecnología teórica (θ^{th}) domina, justificando la mayoría de las técnicas al basarse en la teoría de la proporcionalidad y su teorema fundamental que permite justificar los pasos realizados en las técnicas, por lo que, resalta la importancia del rigor matemático que contrasta con las validaciones prácticas que se basan en la experiencia y en la eficacia de las técnicas en contextos específicos

Figura 36

Comparación entre las tecnologías teóricas y prácticas



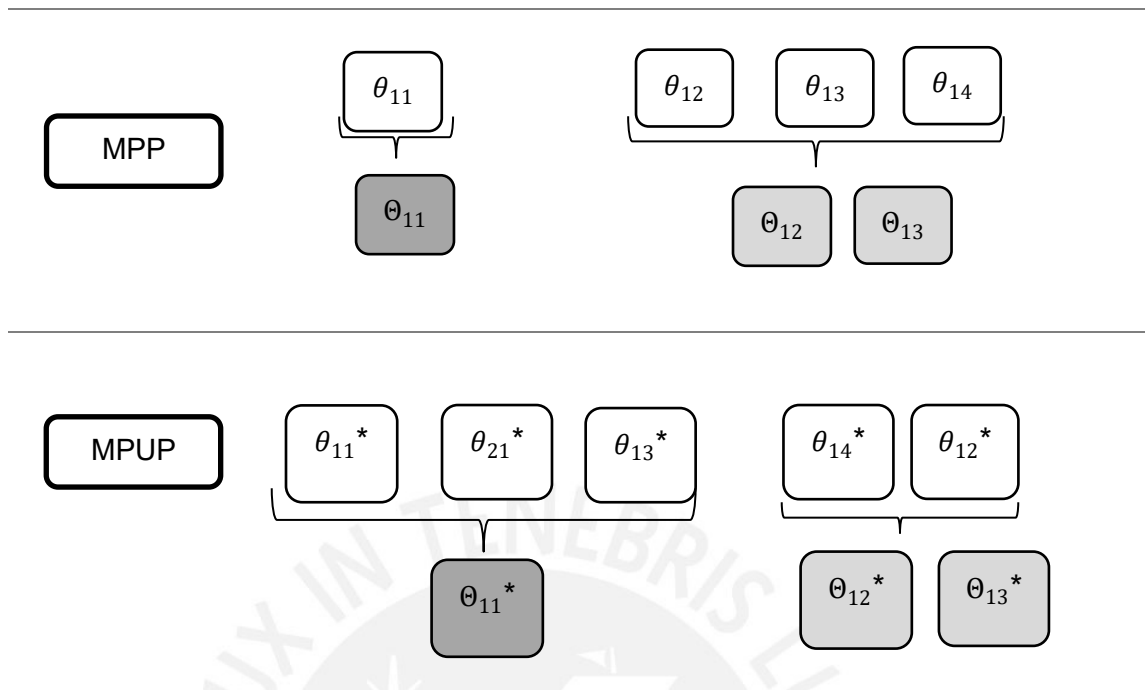
A pesar de la dominancia de la (θ^{th}) en el modelo (*MPP*), la (θ^p) juega un papel complementario, pues ayuda a justificar aquellos pasos de la técnica que se justifica de la práctica en instituciones usuarias I_u y se valida por su funcionalidad y eficacia en la resolución de problemas concretos. Es importante destacar que los recuadros del mismo color agrupan tecnologías que se justifican en una misma área, evidenciando una clara complementariedad tanto teórica como práctica dentro de cada modelo praxeológico.

Criterios de comparación para las teorías:

- La justificación de las tecnologías se encuentra explícita en los libros.

