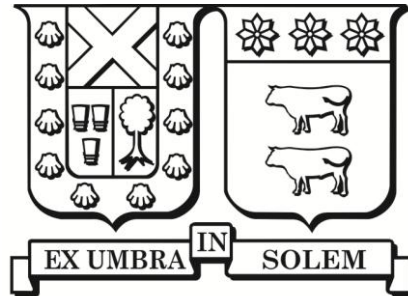


**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARIA  
INGENIERÍA EN DISEÑO DE PRODUCTOS  
VALPARAISO – CHILE**



“EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN LA ASIGNATURA DE  
MATEMÁTICAS”:

ALEJANDRA HUELEN BUCH PONCE  
MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO EN DISEÑO DE  
PRODUCTOS  
PROFESOR GUÍA: MARIO DOROCHESI FERNANDOIS  
JULIO 2014



## AGRADECIMIENTOS

A mis profesores Mario Dorochesi, Inés Tealdo y Gustavo Rojo, quienes como docente han marcado mi formación universitaria.

A Daniel Erraz y Hugo Alarcón que gracias a su motivación y ganas de cambio, me ayudaron realizar este proyecto.

A mi familia, que a pesar de estar compuesta de pedazos siempre están presentes cuando se les necesita.

A mis amigos, Yasna Vargas, Carolina Bustos, Claudia Morales, Emmanuel Ordenes y Antonio Labrín, que de alguna u otra forma me ayudaron en este proceso.

## DEDICATORIA

A Wenceslao Buch, que siempre estas presente y cuidas de nosotras.

A ti que partiste antes de tiempo, que a pesar de no recordar tu cara estuviste presente en este proceso.

## RESUMEN

El presente proyecto se ha desarrollado en un contexto educativo, al interior de la Universidad Técnica Federico Santa María, y como la Universidad ha intentado responder a los nuevos desafíos de este campo.

Mediante la generación de nuevas metodologías enfocadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se intenta responder al constante cambio de la sociedad, la cual requiere de un nuevo tipo de profesional.

A base de una experiencia educativa piloto, se incorporan nuevas metodologías en la asignatura de Matemáticas I, donde se detectan factores necesarios para producir una implementación eficiente, las cuales se complementan con el análisis de referente que instauran tendencia en el área de la investigación docente.

El presente Proyecto de Título, Experiencia de Aprendizaje Significativo en Matemáticas, busca instaurar bases para promover una continua actualización de la enseñanza-

aprendizaje, mediante la integración de variables metodológicas, pedagógicas, evaluativas, tecnológicas y espaciales. Constituyendo un modelo facilitador de la implementación de nuevas metodologías educativas, a partir del manejo y control de estas variables.

El proyecto culmina con una propuesta de implementación del modelo para la asignatura de Matemáticas I cursado por alumnos de primer año de la Carrera de Ingeniería en Diseño de Productos, y la validación de este a través de los beneficios obtenidos tras la aplicación de estas nuevas metodologías.

## **ABSTRACT**

This project has been developed in an educational context, within the Universidad Técnica Federico Santa María, and has tried to respond to the new challenges on this field. By generating new methodologies focused on the process of teaching and learning, it seeks to respond to constantly changing society, which requires a new kind of professional.

Based in a pilot educational experience, new methodologies are incorporated in the subject of Mathematics I, where necessary factors are detected to produce an efficient implementation, which are complemented by the analysis of references that establish trends in the area of education's research.

This Thesis, Significant Learning Experience in Mathematics, seeks to establish a basis for promoting continuous updating of teaching and learning through the integration of methodological, pedagogical, evaluative, technological and spatial variables, being a facilitator model to implement new educational

methodologies, through effective management and control of these variables.

The project culminates with the implementation of the model for the subject of Mathematics I taken by students of Product Design Engineer, and validation of this through the benefits obtained after the application of these new methodologies.

<b>ÍNDICE</b>	AGRADECIMIENTOS	3
	DEDICATORIA	4
	RESUMEN	5
	ABSTRACT	7
	ÍNDICE	9
	OBJETIVOS	12

## **CAPÍTULO 1**

### **CONTEXTO EDUCATIVO**

1.1	ingeniería del futuro	14
1.2	modelos educativos	18
	1.2.1 constructivismo	19
	1.2.2 conductismo	24
1.3	ingeniería para chile	27
1.4	tendencias de cambio en la utfsm	31
	1.4.1 centro integrado de aprendizaje en ciencias básicas (ciac)	31
	1.4.2 dirección de enseñanza y aprendizaje (dea)	31
	1.4.3 introducción a la física (fis100)	33
	1.4.4 comunidad de investigación en docencia para ingeniería y ciencias (cidic)	34

## **CAPÍTULO 2** REALIDA

2.1 universidad técnica federico santa maría (utfsm)	36
2.2 modelo educativo utfsm	37
2.3 ciencias básicas	39
2.3.1 física	39
2.3.2 matemáticas	50
2.4 cambios	51
2.4.1 de paa a psu	51
2.4.2 planes y programa enseñanza media	53
2.4.3 alumnos utfsm	54

## **CAPÍTULO 3** MATEMÁTICAS E IDP

3.1 alumnos de ingeniería en diseño de productos	57
3.2 clases de matemáticas	60
3.3 índices de matemáticas	63
3.4 iniciativas para alumnos de idp	66
3.5 módulo de matemáticas activas	67

## **CAPÍTULO 4** REFERENTES

4.1 tecnológico de monterrey	82
4.1.1 modelo educativo del tecnológico de monterrey	82
4.2 olin college of engineering	88
4.3 museo de las ciencias de la universidad nacional autónoma de méxico	89
4.4 análisis de referentes	91

## **CAPÍTULO 5** MODELO

5.1 alumnos	93
5.2 utfsm	96
5.3 matemática i (mat011)	97
5.4 experiencia de aprendizaje significativo	97
5.5 definición de componentes	100
5.5.1 metodología activa	100
5.5.2 espacio de trabajo	101
5.5.3 evaluaciones	102
5.5.4 tecnología	102
5.5.5 estímulos didácticos	104
5.5.6 procesos de enseñanza	104

5.6 análisis	105
5.7 modelo de experiencia de aprendizaje significativo y evaluación	106

## **CAPÍTULO 6**

### **IMPLEMENTACIÓN MEASE**

6.1 oportunidades de mejora	110
6.2 costos implicados	117
6.3 beneficios	119

## **CAPÍTULO 7**

### **CONCLUSIONES**

7.1 conclusiones	122
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	124

## OBJETIVOS

Generar un análisis y posterior modelación de una experiencia de aprendizaje significativo en la asignatura de matemáticas (mat-011), que cautelando factores asociados a metodologías activas, permitan una mejoría en el avance educativo de los alumnos de la Carrera de Ingeniería en Diseño de Productos.

1. Proponer un modelo de intervención que potencie el uso de metodologías activas a partir de una experiencia inicial concreta y vivencial.
2. Desarrollar instrumentos didácticos que pongan en evidencia el impacto del uso de nuevas metodologías activas en la asignatura de matemáticas.
3. Establecer una evaluación económica preliminar, que apunte a individualizar los costos que implicaría la implementación de la propuesta desarrollada, para un posterior análisis departamental.

# **CAPÍTULO 01**

## **CONTEXTO EDUCATIVO**



## **CAPÍTULO 1**

### **CONTEXTO EDUCATIVO**

#### **1.1 INGENIERÍA DEL FUTURO**

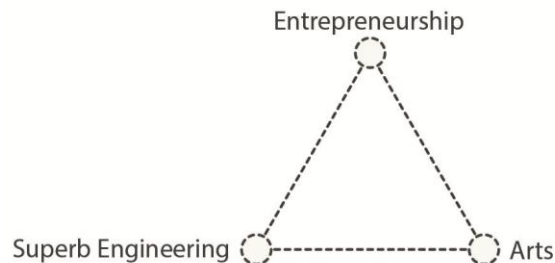
La ingeniería es una de las profesiones que afectan directamente la vida de las personas, a través de sus conocimientos. Son los ingenieros los que ayudan a dar forma al futuro, utilizando los últimos avances científicos, las herramientas y la tecnología para llevar las ideas a la realidad. La ingeniería es esencial para nuestra salud, felicidad y seguridad, se presenta en todos los aspectos de la vida, por lo que es imposible imaginar la vida sin la ingeniería. (National Academy of Engineering: “Messaging for Engineering: From Research to Action”)

De acuerdo a las necesidades y los tiempos, marcados por la irrupción de la innovación en todos los campos, alrededor del mundo muchas escuelas de ingeniería están innovando en educación, muchas de ellas han expuesto sus intereses por innovar en la formación de sus alumnos con el fin de

satisfacer las necesidades tanto de sus países como de la sociedad. Esto se ve reflejado en universidades como: Olin College of Engineering, University of Montenegro, Georgia Tech's College of Engineering, McGill University, Tecnológico de Monterrey, entre otras.

Olin College es una joven universidad estadounidense que en sus 10 años de vida ha marcado tendencias mundiales en ingeniería a través de su plan de estudio el que se basa en la combinación de tres áreas; ciencias básicas, fundamentos de la ingeniería, espíritu empresarial y artes dando forma a su modelo educacional conocido como "Triángulo de Olin". Este toma sentido al combinar sus aristas puesto que el Olin College plantea que es necesario un conocimiento práctico de la ciencia y las matemáticas, en conjunto con un constante vínculo entre las empresas y sus alumnos para que estos puedan desarrollar y entender el vocabulario de los negocios

tempranamente. Finalmente consideran que las artes son necesarias para el desarrollo de los ingenieros debido a que deben poseer una alta capacidad creativa, diseño e innovación, ya que no se puede diseñar lo que no se puede imaginar. (David Kerns, 2001)



*Imagen 1.1: Triángulo de Olin*

La Georgia Tech's College of Engineering (COE) universidad estadounidense la cual se define como una universidad de investigación tecnológica del siglo XXI. COE busca generar nuevos tipos de colaboración, exploración y resolución de problemas complejos a través de la implementación creativa de las tecnologías de la información. Además sus

planes educativos están centrados en ofrecer una educación interdisciplinaria a través del estudio flexible y el enfoque en el currículo, acompañado de la exploración de nuevas formas de expresar la condición humana tanto en su mente como alma, haciendo un hincapié en la intersección de tres áreas fundamentales como son arte, ciencia y tecnología. Es por esto que sus experiencias educativas y programas de investigación están es un constante rediseño con el fin de producir los talentos y descubrimientos que requiere el futuro. (“Designing the future a strategic vision and plan”, Georgia Tech’s College of Engineering)

Por otro lado la enseñanza de ingeniería en Europa ha sido afectada por la aplicación de la Declaración de Bolonia (1999) la universidad de Montenegro no es la excepción, el proceso de Bolonia es una importante reforma en la educación europea. Un acuerdo entre los países europeos con el fin de lograr una estandarización de

rendimientos y calidad de la educación superior en Europa. Asegurando la calidad de las ingenierías y de otras profesiones. (Djurovic, Lubarda)

Los rasgos principales del modelo educativo a los cuales se dirige el proceso de Bolonia se pueden resumir de forma sintética:

- Centrarse en el aprendizaje, que exige el giro de “enseñar a aprender”, y principalmente, enseñar a aprender y aprender a lo largo de la vida.
- Centrarse en el aprendizaje autónomo del estudiante guiado por los profesores.
- Centrarse en los resultados de aprendizaje, expresados en términos de competencias genéricas y específicas.
- Enfoca al proceso de enseñanza-aprendizaje como trabajo cooperativo entre profesores y alumnos.

- Exigir una nueva definición de las actividades de enseñanza-aprendizaje.
- Proponer una nueva organización del aprendizaje: modularidad y espacios curriculares multi y transdisciplinarios al servicio del proyecto educativo global (plan de estudios).
- Modelo que utiliza la evaluación de forma estratégica y de modo integrado con las actividades de enseñanza-aprendizaje y, en él, se debe producir una revaloración de la evaluación formativa-continua y una revisión de la evaluación final-certificativa.

Son estos componentes los que convierten al proceso de Bolonia en un modelo más eficaz

para los desafíos a los cuales debe enfrentarse. (Fernández, 2006)

Al interior de la universidad Canadiense McGill existe un Servicio de Enseñanza-Aprendizaje (“Teaching and Learning Services”) (TLS) que tiene como misión crear una comunidad de personas que les guste enseñar y tengan las ganas de aprender. En conjunto con estudiantes, profesores y personal crean un entorno atractivo, de liderazgo y experiencias educativas.

En esta universidad el aprendizaje activo ya es una norma, por lo que en diversas facultades, entre ellas la de ingeniería, se implementa esta metodología, **el aprendizaje**



Imagen 1.2: Active Learning Classrooms, McGill University

**activo es un método de enseñanza-aprendizaje que obliga al docente a seleccionar la o las estrategias más apropiadas teniendo en cuenta las necesidades y ritmos de aprendizaje de los alumnos, además del contenido que se va a enseñar.** Lo que permite que el profesor se comunique de forma clara a los estudiantes para ayudarlos a construir sus propios aprendizajes, promoviendo la participación consiente y espontánea de los alumnos. (Cuaderno de Apoyo Didáctico Metodología Activa, Gálvez 2013).

Uno de los proyectos del TLS que se destaca dentro de la universidad McGill es “Active Learning Classrooms” (ALCs) generado el 2009, estas son salas de aprendizaje activo que están diseñadas con el fin de apoyar la enseñanza-aprendizaje en una atmósfera que conduzca la participación de los estudiantes a su propio aprendizaje. Estos salones de clases complementan otras técnicas de enseñanza que en McGill se

utilizan. (Report on Active Learning Classrooms for 2010-2011)

Son estos casos que evidencian una tendencia alrededor del mundo en el interés por el mejoramiento de la enseñanza-aprendizaje tanto en ingeniería como en otras carreras. Es el mundo y su constante cambio el cual requiere un nuevo tipo de profesional y es eso lo que las universidades mediante la implementación de nuevas técnicas de enseñanza quieren lograr.

## **1.2 MODELOS EDUCATIVOS**

Cada una de las universidades mencionadas anteriormente tiene un modelo educativo que pone en práctica. Estos modelos cualquiera que sea el que una institución aplique son la síntesis de los aspectos más importantes que se deben trabajar en aula. Estos aspectos se encuentran en los objetivos formativos y en la selección de los contenidos académicos relevantes.

El modelo educativo se define como **“la construcción de las mejores formas culturales y la integración de componentes didácticos, que orientan y fundamentan los procesos de enseñanza-aprendizaje en los contextos más variados, y se muestra como el conjunto de ideas, modalidades formativas y recursos para la acción, que garantizan la educación integral de los estudiantes.”**

Aunque los modelos educativos proponen ciertos programas de formación de docentes y visiones acerca de la enseñanza, necesitan de una legitimización de sus acciones y esto lo logran mediante visiones acerca de la enseñanza las cuales están fundamentadas en las teorías del aprendizaje, el constructivismo, conductismo y cognitivismos son algunas de ellas. (Domínguez, Medina y Sánchez, 2011)

### 1.2.1 CONSTRUCTIVISMO

El enfoque constructivista no es nuevo ya hace más de dos mil años Protágoras, sofista

griego, señaló que “El hombre es la medida de todas las cosas: de las que existen, como existentes; de las que no existen, como no existentes”. Este enfoque postula al ser humano como el responsable de sus frutos y el que toma control de sus acciones y de su vida. Una propuesta que contradecía la visión del mundo en esa época la cual planteaba un mundo controlado por entidades divinas. Luego en el siglo 18, Kant, filósofo que aportó al desarrollo del constructivismo cuando afirmó que la realidad no se encuentra “fuera” de quien observa, más bien ha sido “construida” por el aprendizaje y la adquisición de conocimiento.

En 1998 fue Watzlawick y Krieg quienes señalan que “la objetividad es la ilusión de que las observaciones pueden hacerse sin un observador”, esta teoría plantea que el conocimiento es un reflejo de lo que rodea al ser humano. Mientras que en el área de la psicología fue Gestalt quien mediante la visión filosófica de Watzlawick y Krieg

plantea el principio de “el todo es mayor que la suma de las partes”, cual propone que ante un mismo escenario los observadores perciben realidades diferentes. (Noel, 2008)

Como insinúa el nombre el constructivismo hace énfasis en la construcción del conocimiento que ocurre en la mente de un individuo mientras aprende. Este **analiza aquellos procesos de percepción, comportamiento y de comunicación, mediante los cuales los seres humanos construyen las realidades individuales, sociales, científicas e ideológicas.** (Watzlawick y Krieg (1998)

Esta teoría proveniente de la psicología constructivista se basa en “una cosmovisión del conocimiento humano como un proceso de construcción y reconstrucción cognoscitiva llevada a cabo por los individuos que tratan de entender los procesos, objetos y fenómenos del mundo que los rodea, sobre la

base de lo que y ellos conocen”. (R. Chrobak, 1998, p. 111)

A base de esta visión del mundo, se pueden plantear los siguientes principios básicos en los que se sustenta el constructivismo:

1. La comprensión inicial de un objeto, proceso o fenómeno es local, no global. Las nuevas ideas son necesariamente introducidas y entendidas sólo en un contexto limitado. Cuando se introduce una idea por primera vez, puede ser difícil para el sujeto saber qué rasgos de la situación son más relevantes para entenderla. Posteriormente, cuando la idea ha sido explorada en una variedad de contextos, resulta generalmente más fácil percibir el patrón propuesto y la comprensión es generalmente más amplia.
2. El conocimiento no es recibido de forma pasiva, sino construido y reconstruido por el sujeto de forma activa, interactuando con el objeto de estudio, dando una relación objeto-sujeto.