Figura 37

Comparación entre las teorías



En el modelo praxeológico sobre la proporcionalidad (*MPP*), su fundamentación teórica de la tecnología empleada se expone de manera explícita, acorde con la naturaleza del texto analizado en el campo de las matemáticas. No obstante, la justificación de las tecnologías prácticas, si bien no se detalla exhaustivamente, se infiere a partir del contexto general de la nutrición. De manera similar, el modelo praxeológico sobre los Usos de la Proporcionalidad (*MPUP*) las tecnologías vinculadas a la teoría encuentran su sustento en los principios de la nutrición. Por otro lado, las tecnologías de carácter matemático, aunque no se explicitan de forma individualizada, se integran de manera inherente al software empleado para la resolución de problemas, constituyendo así una base computacional esencial. El esquema presentado en la Figura 37 se evidencia las teorías que subyacen a las tecnologías utilizadas en ambos modelos praxeológicos. Los recuadros coloreados del mismo tono agrupan las tecnologías que comparten una misma base teórica. Ambos modelos presentan una estructura teórica tripartita, coincidiendo en un componente relacionado con la nutrición y dos vinculados a las matemáticas. Sin embargo, (*MPP*), tiene una mayor diversidad de tecnologías justificadas en la matemática, mientras que (*MPUP*), presenta un enfoque más centrado en los aspectos de la nutrición.

4.6 Validación de las tecnologías teóricas (θ^{th}) y práctica (θ^p) en cada institución.

El modelo praxeológico propuesto por Castela y Romo (2011) y Romo (2014) identifica seis funciones que la tecnología puede desempeñar: describir, facilitar, motivar, evaluar, validar y explicar. Estas funciones no son mutuamente excluyentes y pueden manifestarse una de ellas o varias.

En el contexto de las tecnológicas prácticas (θ^p), las funciones de facilitación y motivación adquieren especial relevancia, ya que evidencian la utilidad de las técnicas en un contexto específico y la aplicabilidad del objeto matemático en disciplinas intermedias. Por otro lado, la tecnología teórica (θ^{th}), enfocada en la construcción de conocimiento, prioriza las funciones de validación y explicación, buscando fundamentar sus afirmaciones en bases teóricas sólidas.

En esta sección, analizaremos las funciones que las tecnologías cumplen en relación con las técnicas, con el objetivo de validar cada una de ellas tanto en el ámbito práctico como en el teórico

Validación de las tecnologías en (*MPP*):

El Modelo Praxeológico sobre la Proporcionalidad (*MPP*) tiene presente dos instituciones en las que se validan las tecnologías, las tecnologías teóricas se justifican dentro de la institución de enseñanza de las matemáticas $E(M)$, mientras que las tecnologías prácticas dentro de las instituciones usuarias I_u en la nutrición.

Figura 38

Modelo Praxeológico extendido sobre la Proporcionalidad

$$\left[\begin{array}{l} T, \tau, \theta^{th} \\ \theta^p, \Theta \end{array} \right] \leftarrow \begin{array}{l} P(M) \\ I_u \end{array}$$

Nota. Adaptado de Romo (2014), pág. 326.

La Figura 38 esquematiza en base al trabajo de Romo (2014) las instituciones donde se justifica las tecnologías.

Al analizar las funciones de las tecnologías propuestas, se observa que la tecnología práctica θ_{11} : Realización de planes dietéticos; *facilita, motiva y explica* la técnica τ_{11} . Facilita al proporcionar fórmulas para el cálculo de NEE en el paso 1, motiva al guiar el análisis de tablas nutricionales para la prescripción dietética, y explica los mecanismos por los cuales las mediciones antropométricas y el análisis de tablas nutricionales proporcionan información útil para la elaboración de planos dietéticos.

Las técnicas $\tau_{11}, \tau_{12}, \tau_{21}, \tau_{31}, \tau_{41}$ y τ_{51} , a su vez, están justificados matemáticamente en las tecnologías teóricas θ_{12} : Definición de magnitudes DP, θ_{13} : Teorema Fundamental de la Proporcionalidad y θ_{14} : Ecuaciones. Estas tecnologías *validan y explican*. Validan al proporcionar las reglas y procedimientos para encontrar valores desconocidos en ecuaciones o sistemas de ecuaciones, y al sustentar el uso de la regla de tres simples en magnitudes directamente proporcionales (DP). Explican al mostrar el significado de la proporcionalidad en tablas nutricionales, y θ_{14} también *describe* los pasos para resolver los diferentes tipos de ecuaciones (con 1 o 2 variables).

Validación de las tecnologías en (MPUP):

En el Modelo Praxeológico sobre los Usos de la Proporcionalidad (MPUP) tiene presente dos instituciones en las que se validan las tecnologías, las tecnologías teóricas se justifican dentro de la institución de enseñanza de disciplinas intermedias $E(DI)$, que sería el curso de especialidad relacionada con la nutrición; mientras que las tecnologías prácticas dentro de las instituciones usuarias I_u en la matemática.

Figura 39

Modelo Praxeológico extendido sobre los Usos de la Proporcionalidad

$$\left[\begin{array}{l} T, \tau, \theta^{th} \\ \theta^p, \Theta \end{array} \right] \leftarrow \begin{array}{l} P(DI) \\ I_u \end{array}$$

Nota. Adaptado de Romo (2014), pág. 326

La Figura 39 presenta en base al trabajo de Romo (2014) las instituciones donde se justifica las tecnologías.

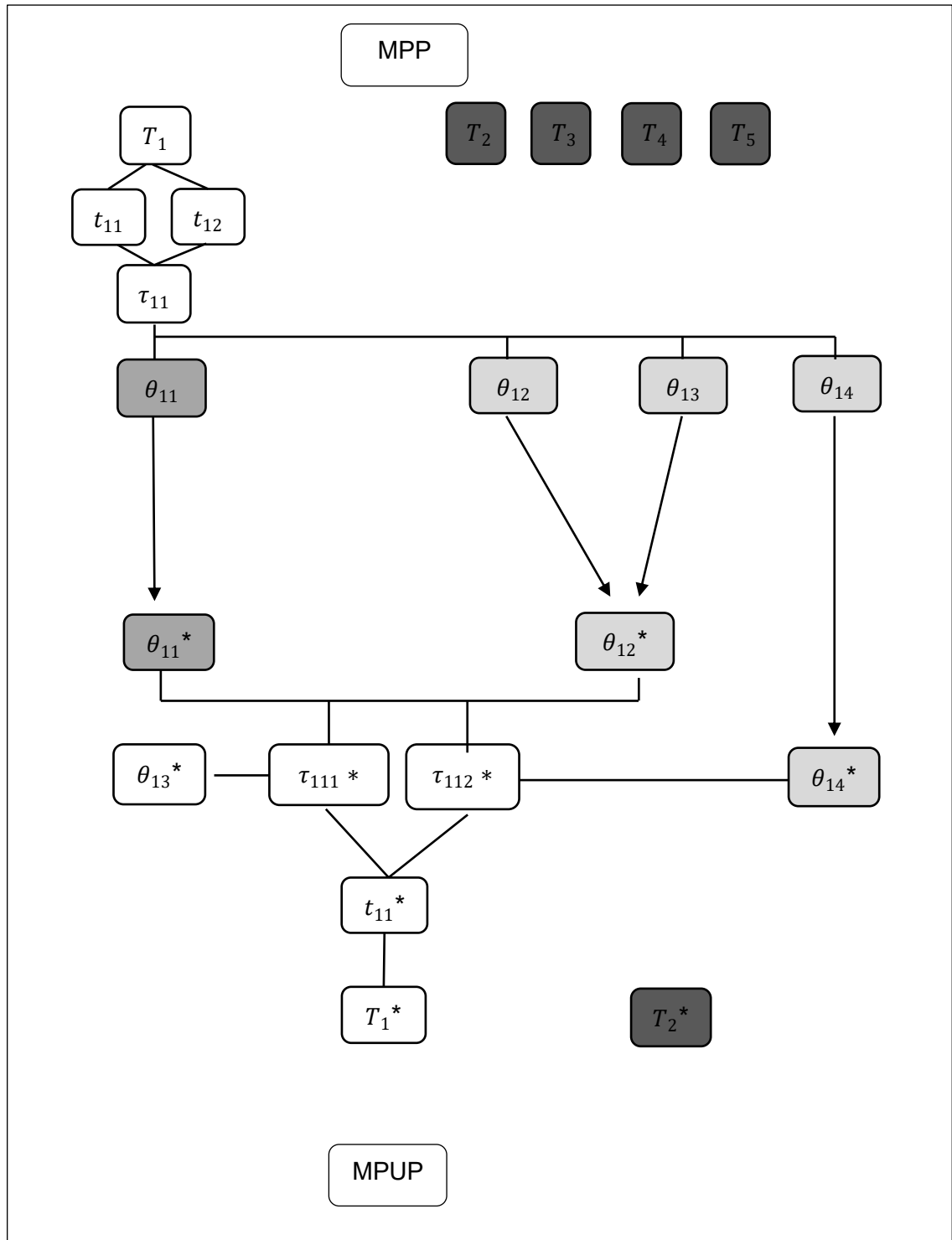
En (MPUP), las tecnologías prácticas θ_{12}^* : Definición de proporcionalidad directa y θ_{14}^* : Ecuaciones, permiten *describir*, validar y *explicar todas* las técnicas encontradas. Al igual que en el análisis anterior, al ser las mismas tecnologías, pero dentro de esta institución, también se considera la función de facilitar. Esta se genera como una función resaltante, ya que ayuda al proceso de resolución con técnicas que ya están desarrolladas y presentadas como fórmulas, permitiendo simplemente reemplazar el valor que se quiera calcular.