3. La función cognoscitiva, la capacidad de conocer o comprender de un sujeto, es adaptativa y permite al que aprende la construcción de explicaciones viables sobre sus experiencias, es decir, cuando un sujeto actúa sobre la información relacionándola con el conocimiento que ya posee, le imprime e impone así organización y significado a su experiencia.

4. El proceso de construcción de significados está siempre influenciado por el contexto histórico-cultural y económico-social del cual el individuo forma parte.

5. Construir estructuras útiles de conocimiento requiere de una actividad esforzada e intencionada. El aprendizaje requiere una participación activa y reflexiva.

El paradigma constructivista predominante en la escuela actual, se debe esencialmente a tres posturas básicas que coexisten en esta corriente que ha influido en la educación contemporánea: una de ellas es el

constructivismo biológico que se enfatiza en la interpretación y regulación del conocimiento por parte del sujeto que aprende, desarrollado por el psicólogo suizo Jean Piaget, el constructivismo social, es otra de las posturas, apoyado por la escuela del enfoque histórico-cultural del pensador ruso Lev Semionovich Vigotsky y el constructivismo didáctico del psicólogo David Ausubel que pone énfasis en la idea del aprendizaje significativo, y sostiene que para que éste ocurra, el alumno debe ser capaz de relacionar la nueva información que se le está entregando con lo que le interesa aprender y las ideas previas que posea, además de la forma en cómo organiza los conocimientos.

**En tal sentido en primer lugar sirve de vía para sistematizar las teorías educativas y se convierte en una propuesta teórica y epistemológica que agrupa diferentes enfoques y tendencias, dándole sustento a su implementación.**

Con respecto al conocimiento se debe tener presente que el conocimiento es construido y no transmitido. Las experiencias deben ser procesadas e interpretadas por cada individuo. Esto quiere decir que dos personas no pueden intercambiar conocimientos como si solo fuera información.

Además el conocimiento previo tiene un impacto en el aprendizaje. Los marcos cognitivos cómo el ser humano conoce, piensa y recuerda, determinan a que presta atención el sujeto, cómo interpreta aquello a lo que presta atención y cómo construye nuevos conocimientos. Es así como diferentes personas pueden tener la misma experiencia pero la interpretaran de forma distinta. Por lo que se debe tener presente que los estudiantes tienen una visión del mundo establecida antes de incorporarse al aula, además están vinculados emocional y afectivamente a

esa visión del mundo la cual no abandonarían fácilmente.

Por otra parte se debe tener presente la viabilidad en la construcción del conocimiento, cuando se afirma que la construcción de los nuevos conocimientos e ideas, necesitan ser viables significa que deben ser útiles para un individuo o para un grupo de individuos.

Finalmente resulta imprescindible que la construcción de conocimiento tenga un carácter social, ya que aunque cada individuo tiene que construir sus conocimientos por sí mismo, este proceso no puede desprenderse de su fuerte componente social.

El constructivismo es esencialmente un enfoque epistemológico, que sostiene que todo conocimiento es construido como resultado de procesos cognitivos dentro de la mente humana, rechaza la idea de

que el conocimiento es la representación de una realidad externa independiente del espectador.

Al analizar los principios y categorías fundamentales del constructivismo con fines didácticos, el primer paso en el proceso de aprendizaje, por tanto, es hacer que los profesores y los estudiantes sean conscientes de su visión del mundo.

Cuanto más saben los profesores de los marcos conceptuales individuales de los estudiantes, mejor pueden poner en evidencia las limitaciones de dichos marcos, y más probable es que puedan inducir a los estudiantes a reconsiderar y reformular su propia visión del mundo.

Los estudiantes deberían auto regularse y participar plenamente en el proceso de aprendizaje y el docente, como agente facilitador, orientador y dinamizador del proceso de docente-educativo, puede buscar deliberadamente experiencias de

aprendizaje suplementarias y pueden ser muy efectivos a la hora de modificar sus propias visiones del mundo.

Para el constructivismo el rol del docente se concibe como moderador, facilitador, coordinador y actor colaborador en el acto educativo, contextualizando las diversas actividades del proceso de aprendizaje. El profesor tiene como misión fomentar la participación activa tanto individual como grupal, mediante el planteamiento de contenidos o materias que conlleven respuestas reflexivas por parte de los alumnos. Además se convierte en el directo responsable de establecer un clima armónico y afectivo, donde prevalezca la mutua confianza en la relación alumno-alumno y profesor-alumno, asumiendo que los procesos cognitivos se adquieren en el contexto social. Asimismo el docente se encargara de estimular y aceptar la iniciativa y autonomía del alumno. Conjuntamente

como facilitador el docente deberá tener pleno uso y manejo de terminología cognitiva (clasificar, analizar, predecir, crear, inferir, deducir, estimar, elaborar, pensar). Para conseguirlo la materia prima a su disposición y los recursos para el aprendizaje se basarán en el uso de materiales didácticos.

Por parte del estudiante su papel se basa en la generación de esquemas, experimentación y estructuras lógicas, logrando construir el conocimiento por sí mismo, relacionando información nueva con conocimientos previos. Es así como el alumno toma la responsabilidad directa de su propio aprendizaje.

Para que se genere efectivamente conocimiento, el alumno deberá respetar y cumplir con ciertas reglas como:

- Participar de forma activa en las actividades propuestas, mediante la

proposición de ideas con su posterior argumentación.

- Relacionar y vincular las ideas propias con la de los demás.
- Escuchar y prestar atención tanto a sus compañeros como al facilitador.
- Preguntar a sus pares para comprender y clarificar sus propias interrogantes.
- Proponer soluciones.
- Cumplir con las actividades propuestas y en los plazos estipulados.

### 1.2.2 CONDUCTISMO

El conductismo es una de las teorías del aprendizaje desarrolladas a partir de la psicología conductista, la cual estudia la conducta del ser humano, tratando de predecir y manipular el comportamiento a partir de la situación, el organismo y la respuesta.

Existen muchas corrientes acerca de esta teoría del aprendizaje, cabe destacar que todas comparten los siguientes elementos:

- La conducta está sustentada por tres pilares; la situación, el organismo y la respuesta.
- El objeto de estudio es la conducta.
- El método es totalmente empírico y en ningún caso subjetivo.
- Se concibe la psicología como una ciencia aplicada cuyo fin es la predicción y modificación de la conducta.

Entre los distintos autores, Skinner fue el que más aportó al proceso de enseñanza-aprendizaje mediante un nuevo comportamiento que denominó como conducta operante. Esta engloba a toda la conducta supuestamente espontánea, no obstante no libre de regulación. En consecuencia ya no se concibe al alumno

como un sujeto pasivo que reacciona ante estímulos, más bien es un sujeto que busca introducir cambios en su medio. Es así como Skinner transforma el esquema estímulo-respuesta del conocimiento clásico propuesto por Pavlov por el esquema operación-respuesta-estímulo.

Skinner extrapola la pedagogía de la conducta a través de la enseñanza programada, que se caracteriza por una definición explícita de los contenidos, mediante una presentación secuenciada y una incrementación en la dificultad de los contenidos, participación de los alumnos, un refuerzo inmediato de la información, individualización, registro de los resultados y una continua evaluación.

Este paradigma conductista funciona con éxito cuando se trata de adquirir conocimientos memorísticos que supongan niveles básicos de comprensión, no obstante la continua

repetición no garantiza que la nueva conducta se vaya a asimilar, solo su ejecución, se desconoce cuándo podrá hacerlo y no podrá aplicar estos conocimientos al resto de conocimientos ya adquiridos previamente.

A pesar que el conductismo funciona en etapas tempranas de formación, vale decir infantil y primaria con el fin de trabajar conductas y hábitos, esta también se utiliza a niveles secundarios y hasta universitarios para reconstruir conductas desajustadas, mediante el diseño de entornos adecuados de estímulos y respuesta, castigos y refuerzo.

El conductismo tiene como objetivos que el alumno adquiera destrezas, hábitos o habilidades específicas antes situaciones determinadas, esto quiere decir que se espera que el estudiante sepa que hacer antes escenarios específicos, es decir se trata de objetos funcionales y prácticos

dicho de otra forma los objetivos son operativos.

Este paradigma postula que el aprendizaje debe manifestarse mediante conductas medibles. Esto quiere decir que el alumno aprende cuando memoriza y comprende la información, en ningún momento se le exige ser creativo o que elabora alguna información.

El docente toma un rol activo en el proceso de aprendizaje, es el punto protagónico en el salón de clases, es él quien diseña todos objetivos de aprendizaje, así como los ejercicios y actividades orientados a la repetición y memorización para el logro de conductas correctas, basadas en un sistema de premios y castigos. Contrariamente el estudiante es el sujeto pasivo del medio, considerado como materia prima la cual debe ser procesada en base de la repetición para memorizar y repetir la

conducta esperada por el docente. Aunque en el aprendizaje el alumno tiene un papel activo este es reactivo ante los estímulos recibidos. La interacción entre estudiantes requiere de la previa aprobación del profesor quien observa, mide y evalúa de forma directa.

En esta teoría no se tiene en cuenta durante los procesos de aprendizaje la motivación o el pensamiento del alumno, debido a que no son aspectos medibles ni observables. La evaluación se basa en pruebas objetivas, como tesis y exámenes basados en los objetivos propuestos. El aprendizaje se produce cuando hay un cambio de comportamiento, se evalúan aquellos fenómenos medibles y observables, resultado de un aprendizaje basado en estímulos y respuestas. Por lo que el alumno habrá aprobado y obtendrá un premio por ello cuando se observe el cambio deseado de conducta que se ha trabajado durante el curso.

### 1.3 INGENIERÍA PARA CHILE

Chile con más de 16 millones de habitantes es considerado a nivel internacional un país con altos ingresos y en vías de desarrollo. Se estima que los índices de calidad de vida, desarrollo humano, globalización y un producto interno bruto (PIB) per cápita, se encuentran entre los más altos de Latino América. (Atlas method and PPP, databank.worldbank.org)

Para lograr ser un país desarrollado a finales de esta década el gobierno de Chile ha estimado necesario incrementar y mantener las altas tasas de crecimiento, esto implica que el país necesita una economía cada vez más productiva y competitiva. Para lograr esta meta se ha impuesto que es desde el conocimiento, provendrá lo necesario para lograr generar el valor agregado esperado.

Es por todas estas tareas que Chile requiere de profesionales de alto nivel tecnológico, preparados para enfrentar cambios, capaces

de resolver problemas y aprovechar oportunidades, tanto locales como globales.

Es por lo anterior que diversas entidades públicas, como el Ministerio de Educación, a través de la División de Educación Superior, la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), el Consejo Nacional de la Innovación para la Competitividad (CNIC). El Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, a través de su División de Innovación, y la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), “han confluído en este diagnóstico y han decidido aunar esfuerzos y recursos con el fin de implementar iniciativas destinadas a la obtención de estos objetivos. En particular, han decidido **incentivar una transformación del modelo de educación superior, particularmente en las áreas relacionadas a la ingeniería.**” (Resolución exenta N°1573, innovaChile CORFO)

Distintos artículos y estudios de diferentes entidades, como la publicación “Achieving Excellence in Engineering: The ingredients of successful change” publicada en marzo 2012 por la Royal Academy of Engineering de Reino Unido y el Massachusetts Institute of Technology. También, llegan al consenso en que la ingeniería es una parte esencial de una posible solución. Además entregan una visión de que la ingeniería que se requiere, es distinta a la que hoy existe, con respecto a la formación de los profesionales, a la capacidad de investigación y desarrollo (I+D), a la orientación a la innovación y el emprendimiento, el trabajo en equipos multidisciplinarios, y a la vinculación de la industria y la sociedad en general con los investigadores.

Por lo cual la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) genera el concurso “Nueva Ingeniería para el 2030”, el cual tiene como objetivo apoyar en la generación de planes estratégicos u otros a las

universidades chilenas que imparten carreras de ingeniería civil con el fin de que sus escuelas de ingeniería lleguen a ser de clase mundial. Enfocándose particularmente en la tercera misión, investigación aplicada, desarrollo y transferencia de tecnología, innovación y emprendimiento con base en Investigación, desarrollo e innovación (I+D+i); Estableciendo una oportunidad de cambio a todas las universidades chilenas que imparten carreras de ingeniería, en esta ocasión la Universidad Técnica Federico Santa María en conjunto con la Pontificia Universidad Católica realizaron una postulación conjunta donde proponen que el motor central de desarrollo sea la innovación científico-tecnológica con el fin de generar ingeniería para la innovación de alto impacto. Para que esto se logre se plantea desarrollar una escuela integradora e inclusiva y un proyecto educativo diferente de ciclos más cortos y más flexible.

Otra iniciativa del Gobierno de Chile es el Programa de Mejoramiento de Calidad y Equidad de la Educación (Programa MECESUP) la cual forma parte de los esfuerzos para apoyar la transición de la economía actual a una basada en el conocimiento incrementando la equidad y la efectividad en su sistema de Educación Terciaria.

En 1998, el Gobierno pactó con el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) el diseño e implementación del programa MECESUP. Este ha financiado acciones de mejoramiento académico e infraestructura en las 25 universidades del Consejo de Rectores de Universidades Chilenas (CRUCH), contribuyendo a un aumento en la equidad en el acceso a la calidad de los estudiantes a lo largo del país.

Con MECESUP, la planificación estratégica y la información para la toma de decisiones basada en evidencia y los indicadores de

desempeño, como las tasas de retención y titulación estudiantil, se transformaron en objeto de discusión pública y a formar parte de las condiciones establecidas por el estado de Chile al momento de distribuir recursos incrementales en el sistema terciario.

Los objetivos del Programa están dirigidos a proveer las competencias necesarias que permitan mejorar la calidad de la oferta educacional de las instituciones y del sistema, aumentar la competitividad internacional, sostener el desarrollo económico y social del país. Además de asegurar de que ningún talento se pierda por diferencias de oportunidades de aprendizaje. El programa MECESUP pertenece a la División de Educación Superior del Ministerio de Educación, otorgando financiamiento incremental a proyectos y planes de mejoramiento institucional adjudicados por medios competitivos y/o negociaciones a través del Fondo de Innovación Académica (FIAC) y los Convenios de Desempeño (CD).

Es a través de estas iniciativas que el Gobierno de Chile ha tomado conciencia y medidas frente a un mundo en constante cambio, las cuales a través del cultivo del conocimiento pretende cosechar futuros ingenieros capaces de desenvolverse con éxito en un área en constante crecimiento. Por lo que se genera una oportunidad para proponer o implementar nuevas formas de mejorar y actualizar la manera en que se instruye a un ingeniero. Esto impacta directamente a la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM) la cual se caracteriza por impartir planes de ingeniería, ciencias básicas y arquitectura, además de múltiples programas de postítulo, en los cuales se incluyen programas de magister profesionales doctorados en áreas tales como Física, Química, Biotecnología, Ingeniería Informática e Ingeniería Electrónica.

## **1.4 TENDENCIAS DE CAMBIO EN LA UTFSM**

Al interior de la Universidad Técnico Federico Santa María (UTFSM) se han producido cambios que van en línea de cambios globales que están ocurriendo, sin tener un vínculo directo con las proyecciones mencionadas anteriormente. Se pueden destacar diversos proyectos que han marcado una tendencia al interior de la USM.

### **1.4.1 CENTRO INTEGRADO DE APRENDIZAJE EN CIENCIAS BÁSICAS (CIAC)**

El Centro Integrado de Aprendizaje en Ciencias Básicas (CIAC), tiene como finalidad fortalecer a los estudiantes en su inserción a la Universidad, aportando en el rendimiento académico, formación profesional y apoyo psicopedagógico a los alumnos de primer año, mediante actividades orientadas a un proceso de inserción efectiva. Todo esto se realiza en el centro

que consta con un edificio de 550m<sup>2</sup>, el cual tiene a disposición de los estudiantes salas modulares, de consulta y de estudio grupal, con profesores, psicólogos y estudiantes tutores de años superiores.

El CIAC si bien tiene una orientación hacia las actividades académicas, ofreciendo tutorías en las asignaturas de física, química, matemáticas y programación, también brindan tutorías formativas como manejo del estrés académico, organización de tiempos, habilidades sociales, autoestima, motivación y otros. Con lo cual el alumno desarrolla una forma de trabajo orientada a su estilo de aprender y a las exigencias de la Universidad.

### **1.4.2 DIRECCIÓN DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE (DEA)**

Bajo el alero de la Dirección General de Docencia de la USM se encuentra la Dirección de Enseñanza y Aprendizaje la cual tiene las siguientes funciones:

- Fomentar la innovación curricular, oferta de carreras, eficiencia y articulación de niveles de enseñanza como procesos permanentes.
- Apoyar a los profesores para realizar mejoras en los procesos docentes que contribuyan a mejorar su efectividad centrando la atención en el estudiante y en su aprendizaje.
- Incentivar innovación y mejoramiento académico en los currículos, a través de la coordinación de diversos programas y proyectos.
- Fomentar y reconocer logros, a través de diversos estímulos, en estrategias de mejoramiento docente.
- Fomentar el éxito académico de los estudiantes a través de técnicas que aumenten la eficiencia y eficacia del proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Apoyar la integración de las TIC's en procesos de enseñanza y aprendizaje.

- Apoyar procesos de enseñanza y aprendizaje en Campus y Sedes de la USM.