Las tecnologías θ_{11}^* : Dietoterapia y θ_{21}^* : Datos de la cantidad de fibra recomendada obtenida por cálculos de laboratorio, *describen* y *evalúan*, al proporcionar datos precisos sobre las necesidades calóricas y de fibra, respectivamente, y fundamentan la técnica de cálculo de requerimientos nutricionales implementada en el software. La tecnología θ_{21}^* también *facilita* el proceso de la técnica, manifestándose en la eficiencia y precisión que el software aporta, ajustando el tiempo dedicado a cálculo manuales y aumentando la confiabilidad de los resultados. Esta afirmación se corrobora con los testimonios de especialistas en nutrición entrevistados, quienes mencionan la utilidad de estos programas informáticos en la práctica clínica para realizar planes dietéticos personalizados, ya que les permite manejar más variables.

La tecnología θ_{13}^* : Tablas de referencia de la Cantidad de Calorías. *Explica*, *motivan* y *facilitan* la técnica τ_{111}^* . Por lo que, esta tecnología explica la base de los cálculos realizados por la página web al proporcionar información sobre el contenido calórico de los alimentos. Además, motiva al indicar por qué se evalúan ciertos datos y bajo qué condiciones, para obtener la cantidad de calorías según las características de los individuos. También facilita el proceso al proporcionar datos de calorías pre calculados, lo que simplifica y agiliza la obtención de información nutricional en las páginas web.

Figura 40

Transposición Praxeológica entre dos instituciones de enseñanza



La Figura 40 resume los hallazgos principales de este estudio. En el modelo praxeológico sobre la proporcionalidad (*MPP*) se identificaron cinco tipos de tareas, siendo las tareas t_{11} y t_{12} las más predominantes. Estas tareas, representativas de la enseñanza de la proporcionalidad en el contexto de la nutrición, buscan determinar la cantidad de nutrientes que una persona debe consumir en función de una masa total de alimentos y su contenido calórico. Ambas tareas comparten una técnica común: τ_{11} . Sin embargo, se diferencian en el dato inicial proporcionado: en el primer caso, se utilizan las Necesidades Energéticas Estimadas (NEE), mientras que, en el segundo, se considera el consumo calórico en un momento específico del día. Otro aspecto relevante a considerar es la naturaleza de los ostensivos utilizados para plantear las tareas. Mientras que los tipos de tareas T_2 y T_3 se presentan a través de tablas simples, el tipo de tarea T_1 se basan en tablas de contenido nutricional. Esta diferencia en la presentación de los datos exige una mayor interpretación por parte de los estudiantes, dado que no todas las columnas de las tablas de contenido nutricional establecen relaciones de proporcionalidad directas.

Desde la perspectiva de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD), esta diversidad de ostensivos evidencia una organización matemática (OM) global, caracterizada por una multiplicidad de tipos de tareas (5), técnicas (6), tecnologías (4) y teorías (3) que son principalmente la proporcionalidad y el álgebra.

En el Modelo Praxeológico sobre los usos de la proporcionalidad (*MPUP*) se identificaron dos tipos de tareas principales: T_1^* y T_2^* . La tarea t_{11}^* , predominante en el análisis, consiste en elaborar un plan dietético personalizado basado en las Necesidades Energéticas Estimadas (NEE) de un individuo sano. A diferencia de la tarea t_{11} , que propone un plan dietético más generalizado y considera una variedad mayor de alimentos, la tarea t_{11}^* , se centra en un máximo de dos alimentos, simplificando el problema a un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas.