El 2013 la DEA en su esfuerzo por desarrollar una cultura centrada en el aprendizaje y promover la innovación docente. Gestiona el diplomado colaborativo para la Docencia en Ciencias, Tecnología e ingeniería (CTI) para promover la innovación pedagógica. Esto se llevó a cabo en conjunto con la Academic and Professional Programs for the Americas (LASPAU), organización afiliada con Harvard University, ofreciendo a los docentes de la casa de estudio el Programa Innovación Docente UTFSM (idUTFSM).

El diplomado tenía como expectativas brindar oportunidades para experimentar nuevas prácticas docentes, generar investigación que permita medir su impacto y conectar a la USM con innovaciones a nivel mundial en la enseñanza de las CIT.

En su primera versión el diplomado fue dirigido a profesores de la Universidad Técnica Federico Santa María, con la finalidad de proporcionar herramientas tales como: estrategias, procedimientos, técnicas y sustentos teóricos, que faciliten la planificación y programación de las actividades docentes, incorporando las necesidades y los intereses de aprendizaje de los estudiantes, articulando su labor con los perfiles profesionales y de egreso. Potenciar la cultura del trabajo colaborativo y reflexivo en torno a la docencia. Además de crear ambientes de aprendizaje efectivos mediante la implementación de innovaciones en la labor que se realiza en las salas de clases.

### **1.4.3 INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA (FIS100)**

Una de las asignaturas que forma parte de las ciencias básicas al interior de la Universidad es el programa Introducción a la

Física, perteneciente al Departamento de Física, esté con el fin de alcanzar mejores resultados inicio procesos de capacitación para los docentes a través de talleres y charlas. Con lo que se genera un replanteamiento de los objetivos de aprendizaje que se desean de la Física, una vez definidos estos objetivos se inicia el rediseño de guías de problemas y los instrumentos de evaluación. Es de esta manera que se inician modificaciones innovadoras en el área de docencia lo que a partir del año 2012 se inicia la puesta en marcha masiva de la metodología activa en las clases de Física, donde la participación de los estudiantes toma un rol protagónico en su aprendizaje y la intervención en las sesiones de clases de los docentes se ve disminuida. En la implementación del aprendizaje activo se utilizan diversas técnicas didácticas, representadas en un conjunto de actividades ordenadas y articuladas dentro del proceso de enseñanza, estas generan una base con la cual se puede

organizar este curso. Las técnicas de aprendizaje utilizadas en Física 100 son el aprendizaje colaborativo e instrucciones entre pares, ayudando a la nivelación del grupo curso, otra técnica es el aprendizaje basado en problemas o problemas ricos en contexto, reforzando capacidades de lectura comprensiva y de análisis. Esta aplicación de técnicas de aprendizaje permite que el alumno sea responsable de su propio aprendizaje, asumiendo un papel activo y colaborativo en el proceso a través de actividades presentadas en clases y toma contacto con su entorno.

#### **1.4.4 COMUNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN DOCENCIA PARA INGENIERÍA Y CIENCIAS (CIDIC)**

Esta unidad técnica de la Universidad Técnica Federico Santa María tiene como finalidad lograr un aprendizaje profundo y desarrollo más efectivo de habilidades en los estudiantes. A través de la creación y

funcionamiento de comunidades de profesores enfocados en la utilización de metodologías de investigación educativa para llevar un control de las innovaciones educativas que se proponen día a día en la Universidad. El CIDIC es el resultado del proyecto MECESUP FSM-802 que se inició el año 2010. Otro de sus objetivos es apoyar proyectos de investigación educativas de manera directa ya sea con fondos del proyecto MECESUP FSM-802 o a través del concurso Olivier Espinosa Aldunate (USM-OEA) creados a partir del 2011 por la Dirección General de Docencia de la Universidad Técnica Federico Santa María.

# **CAPÍTULO 02**

## **REALIDAD**



## **CAPÍTULO 2**

### **REALIDAD**

## **2.1 UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA (UTFSM)**

La USM es una universidad tradicional privada, que forma parte del Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas (CRUCH). Es reconocida como una de las universidades más prestigiosas del país, destacándose particularmente en las áreas de ciencias y tecnología.

Es fundada bajo la voluntad testamentaria de Federico Santa María Carrera, el cual lega su fortuna con el fin de “levantar al proletario de mi patria, concibiendo un plan, por el cual contribuyo, primeramente con mi óbolo a la infancia, enseguida a la Escuela Primaria, de ella a la Escuela de Artes y Oficios y por último al Colegio de Ingenieros, poniendo al alcance del desvalido meritorio llegar al más alto grado del saber humano”. Otro actor importante es el encargado de cumplir con la voluntad testamentaria del fundador, Agustín Edwards McClure quien postula que “La

educación técnica y la preparación cultural no pueden separarse y al propio tiempo, no deben invadirse ni desequilibrarse. Una justa y razonable proporción entre ambas constituye una condición esencial del éxito y perfección pedagógica que puede alcanzarse”, (Revista Scientia, año 1, nº 1, Octubre de 1934). Visión que no es lejana a los requisitos que debe tener la formación de ingenieros, para afrontar las exigencias actuales mencionadas en capítulos anteriores.

Actualmente la UTFSM se ha impuesto como misión establecer y propagar conocimiento, además de formar profesionales integrables adecuados para enfrentar el ámbito científico-tecnológico, capaces de liderar el desarrollo del país. Para cumplir con este cometido es necesaria una base educativa, que se debe cumplir para toda casa de estudios, en la que se definen las metodologías que se utilizarán, que teoría del aprendizaje, hasta que valores les transmitirán a sus alumnos. En términos

formales la Universidad Técnica Federico Santa María en su modelo educativo que promueve una formación integral de un profesional competente con bases tanto en las áreas de la ciencia y tecnología, como en lo humano-social, facultando al egresado para actuar con pertinencia en la realidad del país. (Misión, Visión y Valores UTFSM)

## **2.2 MODELO EDUCATIVO UTFSM**

El modelo educativo de la UTFSM tiene tres aristas fundamentales una de ellas se encuentra en el profesor a quien lo definen como un mediador, diseñador de situaciones de enseñanza-aprendizaje y seleccionador de los medios por los cuales interactúan los estudiantes, el profesor se ve vinculado con los alumnos mediante las metodologías y técnicas pedagógicas que utilice. En otro de los vértices de este triángulo se posiciona al alumno al cual se le asignan un rol protagónico, como ente que colabora y aprende de sus experiencias y conocimientos

previos. Del que se espera que sea autoexigente y posea una vocación de servicio, además a través de los medios y recursos pedagógicos podrá acceder a los contenidos de las asignaturas. El último componente de este modelo son los contenidos, conjunto de conocimientos y procedimientos asociados al saber disciplinar y a las actitudes pertinentes del saber. Estos se reflejan en las mallas curriculares de cada carrera, en los programas y objetivos de las asignaturas. Son estas tres componentes que le dan sentido a este modelo ya que al estar presentes se puede diseñar la situación de aprendizaje esperada.

A este modelo educativo le definen distintas características acordes a la etapa de desarrollo profesional del estudiante, estas son nivel básico, intermedio y avanzado: las que definen el grado de protagonismo que tiene el profesor, así como los objetivos de los laboratorios y talleres.

El nivel básico corresponde a los primeros semestres de todas las carreras impartidas en la universidad, las cuales son asignaturas de ciencias básicas y actividades formativas. Las cuales constituyen una base tanto teórica como práctica para las siguientes asignaturas. **El rol del profesor es protagónico debido a que la práctica pedagógica se encuentra centrada en él, con el fin de orientar el aprendizaje de los alumnos a través de una modalidad de docencia tradicional.** Esta modalidad de docencia tradicional contempla preferentemente discursos del profesor, textos de apoyos para cada alumno, listado de ejercicios, entre otros, donde el aprendizaje es orientado por el profesor con la finalidad de que el estudiante domine contenidos teóricos y mediante experiencias de laboratorio pueda asegurar sus conocimientos y responder a preguntas.

En el nivel intermedio los estudiantes participan en cursos que corresponden a su

especialidad y su propósito está centrado en el análisis de situaciones, por lo que la atención ya no está centrada en el profesor. A partir de los conocimientos teóricos analizados en las cátedras se estimula a analizar y desarrollar respuestas. Mientras que la finalidad de los laboratorios es “armar una experiencia” o “elaborar un producto”, con el objetivo de que el alumno pueda desarrollar soluciones factibles de implementar según su especialidad.

Finalmente el nivel avanzado los alumnos están en cursos de formación final de sus carreras y en este modelo educativo el rol del profesor es el cuestionamiento de los planteamientos de los estudiantes, acompañado de prácticas de laboratorio y taller, donde se les entrega un problema profesional que los alumnos deben comprender y buscar soluciones que reúnan síntesis, evaluación y respuesta. (Modelo educativo Universidad Técnica Federico Santa María, Septiembre 2004)

## **2.3 CIENCIAS BÁSICAS**

El análisis de este modelo educativo expuesto anteriormente tendrá su énfasis y se centrará en el nivel básico, previamente descrito, donde se encuentran las asignaturas de ciencias básicas como lo son matemáticas, física, química y programación. Estas asignaturas se imparten en los cuatro primeros semestres de las carreras de pregrado, cabe destacar que son estos cuatro semestres los que construyen la primera barrera para la permanencia en la universidad. Dentro de la UTFSM se destaca la nueva metodología que se ha implementado en clases de Física, esta destaca por las innovaciones implementadas.

### **2.3.1 FÍSICA**

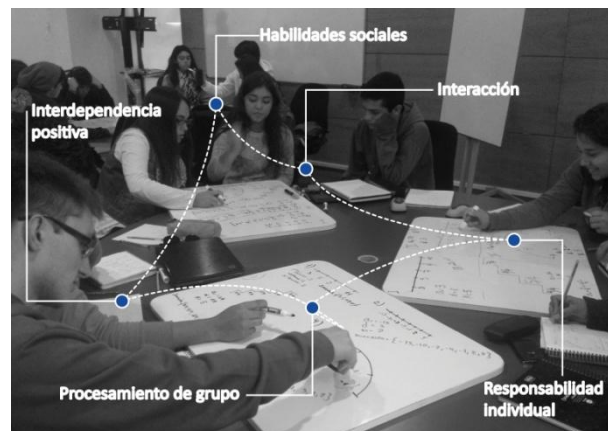
El departamento de Física de la Universidad Técnico Federico Santa María se destaca por realizar cambios significativos en la forma de realizar las clases generando una nueva

propuesta de “Aprendizaje Activo en Física en la UTFSM”.

Es así como ha construido una combinatoria de varias metodologías, debido a que cada una de ellas apunta a desarrollar habilidades diferentes de modo complementario, alguna de estas metodologías son: Instrucción por pares, actividades colaborativas en clases, demostraciones interactivas en clases, aprendizaje colaborativo, física en tiempo real, resolución de problemas ricos en contexto y modelación.

En este caso se expondrán los cambios en la asignatura de Introducción a la Física denominada FIS100, este ramo se imparte a alumnos de primer año, son estos cambios los que tiene como objetivo **fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje, a través de la nivelación de los conocimientos de los alumnos y fortalecer el desarrollo personal de estos, además**

**de disminuir los tiempos de exposición del docente.**



*Imagen 2.1: Representación gráfica del Aprendizaje Colaborativo*

Una de las metodologías que destaca es la Aprendizaje Colaborativo, esta técnica es considerada una filosofía de interacción y una forma personal de trabajo. Por lo que requiere el manejo de aspectos como el respeto a las contribuciones y habilidades individuales de los miembros.

En los grupos que trabajan de forma colaborativa la autoridad es compartida y deben aceptar la responsabilidad de las

acciones y decisiones del grupo. Fundamentalmente el aprendizaje colaborativo se basa la cooperación de los miembros del grupo y la relación de igualdad entre ellos. Sin embargo para construir y conseguir una efectiva colaboración entre los miembros del grupo es fundamental 5 elementos: la interdependencia positiva, la responsabilidad individual, las habilidades sociales, la interacción cara a cara o virtual y el procesamiento de grupo. Son estos factores que intencionalmente interactúan para conseguir que el grupo aprenda de manera colaborativa. (Fuentes, 2003)

La conformación de grupo es un aspecto esencial al trabajar con esta técnica, ya que el grupo curso debe dividirse en pequeños grupos, esta división debe tener una intencionalidad, en este caso en particular se busca una nivelación de conocimiento entre compañeros. Es así como a principio de semestre se realiza una prueba de diagnostico donde se clasifican a los

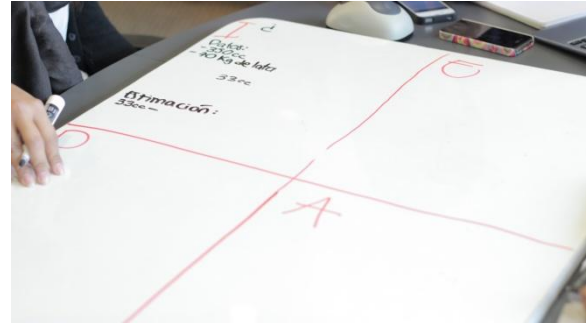
alumnos, lo que permite evaluar los conocimientos que posee el estudiantes respecto a los contenidos que se abordarán. Cada grupo está conformado por tres alumnos, reuniendo en el grupo a alumnos débiles, semi-aventajados y aventajados, según la evaluación obtenida previamente.

La combinatoria de metodologías antes mencionada se ve reflejada en que al Aprendizaje Colaborativo, se le suma la Instrucción entre Pares. Este método de aprendizaje activo y constructivo, se centra en la experiencia de aprendizaje de los alumnos. Este proceso contempla que el alumno realice un estudio previo de la materia mediante lecturas previas, lo cual obliga al estudiante a reflexionar sobre ideas y argumentos. Son estas reflexiones las que permiten que tanto al profesor como al alumno, evaluar la comprensión de los conceptos y los contenidos de interés.

Otra metodología complementaria es la resolución de problemas ricos en contexto, se basa en la resolución de problemas no cotidianos, los cuales son complejos y retadores para el alumno. (Gonzalo Fuster, Doctor (Ph.D.) en Física y profesor del departamento de Física de la USM) Esto lo realizan utilizando el método de resolución de problemas IDEA (I: información, D: desarrollo, E: ejecución, A: aprendizaje).

El método IDEA se divide en cuatro pasos y cada grupo, compuesto de tres alumnos, posee una pizarra pequeña de aproximadamente de 80x50 [cm]. En su fase inicial de Información Previa, el alumno deberá leer cuidadosamente el enunciado buscando las frases claves. Luego hacerse preguntas específicas como por ejemplo: ¿cuál es la información que se da?, ¿qué es lo que se está preguntando?, ¿en qué unidades se está pidiendo el resultado? Es así como el estudiantes deberá escribir que es lo que se debe encontrar para resolver el

problema. Además debe identificar cuáles son los datos que el enunciado entrega, teniendo clara las unidades a utilizar.



*Imagen 2.2: Imagen de la pizarra donde se está utilizando el método IDEA.*

El segundo paso es el Desarrollo de un Plan de Trabajo, una vez que el alumno tenga claro cuál es la información a disposición, procederá a pensar en qué hacer para solucionar la problemática. En este paso puede que el estudiante necesite hacer algún esquema o dibujo que le ayude a plantear el problema, también deberá indicar cualquier valor desconocido que crea es relevante para la resolución del problema, para luego



*Imagen 2.3: Imagen de estudiantes trabajando de forma colaborativa en clases de FIS100*

plantear un plan de trabajo, el cual debe escribirse en la pizarra, sin realizar cálculos.

El Tercer paso es Ejecutar, donde el alumno deberá identificar que herramientas matemáticas y de computación requiere para resolver el problema. Para esto deberá seguir los pasos propuestos en el plan de trabajo para realizar los cálculos y graficas si son

necesarias y así encontrar la solución del problema.

El paso final de este método es el Aprende de tu Esfuerzo, este es el paso más relevante del procedimiento realizado, ya que los alumnos deberán utilizar lo aprendido en el mundo real, en esta parte el estudiante deberá realizar preguntas como: ¿por qué el

profesor encargo este problema y no otro?, ¿qué creo que aprendí resolviendo el problema? Por otra parte el alumno deberá cuestionar los resultados obtenidos y preguntarse ¿son acordes a la predicciones realizadas en el paso uno?

El estudiante deberá hacer una asociación con problemas que ya haya resuelto y preguntarse ¿en qué son iguales o en qué se diferencian?

Como etapa final de este paso, el quipo de trabajo deberá escribir lo aprendido, puede ser a nivel personal o como de índole grupal.

### **Modalidad de clase**

La Modalidad en que se llevan a cabo las clases activas de FIS100, tiene un rol fundamental para el éxito del aprendizaje que se quiere generar, por lo que las sesiones de clases están pauteadas de forma rigurosa, tanto en los contenidos como en las

actividades realizadas, lo que ayuda a generar fluidez en las clases tanto para el profesor como para los alumnos, de la siguiente forma:

**En los primeros 5 minutos se entregan los trabajos desarrollados en casa, estos cumplen una rol relevante en las sesiones de clases, debido a que los estudiantes deben realizar una lectura comprensiva de contenidos que se ejercitaran y trabajaran en la clase siguiente. Con el fin de garantizar la lectura y la asimilación de los conceptos, los alumnos desarrollan una tarea de ejercicios básicos de la lectura. De este modo el profesor parte de la base que los alumnos ya tiene ciertas nociones de los conceptos y ejercicios que verán en clases.**

**Luego se disponen de aproximadamente 20 minutos para desarrollar de forma individual ejercicios breves de dificultad intermedia, para esto el profesor entrega**

tecleras a cada estudiante, mediante la cual cada estudiante entregara su respuesta.

Las estadísticas de los resultados obtenidos, serán proyectados en tiempo real. El objetivo del profesor es medir el grado de dominio por parte de los estudiantes de los conceptos estudiados previamente. Se establece que si el 85% o más de los estudiantes responde correctamente el ejercicio, se asume que los conceptos y aplicaciones que abarca dicho ejercicio son comprendidos.

En el caso que el porcentaje sea menor, el profesor invocara a los grupos de trabajos, establecidos a principio de semestre, para que discutan y comparen respuestas. Para luego volver a indicar mediante las tecleras el resultado individual al cual llegaron después de la discusión grupal.

Si la situación se vuelve a repetir, de que el porcentaje es menor a 85%, el profesor presentara otro ejercicio similar y se trabajara en grupo para la resolución, hasta lograr la aprobación mayoritaria. En todo este proceso el docente cumple con el rol de facilitador, por lo que está en permanente circulación al interior de la sala de grupo en grupo, realizando pequeñas intervenciones para instaurar debate al interior de los grupos, con la finalidad de que los equipos visualicen o cuestionen los planteamientos generados, sin influenciar en las respuestas de ellos.

Posteriormente se desarrollan ejercicios ricos en contexto con el método IDEA en un tiempo estimado de 50 minutos. Donde los grupos deben trabajar de forma colaborativa, para resolver el problema planteado. Los materiales que se utilizan como plumones y pizarras, se vuelven imprescindibles ya que con ellos se puede exponer el trabajo realizado a los demás

**compañeros de clases. El rol del profesor al igual que en las otras actividades es de carácter pasivo.**

**Al finalizar la clase los últimos 15 minutos se utilizan para análisis general y conclusiones de la sesión. Donde los grupos que realicen exitosamente el planteamiento y resolución del problema, serán seleccionados por el profesor para la exposición de su trabajo, con el objetivo que los otros equipos de trabajo reciban retroalimentación. Esta intervención es de carácter participativo donde el profesor como el resto de la clase podrá debatir, respaldar o demostrar su apreciación del trabajo expuesto.**

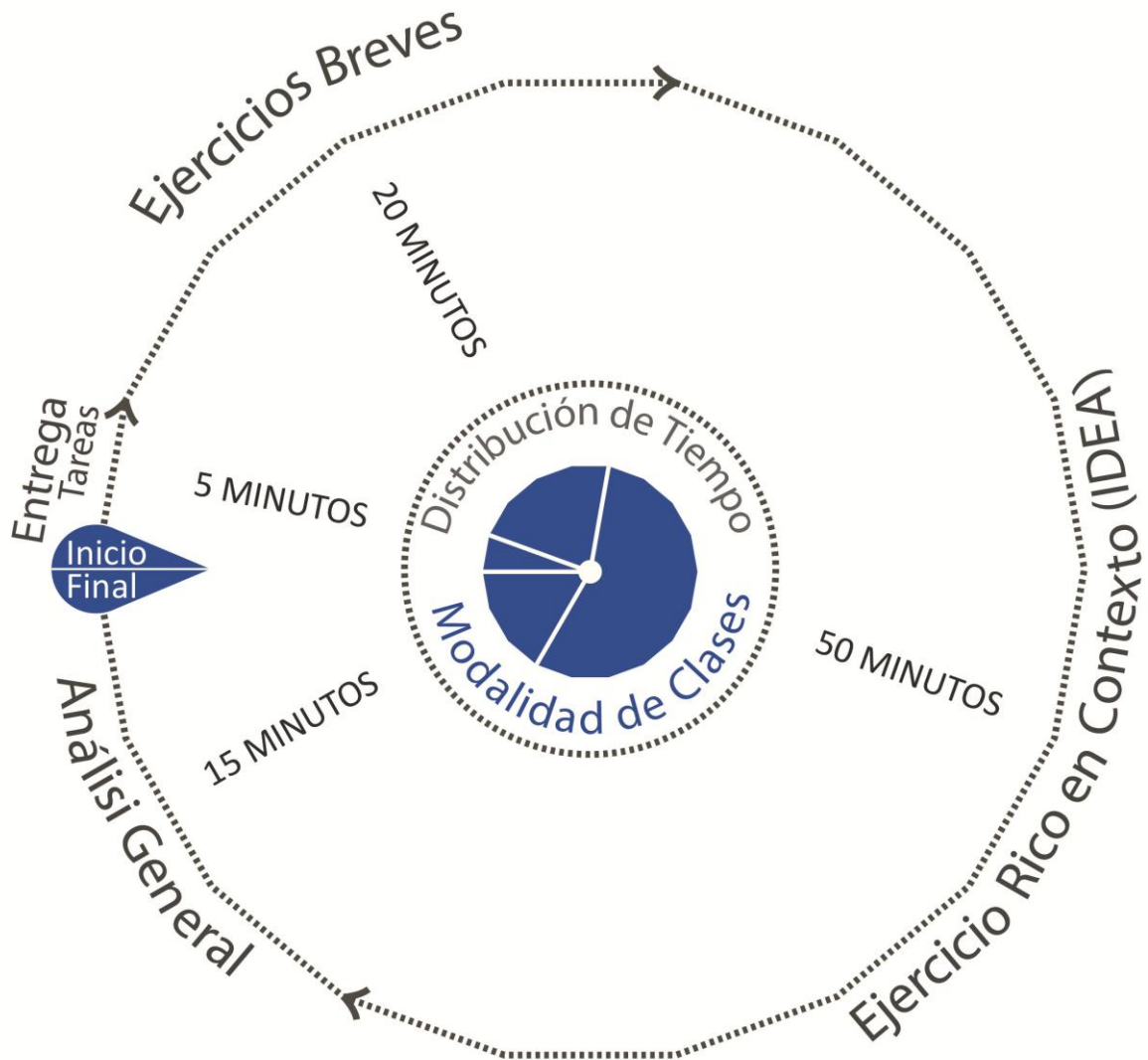


Imagen 2.4: Esquema explicativo de la Modalidad de Clases y su distribución del tiempo.

## Evaluación FIS100

La evaluación del ramo consta de tres certámenes (C1, C2 y C3), que componen la nota semestral (NS), de 20%, 25% y 30% cada uno y el 25% restante de la nota de final de semestre corresponde al promedio aritmético de los controles (PC) que se realizan a lo largo del semestre, con una escala de notas del 0 al 100.

$$NS = 0,2 \cdot C1 + 0,25 \cdot C2 + 0,3 \cdot C3 + 0,25 \cdot PC$$

Los alumnos que tengan un NS igual o superior a 55 aprobarán el ramo, en el caso de poseer un NS entre 50 y 54 los alumnos tendrán derecho a rendir el certamen global (CG) el cual equivale al 40% de la nota final y el otro 60% es la nota semestral.

$$\text{Nota Final} = 0,6 \cdot NS + 0,4 \cdot CG$$

Siendo la nota final igual o superior a 55 el alumno aprobará el ramo. Si el alumno no

cumple con ninguno de los casos anteriores reprobará el ramo.

Los certámenes están compuestos de dos partes, la primera parte son preguntas con alternativas y la segunda parte son problemas de desarrollo.

## Espacio de Clases

El espacio donde se lleve a cabo una clase con esta metodología toma un rol relevante para el éxito de la implementación, por lo que se han desarrollado salones para el Aprendizaje Centrado en el Estudiante, conocidos como salones ACE, estos tienen como objetivo articular las experiencias internas de innovación pedagógica, potenciar los ambientes de aprendizaje, la infraestructura y las condiciones de operación para el mejoramiento de la retención y la aprobación.

Estos salones cuentan con **mobiliario apropiado**, en este caso en particular son

mesas redondas que incentivan la participación y comunicación en los equipos de trabajo, por lo que cada salón cuenta con alrededor de 4 a 6 mesas redondas, las cuales pueden agrupar 3 grupos de 3

personas. Además cuentan con 3 proyectores con sus respectivos telones, los cuales generan una triangulación visual lo que permite que todos los alumnos de la sala puedan visualizar el material expuesto.



*Imagen 2.5: Imagen de uno de los salones para el Aprendizaje Centrado en el Estudiante*



*Imagen 2.6: Salón ACE, se aprecia la triangulación visual presente en cada una de estas salas de clases*

### 2.3.2 MATEMÁTICAS

La asignatura de matemáticas I (MAT011), imparte para las carreras de Ingeniería en Diseño de Productos (IDP) y Construcción Civil (CC). Esta es una asignatura que se describe como teórico práctica de carácter básico, mediante la integración de conceptos de álgebra, trigonometría y geometría analítica, suministra los fundamentos del lenguaje matemático, conceptos básicos y técnicas propias del cálculo diferencial para funciones reales de variable real.

Los resultados de aprendizaje que se esperan lograr en esta asignatura son:

- Desarrollar la capacidad de razonamiento lógico, de abstracción y de generalización, con el fin de enriquecer el rigor y precisión en el manejo de los conceptos y teoremas.
- Identificar los teoremas y proposiciones más relevantes y enunciarlos apropiadamente, distinguiendo sus

condiciones de hipótesis y alcance de sus resultados.

- Aplicar conceptos, lenguajes y herramientas matemáticas de las áreas del álgebra, la trigonometría, la geometría analítica y el cálculo para resolver problemas del mundo real.
- Resolver problemas provenientes de los ámbitos físicos, ingenieriles, económicos u otros con herramientas del cálculo diferencial, el álgebra elemental y la trigonometría.
- Analizar e interpretar resultados valorando la eficiencia en la búsqueda de la solución.

El año 1998 se aprueban los programas de las asignaturas MAT011, MAT012, MAT013, MAT014 Y MAT015 esta es una serie que no conduce la licenciatura en ciencias de la ingeniería.

## 2.4 CAMBIOS

El ramo de Matemáticas I mencionado anteriormente, se ha impartido durante 16 años y no ha sufrido modificaciones en su contenido ni en las metodologías de implementación. A pesar de que las herramientas de evaluación para el ingreso a la universidad se modificaron, al igual que los contenidos mínimos exigidos en la enseñanza media y otros factores que impactan directamente en el ramo.

### 2.4.1 DE PAA A PSU

La Prueba de Actitud Académica más conocida como PAA fue una prueba usada por las universidades en Chile desde 1966 al 2002, con el fin de poder ordenar a los postulantes de acuerdo con el puntaje obtenido y con ello uniformar el proceso de selección y matrícula a la educación superior.

La PAA se componía de dos partes y su rendición era de carácter obligatorio: La

primera era la Prueba de Aptitud Verbal que constaba de 75 preguntas y un tiempo de dos horas para resolverla, la segunda parte era la Prueba de Aptitud de Matemáticas la cual consistía de 60 preguntas y un tiempo de una hora y cuarenta y cinco minutos para su resolución.

Además se rendían las Pruebas de Conocimientos Específicos (PCE), la rendición de estas pruebas dependía de los requisitos de cada universidad y carrera. Las pruebas eran las siguientes:

- PCE de Matemáticas (50 preguntas; 2:30 h)
- PCE de Biología (50 preguntas; 2 h)
- PCE de Química (40 preguntas; 1:45 h)
- PCE de Física (40 preguntas; 1:45 h)
- PCE de Ciencias Sociales (60 preguntas; 1:45 h)
- PCE de Historia y Geografía de Chile (60 preguntas; 1:30 h)

Los porcentajes que la Universidad Federico Santa María requería en cada prueba eran de: 10 % en historia y geografía, 10% en verbal, 40% en matemáticas y 20% en la específica de matemáticas. Mientras que se le asignaba un porcentaje de 20% a las notas de enseñanza media.

El 2003, se implementa de forma transitoria la Prueba de Selección Universitaria (PSU) antes de la implementación del nuevo Sistema de Ingreso a la Educación Superior (SIES), pero hasta la fecha este no ha sido aplicado, convirtiéndose la PSU en la reemplazante de la PAA.

La PSU es un test estandarizado escrito para el proceso de admisión a la educación Universitaria. La PSU al igual que la PAA es utilizada por las universidades pertenecientes al CRUCH y otras universidades privadas adscritas al sistema, para la selección de sus futuros alumnos. Esta es una prueba que mide conocimientos, por lo que es necesario de una preparación anual para adquirirlos,

reforzando lo aprendido en la educación media y practicando ejercicios mecánicos para lograr un buen puntaje

Esta prueba de selección universitaria consta de cuatro pruebas:

- Dos obligatorias:
  - Lenguaje y Comunicación
  - Matemáticas.
- Dos optativas:
  - Historia y Ciencias Sociales
  - Ciencias: Esta prueba se divide en dos secciones un módulo común de Biología, Química y Física, que corresponde a la materia vista entre 1° medio y 2° medio, y tres módulos electivos de los que se elige uno entre Biología, Química y Física, referido a la materia vista en 3° y 4° medio.

La elección de cual o cuales de las pruebas optativas se rendirá depende de la carrera y

a que universidad se postulara, ya que algunas piden una de estas pruebas y otras cualquiera de las dos.

Las exigencias o requerimiento que la USM tiene respecto de la ponderación porcentual de la PSU más las notas de enseñanza media y el ranking de notas son:

- NEM 20%
- Ranking Notas 20%
- Lenguaje y Comunicación 10%
- Matemáticas 40%
- Ciencias o Historia y Ciencias Sociales 10%

Estos son los actuales requisitos que un postulante a la USM debe cumplir, en comparación de los requisitos a los cuales estaban sometidos los postulantes que rindieron la PAA hay una evidente disminución en los contenidos de matemáticas. La PCE de matemáticas obligaba a los aspirantes a poseer

conocimientos más específicos para poder tener un puntaje que le permitiese ser seleccionados.

#### **2.4.2 PLANES Y PROGRAMA ENSEÑANZA MEDIA**

La Ley Orgánica Constitucional de Enseñanza (LOCE) fijo los objetivos generales y requisitos mínimos de egreso tanto de la enseñanza básica como la de enseñanza media. Dicha ley señala que por decreto supremo del Ministerio de Educación debe establecer los objetivos de cada uno de los años de estudio tanto de enseñanza básica como media, además de los contenidos mínimos obligatorios que proporcionen el logro de los objetivos planteados.

En el decreto N°220 de 1998 se modificaron los planes y programa de estudio para la Enseñanza Media. Donde se cambiaron los Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios. Este fue el primer gran

cambio en los planes y programas que sufrió la educación media, donde específicamente en matemáticas se ha evidenciado que diversos contenidos ya no están en los programas actuales como son Matrices, Determinantes, Números Complejos, Límites, Continuidad y Derivadas (con polinomios), Lógica proposicional, Teoría de Conjuntos, Relaciones, Demostraciones en Geometría, Combinatoria, entre otros. Además de otros contenidos que perdieron profundidad como lo son: Funciones, Trigonometría, Geometría analítica, inecuaciones con valor absoluto, inecuaciones cuadráticas. Mientras que se incluyeron otros como: Comprensión del medio, Estadística y un poco de Probabilidad.

Son estos cambios tanto de objetivos como de contenidos los que afectan en el programa MAT011 debido a que este se ideó y diseñó a base de otros conocimientos mínimos que debe poseer un alumno de primer año.

### 2.4.3 ALUMNOS UTFSM

Los estudiantes que ingresan a la Universidad Técnica Federico Santa María en su mayoría provienen de fuera de la región de Valparaíso alcanzando un 60%. (Predrals) En su primer año “Los jóvenes tienen que pasar por una adaptación que no solamente es académica también es en lo personal” (Celin Mora, Coordinador Docente Plan Común de la Universidad Técnica Santa María). Es por esto que se ven expuestos al impacto que significa pasar del colegio o liceo a la universidad, la adaptación a este cambio de ritmo es uno de los procesos fundamentales para el éxito académico de los alumnos, este proceso incluye la generación de redes de apoyo tanto familiares, como de amistades y grupos de estudios, además de técnicas de estudios eficientes, enfocado en el manejo del tiempo. Son estos factores con los cuales el estudiante genera bases para poder enfrentar la vida académica de forma exitosa.

A este proceso se le añade hitos que afectan de forma positiva o negativa a los estudiantes, estos son los resultados de la primera ronda de certámenes, a los cuales se ven enfrentados, que son de ciencias básicas como: matemáticas, física, química o programación. Este es un punto de inflexión donde si los resultados son favorables para los alumnos genera una motivación y una validación de sus capacidades como estudiante. Por el contrario al recibir resultados negativos el alumno se enfrenta a sus primeros fracasos académicos, los cuales pueden desencadenar una inseguridad con respecto a las capacidades de enfrentar los requisitos de la universidad o bien lo pueden tomar como una advertencia de que en algo están trabajando de forma errónea. (Pedrals, Coordinadora Punto de Encuentro UTFSM)

# **CAPÍTULO 03**

## **MATEMÁTICAS E IDP**



## CAPÍTULO 3 MATEMÁTICAS E IDP

### 3.1 ALUMNOS DE INGENIERÍA EN DISEÑO DE PRODUCTOS

Según el informe de autoevaluación de la Carrera de Ingeniería en Diseño de Productos, el alumno que postula a la carrera **idealmente debe cumplir con un perfil** que tiene cuatro dimensiones como son:

- **Interés por la creatividad y la innovación:** se espera que el postulante tenga la capacidad de generar ideas propias, las cuales desemboquen en productos y servicios novedosos. Además se desea que los estudiantes posean destrezas técnicas y expresivas.
- **Curiosidad por la vinculación entre Ciencia y Tecnología:** se espera que el estudiante se motive por entender a través de la física y las matemáticas, los conceptos que modelan los fenómenos existentes en la realidad.