Para resolver la tarea t_{11}^* , se proponen dos técnicas: τ_{111}^* y τ_{112}^* . La primera implica el uso de software especializado, mientras que la segunda se basa en cálculos manuales utilizando tablas de referencia. Se observa que la tarea t_{11}^* , puede considerarse una generalización de la tarea t_{11} , compartiendo las mismas tecnologías

subyacentes. Sin embargo, al analizar diferentes instituciones, se evidencia una variabilidad en las justificaciones de estas tecnologías, oscilando entre fundamentos teóricos y prácticos.

Desde la Teoría Antropológica de lo Didáctico esta diversidad de tareas, técnicas y tecnologías configura una organización matemática (OM) global, caracterizada por una compleja interrelación entre los distintos componentes praxeológicos pues se tiene tipos de tareas (2), técnicas (4), tecnologías (5) y teorías (3).



CAPÍTULO V: CONSIDERACIONES FINALES

La transposición praxeológica es un proceso clave para analizar la adaptación de conocimientos matemáticos a contextos específicos como las ciencias de la salud. Esta investigación se centró en responder a la pregunta: ¿cómo se transpone la praxeología sobre la proporcionalidad entre dos instituciones para carreras de ciencias de la salud? Para abordar esta cuestión, el primer objetivo específico consistió en identificar las instituciones analizadas, según los principios de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD), ya que bajo esta teoría se construyen y reconstruyen las praxeologías. Como resultado, se seleccionaron dos instituciones clave para este estudio: la institución de enseñanza de las matemáticas $E(M)$, representada por el curso de Razonamiento Cuantitativo, y la institución de enseñanza de disciplinas intermedias $E(DI)$, representada por el curso de Nutrición y Dietética Clínica.

El desarrollo de este estudio se fundamentó en la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) y el modelo praxeológico extendido, siguiendo la metodología propuesta por Flores (2021). Este enfoque metodológico permitió alcanzar el segundo objetivo específico de la investigación: la identificación de las praxeologías sobre la proporcionalidad en cada institución de enseñanza. En este proceso, se logró identificar con precisión los tipos de tareas (T_i), tareas (t_i) técnicas (τ_i), tecnologías teóricas (θ^{th}) y prácticas (θ^p), así como las teorías (Θ_i) que justifican estas tecnologías en cada institución.

En esta línea, se presentan los hallazgos más relevantes, al comparar los componentes praxeológicos entre las dos instituciones de la enseñanza lo cual responde al tercer objetivo específico

En $E(M)$ (Razonamiento Cuantitativo), las tareas sobre la interpretación de tablas de composición de alimentos no están ubicadas en la sección de proporcionalidad, sino en una sección anterior dedicada a sistemas de ecuaciones. Esto genera una brecha, ya que los estudiantes abordan estos temas antes de haber desarrollado los conocimientos necesarios sobre proporcionalidad. Por otro lado, en $E(DI)$ (Nutrición y Dietética Clínica),

las tareas se enfocan en la interpretación de tablas de composición de alimentos y su aplicación práctica. Esta adaptación evidencia una transposición praxeológica significativa, aunque se identificó que en $E(DI)$ existen tareas que requieren la interpretación de otros tipos de tablas no propuestas en $E(M)$.

En cuanto a los tipos de tareas, el Modelo Praxeológico de la Proporcionalidad (MPP) aborda casos particulares de cómo determinar la cantidad de alimentos que se deben consumir con información de máximo dos variables (nutrientes). En contraste, el Modelo Praxeológico de los Usos de la Proporcionalidad ($MPUP$) incorporan más variables, esto refleja una transposición praxeológica que no solo adapta las tareas al contexto de nutrición, sino que también las amplía para abordar problemas más complejos.

En $E(M)$, las técnicas predominan son la regla de tres simples y la reducción a la unidad, aplicadas con una sólida base matemática explícita. Sin embargo, $E(DI)$, la justificación matemática de las técnicas es implícita, priorizando su aplicación práctica. Aunque la técnica utilizada en $E(M)$ coincide en sus pasos con una de las técnicas en $E(DI)$, esta última ofrece una versión más generalizada, capaz de resolver problemas que involucran más variables como las relacionadas con nutrientes.