- **Motivación por Trabajar en Equipo:**

En la etapa formativa de la carrera, el alumno se verá enfrentado a una serie de trabajos y proyectos, los cuales se dirigen a ser debatidos y ejecutados en equipos de trabajo. Por lo que se espera que los alumnos que ingresen a la Carrera tengan la motivación e interés por llevar a cabo interacciones de este tipo, además deben ser capaces de entender la existencia de diferentes estilos de liderazgo y la necesidad de ciertos proyectos a ser resueltos desde la discusión de puntos de vistas, exposición de ideas y el trabajo organizado entre varias personas.

- **Predisposición para Asumir**

**Desafíos:** Se espera una actitud abierta y receptiva para responder ante la imposición de desafíos y una capacidad de asumir los riesgos

propios del proceso de búsqueda, debido a que la Carrera persigue generar nuevas respuestas, lo que lleva al estudiante a buscar diversos caminos de solución.

Las esperanzas mencionadas de las características ideales que debe poseer un postulante para ingresar a la Carrera, se contraponen con la realidad puesto a que no siempre un alumno poseerá todas las características mencionadas ó bien puede tener alguna de ellas. Cabe añadir que además de poseer un perfil de estudiante que le permita desenvolverse con éxito en los ramos específicos de la Carrera, se presentan los estilos de aprendizaje que un alumno puede tener, según el modelo desarrollado por Felder-Silverman existen 4 dimensiones de estilo de aprendizaje que son:

- **Sensitivo – Intuitivo:** Se refiere a como el estudiante percibe la nueva

- información respecto a su entorno. El estudiante sensitivo se apoya en sus sentidos y prefiere los hechos y la observación, mientras que los intuitivos se apoyan en su memoria y pactan fácilmente los procesos de abstracción.
- Visual – Verbal: Este se refiere al canal de comunicación preferente del estudiante. El alumno visual retiene mejor las imágenes, diagramas, películas y los verbales retienen mejor lo que oyen y leen.
  - Activo – Reflexivo: Se refiere a la forma en que el alumno trata la información para producir su conocimiento. Los estudiantes activos necesitan hacer algo con la información, como discutir con otros o trabajar en grupos. Por otro lado el estudiante reflexivo le gusta trabajar reflexionando acerca de la información y generar su

conocimiento solo pensando analíticamente.

- Secuencial – Global: Es la forma que tiene el estudiante de construir y organizar su conocimiento. El estudiante secuencial piensa de forma lineal y ordenada aprendiendo paso a paso y es un pensante convergente. Mientras que el global para construir su conocimiento necesita entender el “todo” antes de usar la información.

Según aplicación masiva del cuestionario de estilos de aprendizaje de Felder-Silverman al interior de la UTFSM el 60% de los alumnos son visuales, además en el ámbito activo-reflexivo un 37% de ellos son activos mientras que un 56% se encuentran en una zona de equilibrio, esto genera un escenario positivo para implementar metodologías activas ya que un 93% de los alumnos compatibilizaría con este estilo de aprendizaje. (“Los estilos de aprendizaje en estudiantes de ingeniería”, C. Mora)

**Como se menciona anteriormente los alumnos que llegan a la UTFSM poseen estilos de aprendizaje que les permiten desenvolverse con facilidad en ramos que implementen metodologías activas, por lo que este hecho se puede utilizar para complementar y reforzar el perfil deseado por la Carrera, consolidando las dimensiones de Curiosidad por la vinculación entre Ciencia y Tecnología, Motivación por Trabajar en Equipo y Predisposición para Asumir Desafíos, todo esto a través de la implementación temprana de metodologías activas.**

### **3.2 CLASES DE MATEMÁTICAS**

Actualmente al interior de la Universidad Técnica Federico Santa María las clases de Matemáticas, específicamente las de MAT011, se llevan de forma tradicional esto conlleva a que al interior de la sala de clases la disposición tanto del mobiliario, como el espacio y la atención de los alumnos está

centrada en el profesor, con el fin de orientar el aprendizaje de los alumnos.



*Imagen 3.1: Sala de clases de la UTFSM para modalidad tradicional.*



*Imagen 3.2: Aprendizaje tradicional. La imagen superior corresponde a una sala de clases del siglo XX, mientras que la inferior muestra una cátedra de matemáticas en la Universidad Técnica Santa María.*

Como se representan en las imágenes 3.2 no se aprecian grandes cambios en la modalidad tradicional a excepción de la incorporación de un proyector a la sala de clases, la cual se utiliza de forma complementaria para la clase expositiva que realiza el profesor. Por lo que la modalidad de docencia tradicional contempla el discurso del profesor, textos de apoyos para cada alumno, listado de ejercicios, entre otros, donde el aprendizaje es orientado por el profesor con el objetivo de que el estudiante domine contenidos teóricos, responder a preguntas y en algunos casos específicos mediante experiencias de laboratorio pueda asegurar sus conocimientos.

Las clases de matemáticas se realizan 5 veces a la semana en sesiones que duran aproximadamente 90 minutos donde existe una preparación de la clases sobre los contenidos que el profesor expondrá en la sesión, pero no existe una estructura que distribuya los tiempos de intervención ya sea

tanto del profesor o de los alumnos, como de las actividades.

Cabe destacar que el comportamiento del alumno en una clase tradicional es pasivo limitándose a tomar apuntes, que realmente es una copia de lo que el profesor plasma en la pizarra, y de vez en cuando interviene realizando preguntas. Esto conlleva a que existen tiempos muertos donde los alumnos se dedican a copiar simplemente lo escrito en la pizarra y no logran un entendimiento de la materia que se les está transmitiendo, además al ser clases monótonas y continuas hay veces que los alumnos no prestan atención, se distraen o se duermen en las extensas sesiones de clases.

La modalidad tradicional de clases limita el comportamiento de los alumnos, los cuales como se menciona anteriormente un 93% de ellos poseen un estilo de aprendizaje activos, en especial los alumnos de IDP tienden a sintonizar de forma positiva con metodologías

activas. Esto se puede ver reflejado en la progresiva disminución de los porcentajes de reprobación en los alumnos de IDP, pasando de un 40% el año 2010 a un 12% en el 2013, en la asignatura de Introducción a la Física donde se han estado implementando estos tipos de metodologías.

Cabe destacar que la UTFSM ha implementado las metodologías activas en cursos introductorios donde estudiantes que al inicio del semestre son comparativamente más débiles que los estudiantes más aventajados demostrando y comprobando que al final del semestre, estos estudiantes, han logrado resultados similares a los estudiantes aventajados. (Modelo integrador para una docencia que promueve el aprendizaje activo en primer año de ingeniería en la UTFSM, A. Aizman) Con todo lo anterior se puede proponer una iniciativa de cambio en la forma como se están impartiendo las asignaturas de matemáticas.

### 3.3 ÍNDICES DE MATEMÁTICAS

Desde el año 2009 al 2013, a sola excepción el primer semestre 2011 (que fue un semestre anómalo debido a la paralización de estudiantes donde se detectaron varias bajas de alumnos debido a la congelación o des-inscripción de la asignatura). Los segundos semestres no se consideran en este estudio debido a que la asignatura es tomada en su mayoría por alumnos repitentes, por lo que los datos no reflejan la realidad que se presenta en los primeros semestres.

En este periodo de tiempo estudiado, un total de 382 alumnos de las carreras de Ingeniería en Diseño de Productos y Construcción Civil han Matemáticas I, de este total un 56% ha reprobado, como se muestra en el gráfico 1, esto equivale a 215 alumnos que han fracasado en su primer intento.

En los cuatros semestres mencionados un total de 147 alumnos de IDP han rendido la

asignatura y de estos sólo 58 han aprobado, mientras 89 han reprobado. Esto refleja una alta tendencia a la reprobación llegando a un 61%. Esto se puede visualizar en el gráfico 2, por lo que se concluye que en particular, para los alumnos de Ingeniería en Diseño de Productos se tiene un bajo rendimiento en esta asignatura, razón que este estudio trata de responder a sus causas y las necesidades para mejorar esta situación.

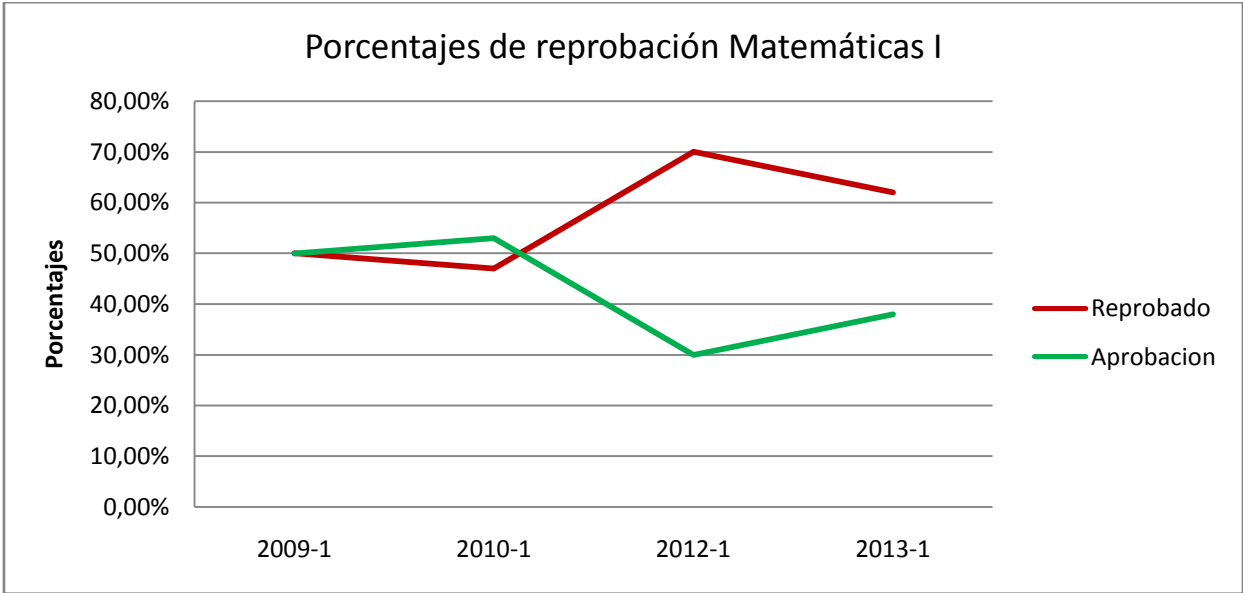


Gráfico 1: Elaboración propia

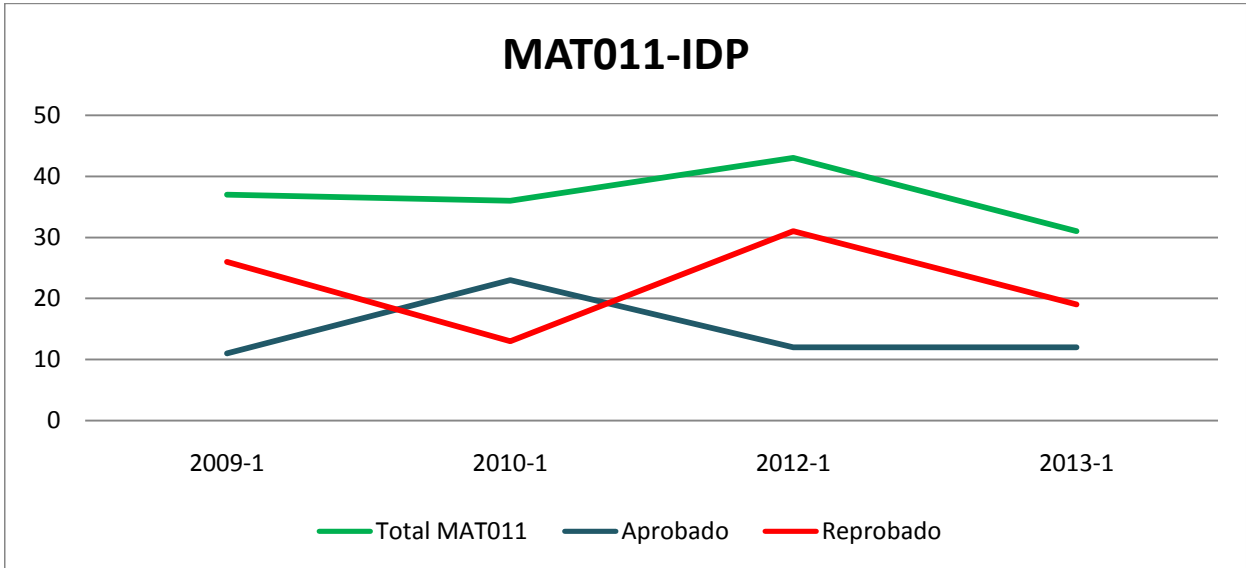


Gráfico 2: Elaboración propia

### 3.4 INICIATIVAS PARA ALUMNOS DE IDP

Por los evidentes bajos resultados en la asignatura de matemáticas, se han producido iniciativas que buscan apoyar al alumno IDP en sus estudios en el área de las matemáticas. Una de ellas es el proyecto “Escenarios de Aprendizaje Activo, para la Enseñanza de Ciencias Básicas, Incorporación de Podcast como Apoyo al Refuerzo de Contenidos en las Asignaturas MAT – 011 y 012 (USM-OEA)”. El cual apunta a orientar el manejo de tecnologías de la información, masivas y portátiles, hacia escenarios de aprendizaje activo en la enseñanza de Ciencias Básicas, en particular de las Matemáticas de primer año de las carreras de ingeniería de la USM.

Esta experiencia se avala por el proyecto MECESUP FSM0812, para el desarrollo de un Sistema de Microcontenidos de Video (Podcast), que constituyo una tecnología que entrega la posibilidad que el alumno a través de dispositivos móviles, revise en cualquier

momento videos de corta duración respecto de contenidos de la asignatura de matemática, complementando la metodología tradicional de clases y aportando desde dos perspectivas: Contribuir a la optimización de la calidad del aprendizaje, mediante la complementación del aprendizaje “dentro el aula”, con la transmisión de estímulos para el aprendizaje en el tiempo “fuera del aula”, tomando ventaja de esta última condición, con el fin de reforzar conocimientos de forma ágil, activa y amigable. Además fortalecer la disminución de brechas cognitivas entre la formación secundaria y universitaria en Ciencias Básicas, con el fin de reducir los impactos negativos originados por el desconocimiento de conceptos básicos.

Este proyecto se llevó a cabo en colaboración entre Ingeniería en Diseño de Productos y el departamento de Matemáticas de la Universidad Técnica Santa María, los videos de ese proyecto se pueden encontrar en el reproductor en línea Youtube en el canal “SweetNumbers”.



Imagen 3.3: Podcast “El valor absoluto”

### 3.5 MÓDULO DE MATEMÁTICAS ACTIVAS

Durante el primer semestre del 2014 en conjunto con el profesor Daniel Erraz Magíster en Ciencias de la Ingeniería Electrónica y profesor del departamento de Matemáticas y de Electrónica de la UTFSM, se llevó a cabo el **Modulo de “Progresiones y Sumatorias”** en la asignatura de matemáticas a alumnos de Ingeniería en Diseño de Productos, para este módulo se definió que se utilizarían metodologías activas y se realizaría en 8 sesiones de clases de Lunes a Jueves durante 2 semanas.

En la planificación del módulo se evidencia que existe materia que se enseña en otras asignaturas pero con un nomenclatura diferente lo que desemboca en una confusión para el estudiante al momento de pasar de una asignatura a otra, por lo que se definió en conjunto con el profesor Erraz que en este modulo se utilizaría la misma nomenclatura que se les transmite a los alumnos en el ramo de Programación, el cual están cursando en paralelo a MAT011, debido a que las progresiones y sumatorias forman una parte fundamental a la hora de enfrentar la asignatura de Programación.

Al definir que en este módulo se utilizarían metodologías activas, tales como “aprendizaje basado en problemas” y “aprendizaje colaborativo”, se detectó que existían necesidades para poder satisfacer estas nuevas metodologías, como la formación de grupos de trabajo, espacio de trabajo y recursos a utilizar.

## Espacios de Trabajo

Los espacios a utilizar son la sala ACE del segundo piso del CIAC (Centro Integrado de Aprendizaje en Ciencias Básicas) y la sala Espacio 3 del edificio Matta, estos salones de clases se utilizarán para las sesiones activas los que corresponde a 4 clases semanales, donde una vez a la semana se utilizará el salón Espacio 3 y el resto de los días el salón ACE.

El salón ACE donde se desarrolló el módulo está equipada para trabajar con metodologías activas por lo que cuenta con 4 mesas redondas de aproximadamente 2 metros de diámetro por lo que tiene una capacidad máxima para albergar a 36 alumnos, estas mesas están energizadas en el centro permitiendo que los alumnos conecten sus dispositivos electrónicos, además cuenta con una estación de trabajo



*Imagen 3.4: Salón ACE utilizado en la realización del módulo.*



*Imagen 3.5: Espacio 3 en sesión de clases de matemáticas activas.*

para el profesor, 4 LCD de 40", pizarras de 100x60 [cm] para cada grupo de trabajo y un proyector con su respectivo telón.

El Espacio 3 del edificio Matta es una sala de clases para trabajo activo de clases por lo que cuenta con 4 mesas AXÓN las cuales tienen una capacidad para albergar cómodamente a 9 personas, 4 proyectores y sus telones en las esquinas de la sala.

### **Grupos de Trabajo**

El primer semestre del 2014 un total de 26 alumnos de IDP tomaron la asignatura de MAT011, al inicio del semestre se les aplicó una prueba de diagnóstico la cual se utiliza como base para la formación de grupos equilibrados, esta prueba de diagnóstico clasificó a los estudiantes en tres grupos: alumnos débiles, semi-aventajados y aventajados, por lo que cada equipo de trabajo está conformado por 3 integrantes uno de cada clasificación.