En $E(M)$, la justificación de las técnicas se centra en la teoría matemática, pero omite la aplicación práctica con tablas de composición de alimentos, creando un vacío contextual. En contraste, $E(DI)$ prioriza la aplicación práctica de las técnicas, pero carece de una justificación teórica matemática adecuada. Este desequilibrio entre teoría y práctica dificulta la transposición praxeológica, ya que la interpretación de tablas de composición de alimentos es esencial para aplicar la proporcionalidad en contextos reales.

Las bases teóricas en ambas instituciones, $E(M)$ y $E(DI)$ son consistentes, lo que indica que las justificaciones tecnológicas se fundamentan en áreas comunes. Esta coincidencia teórica facilita la transposición de conocimientos matemáticos al contexto de las ciencias de la salud. En resumen, los resultados revelan tanto similitudes como diferencias clave en el abordaje de la proporcionalidad en cada institución, destacando variaciones en tareas, técnicas, tecnologías y justificaciones teóricas. Este análisis

comparativo no solo profundiza la comprensión de la transposición praxeológica, sino que también subraya la importancia del contexto institucional en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

Como paso final se examinó las funciones que desempeñan tanto las tecnologías teóricas (θ^{th}) como las prácticas (θ^p). El objetivo es validar estas funciones en diversas instituciones. El análisis revela que, en la mayoría de los casos, las funciones identificadas se cumplen, aunque en algunas tecnologías se comprueba el cumplimiento de solo dos o tres funciones. No obstante, este resultado confirma la correcta identificación de las tecnologías y la justificación de las técnicas empleadas en cada institución. En resumen, los hallazgos indican la validez de las tecnologías teóricas y prácticas en diferentes contextos educativos, respondiendo de manera efectiva al cuarto objetivo específico.

Cumplidos los cuatro objetivos específicos de esta investigación—identificación de instituciones, análisis de praxeologías, comparación de componentes y validación de tecnologías—, se resalta su contribución a la Enseñanza de las Matemáticas al proporcionar un marco teórico y metodológico aplicable al análisis de la transposición praxeológica. La proporcionalidad, como objeto de estudio central, fundamental y transversal en la educación, permite demostrar de manera efectiva cómo la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) y el modelo praxeológico extendido se aplican al análisis de la transposición de conocimientos matemáticos entre contextos diversos. En particular, este enfoque facilita el examinar de la relación entre las instituciones de enseñanza de matemáticas y las de disciplinas intermedias, proporcionando recursos para identificar componentes clave, como los tipos de tareas, las técnicas de resolución y el nivel de formalización de las justificaciones matemáticas en cada contexto. Asimismo, esta investigación ofrece una guía valiosa para fortalecer la conexión entre las matemáticas y las ciencias de la salud, promoviendo una formación más integral al mostrar a los estudiantes cómo analizar y aplicar estos conocimientos en contextos reales.

En conclusión, este estudio ha demostrado que la transposición praxeológica de la proporcionalidad entre la institución de enseñanza de matemáticas (Razonamiento Cuantitativo) y la institución de enseñanza de disciplinas intermedias (Nutrición y

Dietética Clínica) se lleva a cabo de manera parcial. A través del cumplimiento de los cuatro objetivos específicos, se identificaron las instituciones, se analizaron las praxeologías en cada una, se compararon sus componentes y se validaron las tecnologías empleadas. Los resultados evidenciaron la necesidad de adaptar técnicas y tecnologías matemáticas, expandir las tareas y mejorar la integración entre teoría y práctica. Sin embargo, también se identifican vacíos en la justificación teórica y se observa que la adaptación no es completa, lo que sugiere que la transposición praxeológica entre estas instituciones aún presenta desafíos y áreas de mejora. Estas limitaciones abren oportunidades para futuros trabajos, como el diseño de materiales didácticos que integran contextos reales, el desarrollo de un modelo praxeológico para la enseñanza de la proporcionalidad que considera las similitudes y diferencias entre ambas instituciones, y la propuesta de problemas en el curso de Razonamiento Cuantitativo que incluye tablas de composición de alimentos y datos reales utilizados en Nutrición y Dietética Clínica. Además, se sugiere ampliar el análisis a otras aplicaciones de la proporcionalidad, como la dosificación de medicamentos, un tema relevante para las ciencias de la salud.

REFERENCIAS

- Aviña González, M. J., Vargas Alejo, V., Alvarado Monroy, A., & Escalante, C. C. (2019). Ciclos de entendimiento de estudiantes universitarios al resolver una actividad de proporcionalidad. *CPU-e. Revista de Investigación Educativa*, (29), 58-86. <https://www.scielo.org.mx/pdf/cpue/n29/1870-5308-cpue-29-58.pdf>
- Benavides Chavez, M. A., Benites Moreno, H. B., Campos Benavente, M. R., Collazos Motta, G. Y., Cusirramos Jimenez, S. E., Guzman Malleui, J. L., ... & Vivanco Vidal, M. A. (2023). *Sílabo del curso de Nutrición y Metabolismo (NU135) - 202401*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Documento no publicado.
- Castela, C. (2016). Cuando las praxeologías viajan de una institución a otra: una aproximación epistemológica del "boundary crossing". *Educación matemática*, 28(2), 9-29. <https://www.scielo.org.mx/pdf/ed/v28n2/1665-5826-ed-28-02-00009.pdf>
- Castela, C. y Romo, A. (2011). *Des Mathématiques A L'Automatique: Etude des effets de transposition sur la transformée de Laplace dans la formation des ingénieurs. Recherches en Didactique des Mathématiques*, 31(1), 79-130.
- Chaachoua, H., & Bessot, A. (2019). La notion de variable dans le modèle praxéologique. *Educação Matemática Pesquisa Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática*, 21(4). <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/42583/pdf>

- Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches En Didactique Des Mathématiques*, 19(2), 221–266. <https://revue-rdm.com/1999/l-analyse-des-pratiques/>
- Comin, E. (2000). *Proportionnalité et fonction linéaire Caractères, causes et effets didactiques des évolutions et des réformes dans la scolarité obligatoire*. (Tesis de doctorado, Universidad de Bordeaux I, Bordeaux, Francia). Recuperado de <https://bit.ly/3nHb8lt>
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Investigación Agrícola, Centro de Investigación sobre Nutrición Humana de Beltsville. *FoodData Central*. [Internet]. Disponible en <https://fdc.nal.usda.gov/>.
- Euclides. (1994). *Elementos. Libros V-IX*. Madrid, España: Gredos.
- Flores Gallo, D. C. (2021). *Un modelo praxeológico para el estudio de la transformada de Laplace en ingeniería mecatrónica* [Tesis de posgrado, maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional de la Universidad Católica del Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/21270?show=full>
- Fuentes, C. C. (2021). Dieta saludable y proporcionalidad: una experiencia en educación matemática crítica. UNIÓN. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 62, 1-21. <http://funes.uniandes.edu.co/29802/1/Fuentes2021Dieta.pdf>
- García, F. J. G. (2005). *La modelización como herramienta de articulación de la matemática escolar: de la proporcionalidad a las relaciones funcionales* (Doctoral dissertation, Universidad de Jaén).

- Gascón, J. (2011). Las tres dimensiones fundamentales de un problema didáctico. El caso del álgebra elemental. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 14(2), 203-231.
- Gonzales Caicedo, W., & Gaita Iparraguirre, C. (2022). La integral definida en la formación de un ingeniero químico: Análisis praxeológico. *Educación matemática*, 34(3), 248-274. <https://www.scielo.org.mx/pdf/edumat/v34n3/1665-5826-ed-34-03-248.pdf>
- Gonzales Caicedo, W. O. (2020). *Praxeologías sobre la integral definida en la formación de un ingeniero químico*. [Tesis de posgrado, maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú] Repositorio institucional de la Universidad Católica del Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/17296>
- González, P. (2008). La solución de Eudoxo a la crisis de los inconmensurables. La teoría de la proporción y el método de exhaustión. *Sigma*, 101-129
- Gonzales Hernández, C. S. (2014). *Una praxeología matemática de proporción: en un texto universitario*. [Tesis de posgrado, maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú] Repositorio institucional de la Universidad Católica del Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5225>
- Guerrero Palomo, H. J., & Rosas Díaz, S. M. (2023). *Sílabo del curso de Dietética y Diseño de Dietas (NU231) - 202301*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Documento no publicado.
- Hersant, M. (2005). La proportionnalité dans l'enseignement obligatoire en France, d'hier à aujourd'hui. *Repères, IREM*, 59(Avril), 5-41.