### **Recursos**

Para la realización del módulo se definieron un mínimo de materiales didácticos para el trabajo en clases, estos tienen como misión apoyar al trabajo colaborativo que se genera al interior de los grupos de trabajo, algunos de estos materiales son:

- 1 Notebook por grupo
- 1 Pizarra por grupo
- Plumones
- Borrador
- Calculadora de uso personal

En cada notebook utilizado en los equipos de trabajo debe tener instalado los software Excel, GeoGebra, Raptor y Python.

A parte de los recursos utilizados por los alumnos también existen una serie de recursos necesarios para el profesor estos son notebook con los correspondientes software (Excel, GeoGebra, Raptor y Python) y un captador de imagen.

## Sesión introductoria

Antes del módulo de progresiones y sumatorias se realizó una sesión de clase activa en la cual se introdujo una nueva metodología de trabajo en matemáticas. En esta sesión activa por primera vez los grupos formados trabajan de forma colaborativa, además se les entregan las indicaciones relacionadas al trabajo colaborativo como lo fueron: la disposición de los grupos por mesa, que el trabajo a realizar es de forma colaborativa, que poseen libertad para hablar entre ellos, que las relaciones interpersonales sean de forma educada, que es más relevante escuchar al profesor que mirarlo y finalmente que al inicio de cada sesión activa deben tener los implementos de trabajo (pizarra, plumones y notebook) listos en sus mesas.

Esta sesión de clases posee 5 hitos relevantes para su desarrollo, las cuales son:

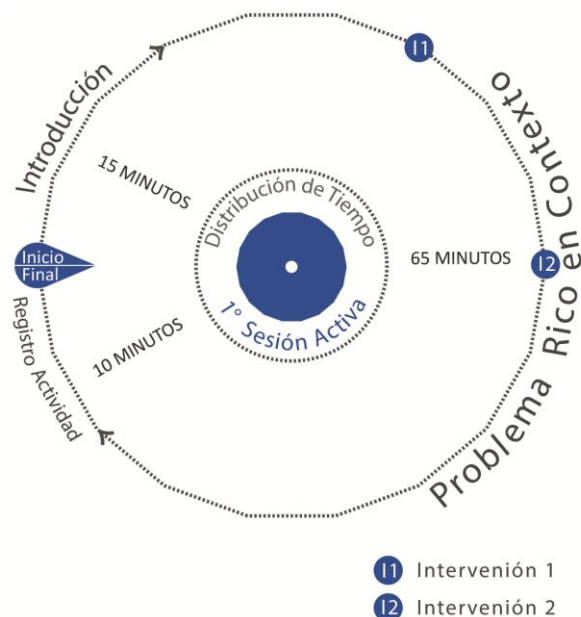


Imagen 3.6: Esquema explicativo de la distribución de tiempo y los hitos relevantes en la introducción a las sesiones activas.

- Introducción a nueva modalidad de trabajo
- Presentación e inicio de la actividad
- Primera intervención
- Segunda intervención
- Fin de la actividad y registro fotográfico.

En esta sesión de trabajo a cada grupo se le entrega una hoja con la actividad a realizar, que en este caso es un problema rico en contexto, el cual se proyecta y el profesor lo lee en voz alta para luego dejar que los equipos de trabajo procedan a resolverlo.



*Imagen 3.7: Alumnos de IDP trabajando en su primera sesión activa en matemáticas.*

El profesor en conjunto con un ayudante realizan una continua supervisión de los grupos, pasado 15 minutos y teniendo claro cuál es la mayor dificultad de los grupos el profesor realiza la primera intervención y resuelve algunas dudas, en esta intervención

el profesor utiliza un captador de imagen, de fabricación artesanal, para proyectar la información que le será útil a todos los grupos.



*Imagen 3.8: Captador de imagen artesanal, compuesto por un soporte de lámpara y una webcam utilizado en las intervenciones.*

Luego de 15 minutos de trabajo realiza la segunda y última intervención, pasado 65 minutos de trabajo colaborativo se finaliza la actividad con una pequeña presentación de 2 grupos donde los alumnos deben explicar

cómo resolvieron el ejercicio. Finalmente se realiza un registro fotográfico de cada grupo y sus respectivas pizarras para la posterior evaluación del desarrollo.

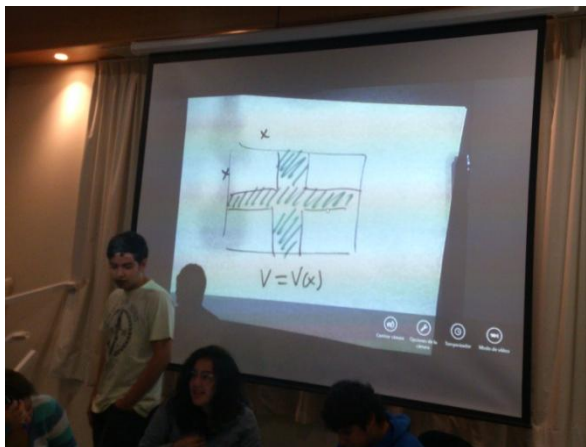


Imagen 3.9: *Proyección de la intervención realizada por el profesor*



Imagen 3.10: Panorámica del salón ACE utilizada en la primera clase activa de los alumnos de IDP, en el centro de la imagen se puede apreciar al profesor Daniel Erraz junto al ayudante Felipe Muñoz coordinando la primera intervención.

## Módulo de Progresiones y Sucesiones

Los contenidos que se vieron en este módulo se distribuyeron en 8 clases como se indica a continuación:

Sesión 1: Ejemplo de patrones aritméticos.

- Introducción a las progresiones aritméticas (PA):  $a_1$ ,  $d$  y  $N$
- Índice  $i$
- Deducción del término general:

$$a_1 + d \times (i - 1)$$

- Lenguaje tabular en Excel

Sesión 2: Ejemplo de patrones aritméticos.

- Lenguaje gráfico en Excel
- Curva de mejor ajuste y parámetro de determinación  $R^2$
- Deducción fórmula sumatoria
- Fórmula general PA

$$S = \frac{a_1 + a_N}{2} = \frac{N}{2} (2a_1 + d(N - 1))$$

- Fórmula primeros naturales:  $S = \frac{N(N+1)}{2}$



Sesión 3: Problema Puente del Alamillo.

*Imagen 3.11: Imagen utilizada en la Actividad Colaborativa.*

- Actividad Colaborativa
- Medición de una PA con Geogebra utilizando una imagen del Puente Alamillo.

Sesión 4: Ejemplo patrones aritméticos.

- Introducción a diagramas de flujo
- Diagrama de flujo para generación de una PA y cálculo de la suma.
- Ejecución de una PA en Raptor
- Traducción y ejecución en Python

### Sesión 5: Ejemplos de patrones geométricos.

- Introducción a la Progresión Geométrica (PG), parámetros:  $a_1$ ,  $r > 0$  y  $N$
- Término general  $a_i = a_1 \times r^{i-1}$
- Lenguaje tabular y gráfico en Excel. Curva de ajuste y  $R^2$
- Clasificación de la PG según comportamiento

### Sesión 6: Fractales de Cantor, Sierpinski y Koch.

- Fórmula para la suma de una PG:

$$S = a_1 \frac{1 - r^N}{1 - r}$$

- Límites de la PG cuando  $n \rightarrow \infty$
- Límite de la suma para la PG convergente, fórmula:  $S_\infty = \frac{a_1}{1-r}$
- Aplicación a geometría y fractales

### Sesión 7: Problema de apilamiento

- Sucesiones general
- Símbolo  $\Sigma$  y propiedades generales de la sumatoria.
- Sumatoria de los cuadrados
$$S = \frac{N}{2}(N + 1)(2N + 1)$$
- Cálculo analítico de sumatorias
- Programación de sumatorias en general

### Sesión 8: Problema Rico en Contexto (PRC)



Imagen 3.12: Imagen entregada a los alumnos como ayuda para la resolución del PRC

PRC: “La Universidad se ha comprometido este año 2014 con una campaña de reciclaje y ha encargado a tu Departamento encargarse de los envases de aluminio. Para

dar visibilidad a la campaña han decidido hacer una exposición al aire libre con latas de bebidas, jugos y cervezas de 350cc, mostrando una sucesión de estructuras con triángulos fractales de Sierpinski. Para el sábado subsiguiente ya está comprometida la llegada de un camión con aproximadamente 70 kilos de latas. El proyecto es de gran magnitud y dado que forma parte de la cabeza del mismo, es necesario definir el espacio, hacer una planilla de insumos, estimar costos y formar equipos designando sus roles, como la selección, limpieza y secado de las latas, acondicionamiento del espacio, diseño y construcción de soportes, armado, montaje, difusión de la exposición, etc. Será fundamental entonces, estimar la altura de la estructura triangular mayor pues entre muchas otras cosas, probablemente habrá que arrendar y montar andamios.”

## Sesiones Activas del Módulo de Progresiones y Sumatorias

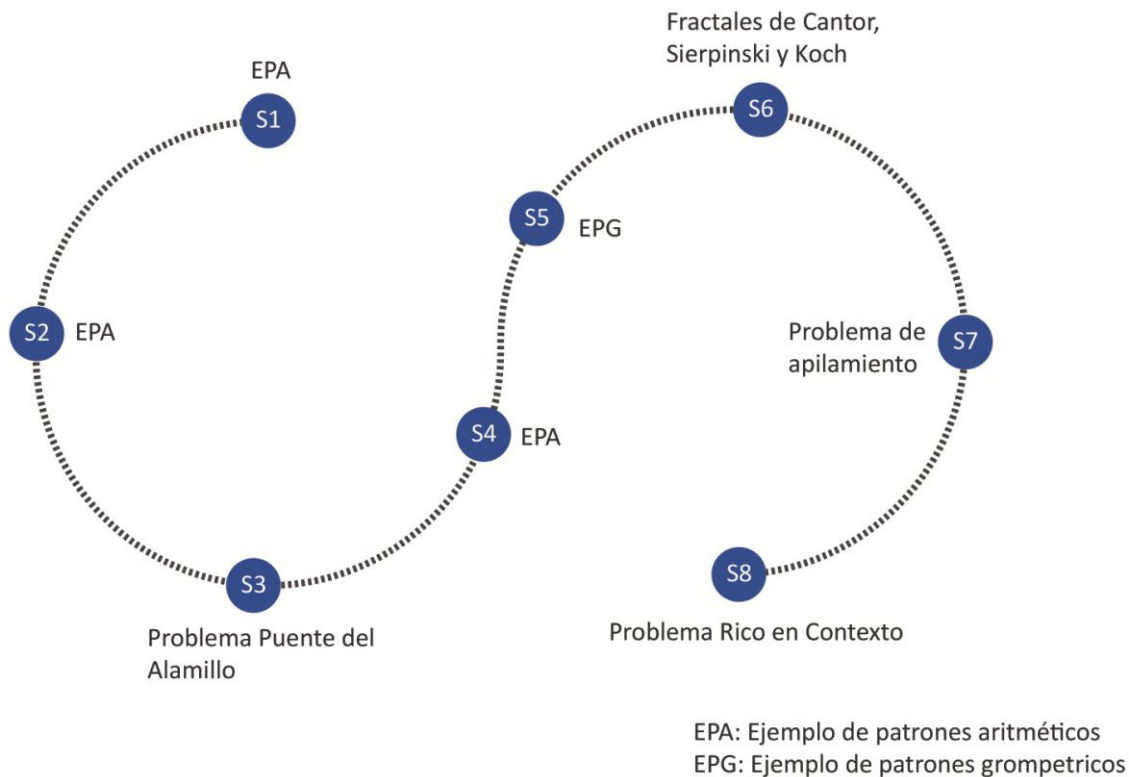


Imagen 3.12: Esquema resumen de las sesiones del Módulo de Progresiones y Sumatorias.

## ANÁLISIS MÓDULO

### Alumnos

En las primeras 2 sesiones activas se detectó una torpe incorporación y aceptación tanto del trabajo colaborativo como del uso de las nuevas herramientas a disposición.



*Imagen 3.13: En las imágenes se evidencia el uso de cuadernos de apuntes.*

Se evidencia que en la primera sesión de clases, se les dejó en claro que no era necesario el uso de cuadernos para tomar apuntes y que todo el trabajo que realizarían

se plasmaría en las pizarras que poseían, pero aun así insistían en tomar apuntes y resolver los ejercicios en los cuadernos, pasada la tercera sesión los mismos alumnos comprendieron que las nuevas metodologías requerían de que utilizaran las nuevas herramientas entregadas. Esto no significó un retraso o entorpecimiento en el desarrollo del módulo, pero si **demuestra que no existe una complicación en la aceptación por parte de los alumnos a nuevas metodologías de trabajo, se requiere de un proceso de adaptación corto y una comprensión por parte del alumno del cambio propuesto.**

### Espacio de trabajo

Como se expone previamente en el desarrollo del módulo se utilizaron 2 salones de clases los cuales poseen características diferentes, la más evidente es el tipo de mesas que se encuentra en cada una de estas salas, acompañadas de las sillas, en el

salón ACE las mesas tienen una altura de 73 centímetros versus los 90 de la mesa Axón, esta variación de altura más el tipo de silla existente en cada sala impacto directamente en el comportamiento de los alumnos a esto se le debe agregar la iluminación y acústica de los salones. En el caso del salón ACE el comportamiento de los alumnos es tranquilo incluso a ratos se apreció que algunos de ellos se dormían por momentos, esto se debe a que las sillas son muy cómodas y proporcionan un mayor descanso de lo deseado además la iluminación artificial es muy cálida.

Un efecto de la altura del mobiliario que se detecto fue la incomodidad para realizar intervenciones en los grupos por parte del profesor en el salón ACE donde las mesas al tener una altura menor requería que el profesor se inclinara en demasía para poder conversar con los alumnos.



*Imagen 3.14: En el Espacio 3 se utilizaron  $\frac{1}{4}$  de pliego en reemplazo de las pizarras.*

Por otra parte en el espacio 3 se detectó un comportamiento más activo de los alumnos llegando al punto de entorpecer el flujo de la clase, este comportamiento se le puede atribuir a que las sillas no permiten un exceso de comodidad además la iluminación de la sala es fría lo que conlleva a que los estudiantes estén más alertas a los que sucede en su entorno.

**De estas situaciones detectadas se extrae para impartir clases con metodologías activas el mobiliario toma un rol importante debido a que permite que los estudiantes trabajen de forma**

**colaborativa, facilitan la interacción alumno-profesor además condicionan el comportamiento de los alumnos en las sesiones de clases esto se complementa con la iluminación existen que puede potenciar o disminuir un comportamiento activo.**



*Imagen 3.15: Alumnos en el Módulo de Progresiones y Sucesiones en salón ACE.*

### **Conexión con otras asignaturas**

En el desarrollo de este módulo se experimentó la vinculación entre la materia correspondiente a Matemáticas con la materia que los alumnos estaban estudiando

en la asignatura de Programación esto se realizó a través de la aplicación de las progresiones y sucesiones por medio del software Python. Esta vinculación se inicia con la introducción de los diagramas de flujo y la generación de progresiones aritméticas con ellos, para luego realizar una traducción de lenguaje, desde diagramas de flujo a Python, y finalmente su aplicación.

**A pesar que intencionalmente se relacionaron asignaturas los propios alumnos previamente relacionaron la materia de Matemáticas no solamente con la Programación también lo vincularon con la Física, esto evidencia que al utilizar una nomenclatura estándar para las ciencias básicas para los alumnos es más fácil relacionar y conectar las materias de diferentes asignaturas.**

### **Conclusiones del Módulo**

**El Módulo de Progresiones y Sucesiones realizado en la asignatura de matemáticas**

está destinado a provocar grandes cambios en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es el inicio de un posible cambio al interior de la Universidad Técnica Federico Santa María el cual se puede tomar como una experiencia de aprendizaje tanto para los alumnos como para los profesores interesados en realizar futuras actividades similares.

De este módulo se puede rescatar que es necesario tener un entendimiento de cómo el espacio de trabajo y los instrumentos a utilizar son determinantes en el correcto desarrollo de una sesión de este tipo puesto que impactan directamente en el alumno y profesor, por lo que al generar estos espacios de trabajo se debe tener presente cuales son las intenciones que se quieren lograr tanto en el comportamiento de los alumnos y profesor como de la comodidad que el mobiliario entrega con

el fin de generar una experiencia de aprendizaje.

Por otra parte se evidenció que los alumnos necesitan tener una introducción a la nueva modalidad de trabajo, debido a que han tenido una base formativa de tipo tradicional, donde ellos puedan comprender como y en qué consiste el trabajo colaborativo además del por qué se utilizan recursos pedagógicos diferentes a lo que están acostumbrados.

# **CAPÍTULO 04**

## **REFERENTES**



## **CAPÍTULO 4**

### **REFERENTES**

#### **4.1 TECNOLÓGICO DE MONTERREY**

El Tecnológico de Monterrey, coloquialmente llamado Tec de Monterrey, es una Universidad Mexicana privada, la cual nace de la iniciativa del empresario Eugenio Garza, constituyendo una sociedad civil sin fines de lucro en 1943, con el fin de auspiciar al instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

El propósito del Tecnológico de Monterrey es formar personas que se conviertan en agentes de cambio dispuestos a ser competitivos, para el beneficio de todos. Esta visión intentan lograrla a través de una formación integral para desarrollar las “nuevas habilidades” que requieren sus alumnos.