- Mahan, L. K., Escott-Stump, S., & Raymond, J. L. (2017). *Krause Dietoterapia (Vol. 14)*. Barcelona, Spain: Elsevier.
- Martínez Hernández, J. A., & Portillo Baquedano, M. D. P. (2011). *Fundamentos de nutrición y dietética. Bases metodológicas y aplicaciones*. Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires.
- Menacho Taipe, R. (2020). *El saber a enseñar de la proporcionalidad vista en una colección de cuadernos de trabajo de primaria* [Tesis de posgrado, maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú] Repositorio institucional de la Universidad Católica del Perú <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/21730>
- Miller, C. D. (2006). *Matemática: razonamiento y aplicaciones*. Pearson Educación.
- Nakandakari Arashiro, L. A. (2023). *Sílabo del curso de Nutrición Animal (VT110) – 2023 01*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Documento no publicado.
- Najarro Alcócer, L. (2018). *Caracterización del modelo epistemológico dominante de la proporcionalidad en los textos de matemática de educación secundaria* [Tesis de posgrado, maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú] Repositorio institucional de la Universidad Católica del Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/13837>
- National Institutes of Health. (s.f.). *Medical conditions*. Recuperado de <https://www.nih.gov/>
- Lages, E., Pinto, P., Wagner, E. y Morgado, A. (2000). *La matemática de la enseñanza media*. Lima: IMCA.

- Oliveros, G. G., Silva, R. G., & Bohórquez, Ó. H. P. (2007). El cálculo de dosis y el razonamiento proporcional en estudiantes de Enfermería. *Teoría y praxis investigativa*, 2(2), 66-73. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3063186.pdf>
- Oller Marcén, A. M., & Gairín Sallán, J. M. (2013). La génesis histórica de los conceptos de razón y proporción y su posterior aritmetización. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 16(3), 317-338.
- Otero, M., & Corica, A. (2013). Diseño de un modelo praxeológico de referencia para el análisis de prácticas universitarias sobre cálculo. *La Teoría Antropológica de lo Didáctico en el Aula de Matemática*, 85-100.
- Papuico, V., Benites, M., Cabrera, M., Gonzales, C. (2023). *Silabo de Razonamiento Cuantitativo (MA653) – 202301*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Documento no publicado.
- Papuico, V., Cabrera, M., & Gonzales, C. (2018). *Razonamiento Cuantitativo*. Documento no publicado.
- Romo, A. (2014). La modelización matemática en la formación de ingenieros. *Educación matemática*, 314-338 <https://www.redalyc.org/pdf/405/40540854016.pdf>
- Rommevaux, S. (1999). La proportionalité numérique dans le Livre VII des Éléments de Campanus. *Revue d'Histoire des Mathématiques*, 5(1), 83-126.
- Tumani, M. F., Valdés, S., Figueroa, C., & Parada, A. (2020). Atención clínico nutricional: ¿cómo estructurar el trabajo del nutricionista? *Revista chilena de nutrición*, 47(4), 685-691. <https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v47n4/0717-7518-rchnut-47-04-0685.pdf>

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). (s.f.). *Malla Curricular de la carrera de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.*

<https://pregrado.upc.edu.pe/carrera-de-ciencias-de-la-actividad-fisica-y-el-deporte/malla-curricular/>

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). (s.f.). *Malla Curricular de la carrera de Medicina.* <https://pregrado.upc.edu.pe/carrera-de-medicina/malla-curricular/>

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). (s.f.). *Malla Curricular de la carrera de Medicina Veterinaria.* <https://pregrado.upc.edu.pe/carrera-de-medicina-veterinaria/malla-curricular/>

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). (s.f.). *Malla Curricular de la carrera de Odontología.* <https://pregrado.upc.edu.pe/carrera-de-odontologia/malla-curricular/>

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). (s.f.). *Malla Curricular de la carrera de Terapia Física.* <https://pregrado.upc.edu.pe/carrera-de-terapia-fisica/malla-curricular/>

USDA FoodData Central. (s.f.). <https://fdc.nal.usda.gov/>.

Valverde Aguilar, M., & Vento Sime, V. F. (2023). *Sílabo del curso de Nutrición en Actividad Física (NU225) - 202301.* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Documento no publicado.

Vergnaud, G. (1991). *El niño, las matemáticas y la realidad.* México: Trillas.

Wayne, D. W. (2004). *Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud.* Limusa Wiley.