##### **4.1.1 MODELO EDUCATIVO DEL TECNOLÓGICO DE MONTERREY**

Con el fin de responder a las demandas educativas que surgen de los cambios sociales, económicos, laborales, científicos y

tecnológicos, el Tec de Monterrey el 2005 publica su “Misión hacia el 2015”, donde establece que labor que se deberá cumplir dentro de estos 10 años, apunta a la necesidad de redefinir el modelo educativo del Tecnológico de Monterrey.

Este modelo educativo está compuesto de seis áreas: programas académicos, procesos de enseñanza y aprendizaje, técnicas didácticas, programas de internacionalización, actividades curriculares y tecnologías de información y comunicaciones como apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje.

Los **programas académicos** del Tec de Monterrey se estructuran de acuerdo con los siguientes ámbitos:

- **Núcleos Básicos:** Los que están conformados por materias comunes para las carreras profesionales de una misma área; estas materias son obligatorias y están ubicadas en los

primeros semestres de los planes de estudio correspondientes. Con los núcleos básicos se establecen las bases científicas para que los estudiantes opten a una de las opciones de especialización que ofrece la universidad. Las opciones que tienen núcleo básico corresponden a las áreas de administración, ciencias de la salud, ciencias sociales, humanidades, ingeniería y tecnologías de la información.

- **Áreas de Especialidad de las Carreras Profesionales:** con los cursos de especialidad, según la opción de cada alumno, se adquieren los conocimientos y habilidades propios de su profesión.
- **Formación Humanística y Ciudadana:** este marco está constituido por cursos que tienen como objetivo promover una formación humanista que permita

desarrollar un pensamiento crítico y un sentido ético de la responsabilidad frente a uno mismo y ante los demás, la diversidad cultural y el entorno natural.

Los **procesos de enseñanza y aprendizaje** es la característica más relevante dentro de este modelo, donde se exige a los alumnos un papel activo en el proceso de aprendizaje, debido a que constituyen el conocimiento a partir de su propia experiencia y de la reflexión de esa experiencia, bajo la guía y dirección de un profesor. Mediante este papel activo del estudiante se pretende generar la capacidad de investigar y aprender por cuenta propia, así como el interés y compromiso por mantenerse actualizados a lo largo de su vida profesional.

Los procesos de enseñanza y aprendizaje enriquecen de manera significativa el aprendizaje de los alumnos al incorporar conocimientos relevantes y significativos,

actividades que promueven la colaboración, la autogestión del aprendizaje por parte de los alumnos y la evaluación y retroalimentación frecuente del progreso de los alumnos.

Las actividades académicas se caracterizan por utilizar **técnicas didácticas**, con las que los alumnos trabajan en analizar y resolver problemas del mundo real. El uso de las técnicas didácticas incrementan la formación curricular de los alumnos sobre un enfoque práctico y profesional que requiere trabajo en equipo y participación activa.

El valor didáctico de estas técnicas utilizadas en el Tecnológico de Monterrey son:

- Abordar los contenidos de un programa a base de un escenario crítico real relacionado con la vida profesional, lo que entrega el estudio en profundidad de los conocimientos que se requiere para ofrecer una respuesta fundamentada.

- Se estructuran al ciclo de aprendizaje auto-gestionado por los alumnos.
- Permiten organizar las actividades del curso de manera que cada una es requisito para rendir la siguiente, entregando sentido y significado a todo el proceso.
- Alternan de manera balanceada las actividades de trabajo individual, en pequeños grupos y en sesiones globales.
- Estimulan la reflexión en los alumnos sobre lo que hacen, cómo lo hacen y qué resultados logran.

**Algunas de las técnicas didácticas utilizadas son:**

- **El aprendizaje Colaborativo**
- **Método de casos**
- **Aprendizaje orientado a proyectos**
- **Aprendizaje basado en problemas**



*Imagen 4.1: En la imagen se muestra una sesión de clases de ciencias básicas del Tecnológico de Monterrey en donde las mesas miden 120 centímetros.*



*Imagen 4.2: Intervención de un alumno donde exhibe a la clase sus resultados del trabajo realizado.*

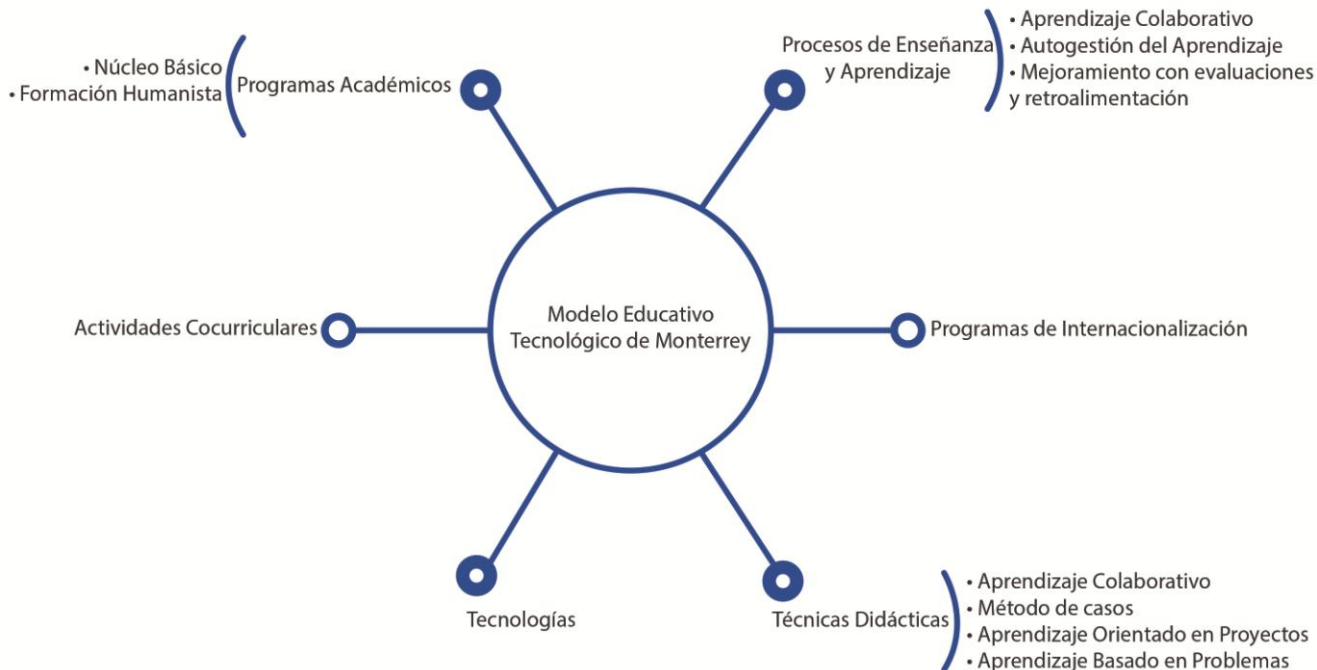
Otro componente del modelo educativo es el programa de intercambio o de internacionalización, el cual tiene como objetivo que los estudiantes enriquezcan su vida académica mediante experiencias más globales, a través del intercambio académico, cultural y lingüístico.

Además se encuentran los **programas cocurriculares** que pretenden generar una formación integral de los estudiantes entregando la oportunidad de participar voluntariamente o en forma estructurada, en programas extra-programáticos. Estos abarcan las áreas de educación física, difusión cultural, liderazgo estudiantil y formación social.

Finalmente las **tecnologías** de la información y comunicación que se utilizan como apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje se dividen en dos partes. La primera son las plataformas tecnológicas como Blackboard, que es una plataforma de educación

electrónica que administra el aprendizaje en línea, y WebTec, que apoya el proceso de enseñanza y aprendizaje de los cursos a través de su portal de internet por el cual se accede a información importante para los cursos, que se encuentran a disposición de los profesores y alumnos.

La segunda parte son los recursos de apoyo e infraestructura tecnológica las cuales además de fomentan el uso de las plataformas tecnológicas, permite que los profesores puedan incorporar a sus cursos el uso intensivo de los siguientes recursos: la biblioteca digital del Tec de Monterrey, colecciones digitales de información, laboratorios con tecnología digital de punta y software de multimedios y especializado. Los cuales enriquecen el aprendizaje de los estudiantes.



*Imagen 4.3: Esquema del modelo educativo del Tecnológico de Monterrey (Elaboración Propia)*

## 4.2 OLIN COLLEGE OF ENGINEERING

Olin College of Engineering es una Universidad privada estadounidense relativamente joven la cual se ha destacado por su continua búsqueda por entregar a sus alumnos una mejor educación, a través de su plan de estudio el que se basa en la combinación de tres áreas; ciencias básicas, fundamentos de la ingeniería, espíritu empresarial y artes dando forma a su modelo educacional conocido como “Triángulo de Olin”. Este toma sentido al combinar sus aristas puesto que el Olin College plantea que es necesario un conocimiento práctico de la ciencia y las matemáticas, en conjunto con un constante vínculo entre las empresas y sus alumnos para que estos puedan desarrollar y entender el vocabulario de los negocios tempranamente. Finalmente consideran que las artes son necesarias para el desarrollo de los ingenieros debido a que deben poseer una alta capacidad creativa, diseño e innovación, ya que no se puede

diseñar lo que no se puede imaginar. (David Kerns, 2001)

Olin se centra en realzar la creatividad a través de una comunidad colaborativa, donde involucran a los alumnos entregándoles un papel protagonistas de su proceso de aprendizaje, proporcionándoles un ambiente tranquilo donde buscan generar que trabajen de forma colaborativo, compartan diferencias y se respeten unos con otros.



*Imagen 4.4: Alumnos del Olin College trabajando de forma colaborativa.*

Lo que hace diferente a Olin es que pretenden que los alumnos sean co-creadores de los proyectos que llevan a cabo los docentes, lo que genera un ambiente

estimulante para los alumnos donde deben continuamente buscar nuevas formas de resolver las problemáticas presentadas.

Uno de los programas donde se ven involucrados profesores y alumnos en el área de investigación en docencia es el programa SEER (Summer Experience in Education Research) donde buscan entender y mejorar la experiencia educativas de los estudiantes de ingeniería.

SEER tiene como objetivo avanzar en este proyecto proporcionando a los estudiantes de pregrado y a los profesores la oportunidad de formar parte de una comunidad de aprendizaje en la enseñanza de la ingeniería. El programa se centra la investigación y actividades formativas que en forma colaborativa desarrollan profesores y alumnos participes además incluye un corto curso de investigación en metodologías educacionales lo cual proporciona a los estudiantes una nueva perspectiva en el

campo de la ingeniería y en su propia experiencia educativa.

### **4.3 MUSEO DE LAS CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

Universum es el Museo de las Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, es el primer museo en México y uno de los primeros en América Latina dedicado a promover la ciencia y tecnología.



*Imagen 4.2: Frontis del Museo de las Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México*

Para las exhibiciones permanentes cuenta con 13 salas principales con diversos temas

como: Un planetario, La Exhibición de la Mariposa Parákata, Plantas Medicinales, Salas de Biodiversidad, Matemáticas, entre otras. Con la misión de contribuir a la formación de una cultura científica y tecnológica, además de generar un interés en la sociedad por la ciencia y tecnología, el museo diseña exhibiciones con un lenguaje simplificado y presentaciones atractivas. Es así como a través de experiencias vividas al interior del museo se ha desarrollado el concepto de Estimulación Múltiple de los Sentidos (EMS).

Este concepto de Estimulación Múltiple de los Sentidos plantea que se ha acumulado un amplio conocimiento sobre los sentidos y sus funciones, lo cual se puede aprovechar para diseñar estrategias de estimulación, con el propósito de atraer a los estudiantes hacia un ambiente o a un modelo didáctico que les brinde la oportunidad de entrar en contacto con un fenómeno o conocimiento, lo cual logra proporcionar una **experiencia**

**significativa de conocimiento.** El proceso permite construir conocimiento nuevo, confirmar algo que se haya presentado de manera formal o informal en la sala de clases o en otras actividades de esparcimiento.

El EMS considera que la respuesta de un observador es directamente proporcional a la intensidad del estímulo recibido, por lo que se debe tomar en cuenta los niveles de estimulación que se pueden manejar al interior de una sala de clases o una sala de museo de ciencias. Por lo que plantea que los estímulos en una sala deben ser de bajo nivel de intensidad con el fin de sólo atraer la atención, sin perturbar a otros grupos todo esto son estímulos que pretenden dirigir y guiar a los participantes hacia la observación de alguna acción. Es por esto que es conveniente la posibilidad de combinación de varios estímulos dirigidos a diferentes sentidos, los cuales se pueden presentar simultáneamente o de manera secuencial durante la experiencia, con el objetivo de

atraer y mantener la atención de los participantes en el sitio donde se generara la construcción de conocimiento. Con lo que se inicia el momento de la observación-acción, donde los sujetos se van involucrando cada vez más en las acciones de participación. Guiando así a los estudiantes a construir el conocimiento significativo de forma natural. (Palacios 2005)

#### 4.4 ANÁLISIS DE REFERENTES

Se puede apreciar que mediante un modelo educativo integral, el cual genera una combinatoria de factores influyentes en el aprendizaje de los estudiantes, se puede lograr un aprendizaje efectivo y duradero en los alumnos. Cabe añadir la importancia de la estimulación de los sentidos en los alumnos para generar experiencias significativas de conocimiento, lo cual ayuda a generar o validar conocimiento a largo plazo.

Son estos dos referentes que permiten extraer componentes esenciales para la

generación de conocimientos como lo son: las técnicas didácticas, los procesos de enseñanza y aprendizaje, la tecnología, los programas académicos y los estímulos.

#### Conclusiones

De los referentes se puede extraer que para generar conocimiento duradero en los alumnos es necesario que se involucren en una **experiencia de aprendizaje significativo** la cual los alumnos logren validar y generar nuevo conocimiento.

Como se evidencia en los dos primeros referentes el **trabajo colaborativo** tanto en entre pares como entre alumno y profesor toma un rol relevante en el proceso de formación de una estudiante, esto reafirma que la modalidad de trabajo colaborativo expuesta en el Módulo de Progresiones y Sucesiones, descrito en el capítulo anterior, se puede utilizar en alguna experiencias posteriores que pretendan utilizar esta clase de metodologías activas.

# **CAPÍTULO 05**

## **MODELO**



## **CAPÍTULO 5**

### **MODELO**

A lo largo de esta investigación se detectan 3 factores relevantes que coexisten y tienen relaciones vinculares que entregaran una respuesta a las problemáticas previamente detectadas, estos son: la Universidad Técnica Federico Santa María, el ramo de matemáticas 011 y los alumnos de Ingeniería en Diseño de Productos.

#### **5.1 ALUMNOS**

Un punto relevante en el cual se pretende impactar directamente es en los alumnos, en particular en su desempeño académico en el ramo de matemáticas I. Es por esto que se detecta que los nuevos integrantes, no tan solo de la Carrera de Ingeniería en Diseño de Productos sino que también en el resto de los estudiantes que ingresan a la UTFSM presentan características y recursos diferentes a los alumnos que ingresaban hace 7 o 8 años atrás, esto se debe a que actualmente los estudiantes que ingresan a la Universidad nacieron posteriormente a 1990,

según Prensky las personas nacidas después de este año se denomina como “Nativos Digitales”, personas que desde temprana edad se han rodeado por las nuevas tecnologías (computadores, videojuegos, celulares, etc) y los nuevos medios de comunicación que consumen masivamente, por lo cual han desarrollado otra manera de pensar y de entender el mundo.

Esto evidencia que el actual estudiante presente en la Universidad, tiene una forma diferente de relacionarse con la información y sus pares, el simple hecho de buscar y compartir información ha cambiado, además del cómo se consume está un ejemplo de esto es la masiva digitalización de textos de estudio o la generación masiva de videos tutorial de cualquier ámbito. Cabe destacar que la sociabilización, entre los estudiantes ha cambiado, los trabajos grupales ya no se realizan convergiendo todos los integrantes en algún lugar físico, las plataformas virtuales se están utilizando como medio de reunión.

Son todas estas nuevas formas de desenvolverse en el mundo actual que generar un tipo diferente de estudiante, acostumbrado a interactuar con el mundo a través de una pantalla, lo cual permite que la **inclusión de tecnologías al aula de clases no sea un hecho impactante** para los alumnos.

Otro tema relevante en el desempeño de los estudiantes es la motivación presente en ellos. Para generar una motivación positiva es necesario que los objetivos que los estudiantes tienen sean reforzados a través de diversos factores esenciales los cuales son:

- Valor: Es la cualidad o utilidad que el alumnos le entrega a un ramo o asignatura. Si un alumno le asigna un bajo valor a un ramo este se verá poco entusiasmado por este, de lo contrario la motivación por cursar el ramo se verá aumentada.

- Expectativas: Esta se divide en las expectativas de resultado, que es la convicción que tiene un estudiante que mediante acciones específicas generara un resultado deseado, y las expectativas de eficacia son el convencimiento de que el alumno es capaz de ejecutar un curso de acciones como identificar, organizar, iniciar y ejecutar para obtener un resultado esperado. Por lo que para obtener una motivación positiva es necesario que el estudiante no solo debe creer que cumpliendo con el trabajo asignado obtendrá resultados favorables, además debe creer que tiene las capacidades suficientes para lograr sus metas.
- Apoyo: Es la percepción de apoyo del entorno que tiene el estudiantes, este proviene por parte de la institución, de los profesores y de sus pares. Si la sensación de apoyo de alguno de

estos componentes es débil las expectativas de éxito se varan disminuidas y por ende caerá la motivación. De lo contrario si el estudiante se encuentra con un contexto solidario hacia él la motivación aumentara.

- Otros: Estos factores se les denominara como no controlables debido a que no tiene una relación directa con la que acontecen al interior de la sala de clases o en la universidad pero si impactan, ya sea positiva o negativamente, en la motivación de los alumnos.

Cada uno de estos factores (valor, expectativas y apoyo) impactan directamente en los objetivos que un alumno pueda tener frente a algún asignatura, según como sea este impacto (a favor o encontrar) se verá qué tipo de motivación se presentara en los estudiantes negativa o positiva, en consecuencia es ideal generar una

estabilización de los factores controlables, como un apoyo positivo del medio a través de la ayuda de configuración de grupos de trabajo o generar instancias de sociabilización entre alumnos y profesores, con el fin de que el alumno se desenvuelva con un alto interés y motivación en el transcurso del ramo, a esto se le denominará como **ARMONÍA MOTIVACIONAL**.

## 5.2 UTFSM

En el capítulo 1 se menciona que *son los ingenieros los que ayudan a dar forma al futuro a través de las herramientas y tecnologías para llevar las ideas a la realidad*. De lo anterior se extrae que para que los ingeniero logren llevar ideas a la realidad es necesario que tengan una capacidad de **imaginación** que le permita producir propuestas diferentes e innovadoras como soluciones para la vida cotidiana.

Como se ha evidenciado en capítulos anteriores la Universidad Técnica Federico

Santa María tiene una alta exigencia en el ámbito de las ciencias, son éstas a las que se les entrega una *visión asociada a una especie de positivismo, con su exigencia de no dejarse tentar por lo que no sea la observación y la percepción directa, clara e indubitable de los fenómenos, rechazando así totalmente la imaginación como recurso de conocimiento*. (Guzmán, 2004) Esto se aleja de lo que realmente es la ciencia ya que para el científico toma relevancia el factor imaginación la cual le brinda la capacidad de elaborar modelos coherentes que pueden dar explicaciones, un ejemplo de ello es la abstracción que debe realizar un científico al trabajar con entidades y efectos que no se ven.

No es que se rechacen los aspectos empíricos y lógicos de la ciencia, más bien de un reconocimiento a la imaginación y creatividad como parte esencial de la ciencia. Esto lleva a concluir que en la formación de ingenieros además de establecer bases

científicas fuertes es necesario cultivar la imaginación y creatividad en ellos, con el fin de que puedan brindar respuestas innovadoras e inventivas a la sociedad, a lo cual se le llamará **INTENSIFICACIÓN DEL INTANGIBLE**.

### **5.3 MATEMÁTICA I (MAT011)**

Como se ha presentado en capítulos anteriores la metodología activa se puede sintetizar como un proceso en el que los estudiantes generan su propio conocimiento a base de temas propuestos por un guía en este caso el profesor. Se debe tener presente que la forma en cómo se presentan los tópicos a tratar en las sesiones de clases cobra un sentido relevante a la hora de trabajar con estas metodologías, por lo que la introducción de los tema debe ser generada mediante ejemplos de la vida cotidiana con el fin de utilizar las matemáticas para responder las dudas y lograr una comprensión del mundo a través de ella, esta

es la definición del concepto **ENTENDIMIENTO DE LA REALIDAD**.

### **5.4 EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO**

Los 3 conceptos de armonía motivacional, intensificación del intangible y entendimiento de la realidad, definidos anteriormente responden a necesidades detectas en el contexto de la UTFSM, esta necesidad detectada es la generación de una **EXPERIENCIA EDUCACIONAL**, de las conclusiones expuestas en el capítulo anterior se extrae que el tipo de experiencia en la cual los alumnos de la UTFSM deben estar involucrados es una **EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO**, por lo que a través de esta se manifestaran la armonía motivacional, la intensificación del intangible y el entendimiento de la realidad coexistan al interior de la sala de clases.

La **EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO (EAS)** es el proceso de

**adquisición de nuevo conocimiento a través de la observación, participación y sociabilización, donde se conecta conceptos preexistentes en el sujeto con nueva información.**

Para que lo anterior se pueda llevar a cabo se establecen 3 bases necesarias para que esta se produzca estas son:

- **Transferencia:** Es la capacidad de vincular información nueva con conocimientos anteriores que posea el sujeto, esto implica que las nuevas ideas o conceptos que se le estén proporcionando al estudiante puedan ser aprendidas de forma significativa en la medida en que logre relacionarlas con conceptos preexistentes.
- **Metacognición:** Planificación estratégica que un estudiantes utiliza para regula su propia actividad de aprendizaje, lo que lo lleva a

reflexionar sobre su propio conocimiento pasando de un aprendizaje pasivo a uno activo.

- **Estimulación:** Activación regulada de los canales de percepción de los estudiantes, estos se limitaran a estímulos visuales y auditivos.

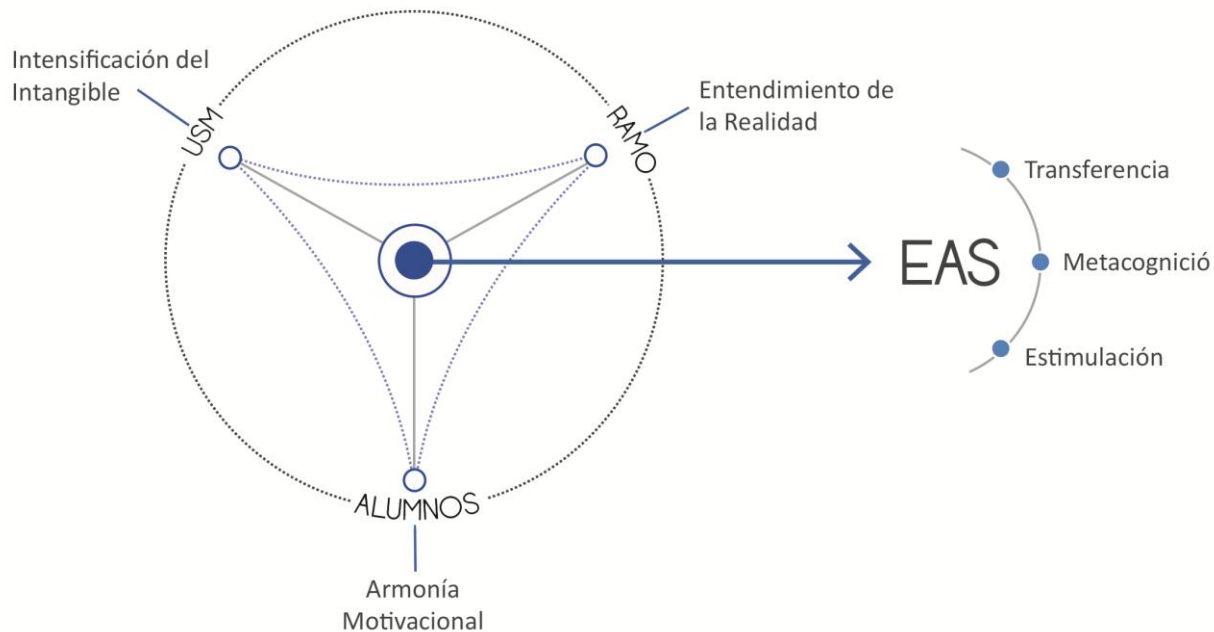


Imagen 5.1: Esquema gráfico de la Experiencia de Aprendizaje Significativo (Elaboración Propia)

## 5.5 DEFINICIÓN DE COMPONENTES

La transferencia más la metacognición y la estimulación son los puntos que establecen las condicionantes de cómo debe ser la experiencia de aprendizaje significativo al interior de la sala de clases, ahora para responder el cómo se va a lograr generar una EAS se extrae tanto del análisis de los referentes anteriormente mencionados y de las conclusiones a las cuales se llegó gracias al Módulo de Progresiones y Sucesiones, son estos dos focos los cuales ayudaran a establecer los pilares fundamentales para la propuesta de esta tesis, los cuales son:

- Tecnología
- Estímulos Didácticos
- Procesos de Enseñanza
- Metodología Activa
- Evaluaciones
- Espacios de Trabajo

### 5.5.1 METODOLOGÍA ACTIVA

Es la combinatoria entre diferentes metodologías activas, la cual está centrada en el estudiante, más los requerimientos mínimos de los espacios de trabajos necesarios para la implementación de estas. Las metodologías activas a utilizar serán principalmente el **TRABAJO COLABORATIVO, RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS RICOS EN CONTEXTOS Y ACTIVIDADES COLABORATIVAS.**

La base de las metodologías activas será el trabajo colaborativo se basa en la cooperación entre miembros de un grupo y la relación de igualdad que debe existir entre ellos, estos son procesos intencionales para alcanzar objetivos específicos por parte del grupo, con la ayuda de software específicos para dar soporte y facilitar el trabajo. Para esto es fundamental que exista una dinámica donde los alumnos deben ser mutuamente responsables con el fin de que las metas que

involucra todos los miembros del grupo sean alcanzada, por otra parte hay una clara responsabilidad individual de cada integrante para que el grupo alcance la meta final, además la formación de los grupos en el trabajo colaborativo es heterogénea en habilidades y características de los miembros, finalmente el trabajo colaborativo exige a los alumnos habilidades comunicativas, de relaciones simétricas y recíprocas además de un deseo de compartir la resolución de tareas.

Para la realización de los grupos de trabajo al inicio del curso se debe realizar una prueba de diagnóstico necesaria para la clasificación de los alumnos con la cual el profesor realizara la designación a grupos. Estos grupos a lo largo del transcurso de la asignatura estarán en constante evaluación a través de los resultados de los certámenes lo cual evidenciara si es

necesario o no una reorganización de los equipos de trabajo.

Los problemas ricos en contextos tienen como principal objetivo lograr en los alumnos habilidades como idear estrategias de razonamiento, efectuar análisis crítico de los resultados y adquirir criterios de evaluación. Estos problemas rescatan situaciones cotidianas de la vida las cuales se podrán relacionar con la materia de la asignatura, la resolución de estos problemas deberá ser de forma colaborativa en las sesiones de clases además según lo indique el profesor se utilizara el método IDEA, definido en el capítulo 2.

### **5.5.2 ESPACIO DE TRABAJO**

Las metodologías mencionadas requieren de un espacio de trabajo coherente a las necesidades que se generen al implementar estas nuevas modalidades de trabajo en clases, por lo que se debe tener presente que el **ESPACIO DE TRABAJO** es el medio por

el cual se pondrán en marcha la combinatoria de metodologías activas. Este al contrario de los salones tradicionales de clases focalizará la atención en los grupos de trabajos y no en el profesor, debe poseer factores ambientales (luz, sonido y temperatura) y una usabilidad del entorno que intencionalmente generen trabajo colaborativo al interior de los grupos además de facilitar la relación profesor /alumno

### 5.5.3 EVALUACIONES

La **ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN** es la herramienta a utilizar para comprobar el nivel alcanzado por el estudiante según los resultados de aprendizaje que se espera este logre alcanzar.

Al implementarse metodologías activas las cuales se centran en los resultados de aprendizaje del alumno dejando fuera los objetivos de aprendizaje ya que se busca que los estudiantes demuestren lo que saben hacer y no que conozcan los conceptos más

bien se requiere que el estudiante sepa qué hacer con ellos, es por esto que se debe tener claro cuáles serán los resultados de aprendizaje que se quieren generar y el cómo a través de una estrategia de evaluación evidenciar el logro. Esta estrategia de evaluación debe estar vinculada con lo que el alumno ha experimentado en clases según la metodología aplicada.

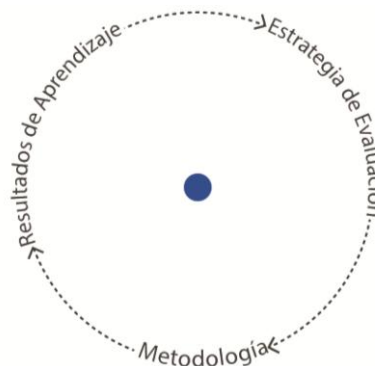


Imagen 5.2: Ciclo de la Estrategia de Evaluación

### 5.5.4 TECNOLOGÍA

Las tecnologías cumplirán un rol de facilitador de la interacción entre el alumno y la información que a este se le este

proporcionando. Concretamente se utilizarán bases de datos electrónicas, software especializado y dispositivos electrónicos que permitan el uso de las herramientas anteriormente enlistadas.

Los software que se utilizarán serán Excel, GeoGebra, que es un programa interactivo especializado en la enseñanza y aprendizaje a través de la interacción dinámica de la geometría, algebra, estadística y recursos de análisis y cálculo, y otros que se estimen necesarios para complementar la materia de los módulos del ramo. También se debe tener en cuenta que los software propuestos deben ser de fácil acceso para los alumnos, en el caso del Excel, perteneciente a Microsoft Office, la Universidad Técnica Federico Santa María cuenta con un portal web ([www.dcsc.utfsm.cl/](http://www.dcsc.utfsm.cl/)) donde se puede descargar de forma gratuita para los alumnos y en el caso del GeoGebra este es un software gratuito el cual se puede obtener a través del portal

[www.geogebra.org/cms/es/](http://www.geogebra.org/cms/es/). Cabe destacar que para el uso en clases de estos softwares siempre será necesario un notebook por grupo de trabajo como mínimo.

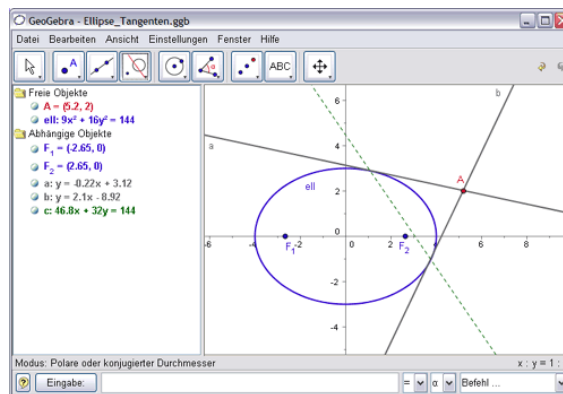


Imagen 5.3: Pantallazo del software GeoGebra.

Se deben considerar, además de los recursos que utilizara directamente el alumno, las herramientas tecnológicas que el profesor usar en el transcurso como notebook, proyectores y una cámara de video pequeña, que registrara ejemplos o anotaciones que el profesor proyectara.

Todas estas herramientas tecnológicas se utilizarán como apoyo en el proceso de

enseñanza y aprendizaje, esto no quiere decir que a lo largo del semestre o años solo se limitara al uso de los materiales planteados, por lo que las tecnologías deben tener una continua evaluación tanto de su efectividad en las clases como de los requisitos que presenten los alumnos.

### **5.5.5 Estímulos Didácticos**

Los estímulos didácticos es la construcción de actividades pedagógicas las cuales están dirigidas a activar los canales de percepción visuales y auditivos, esto puede ser de forma alternada o simultanea, lo que permitirá que los alumnos mediante estas actividades interactúen tanto de forma individual como grupal con el fin de generar conocimiento.

### **5.5.6 PROCESOS DE ENSEÑANZA**

El proceso de enseñanza requerirá de una rol activo por parte del alumno, con el que construirán el conocimiento a partir de su

experiencia y las reflexiones que realicen, bajo la guía de un profesor.

Este proceso permitirá mejorar de forma significativa el aprendizaje de los alumnos a través de los siguientes elementos:

- Generación de conocimientos relevantes y significativos
- Actividades que promuevan la colaboración
- Autorregulación del aprendizaje
- Conexión entre ramos

### **Generación de conocimientos relevantes y significativos**

La adquisición de un conocimiento significativo y profundo en los alumnos, se producirá mediante la vinculación de situaciones de la vida real con la aplicación de los contenidos. Esta forma de adquisición de conocimiento producirá que el estudiante le dé sentido al aprendizaje y lo motivara a

seguir aprendiendo, desarrollando capacidad de análisis, síntesis y evaluación, además de un pensamiento crítico y creativo, lo que conllevará a que los conocimientos adquiridos se retengan a largo plazo.

### **Actividades que promuevan la colaboración**

A través de estas actividades los alumnos podrán compartir los resultados de su trabajo individual con el resto de los miembros de su grupo además de interactuar con el profesor. De esta forma los alumnos consolidarán sus conocimientos y ayudarán a que sus compañeros mejoren los suyos. Lo cual ayuda en el crecimiento de los alumnos tanto a nivel personal y social.

### **Autorregulación del aprendizaje**

Mediante la autorregulación del aprendizaje los alumnos realizarán actividades como:

- Seleccionar, extraer y organizar la información de diferentes fuentes.

- Planear y administrar el proceso que le permitirán realizar las tareas impuestas.
- Controlar y regular los tiempos que requieran las actividades académicas.

Estas actividades permitirán que los alumnos puedan generar y gestionar su propio aprendizaje.

### **Conexión entre ramos**

A través de actividades pedagógicas se genera una vinculación entre las asignaturas de matemáticas, física y programación de forma intencionada, proporcionando a los alumnos de luces para relacionar conocimientos o conceptos de una asignatura con otra, con la finalidad de que el alumno pueda aprender de forma significativa.

## **5.6 ANÁLISIS**

Los factores expuestos se han presentado como bases para la generación de una experiencia de aprendizaje significativo y la

posterior evaluación de los resultados en el desarrollo de un aprendizaje activo, los cuales nacen a partir del análisis de una experiencia educativa y de referentes lo que permite una visualización de implementación del modelo, con el objetivo de ayudar a los estudiantes a obtener mejores resultados académico.

Esto se puede corroborar con los resultados preliminares de la asignatura MAT011 del grupo de estudio, compuesto por alumnos de la Carrera de Ingeniería en Diseño de Productos participes del Módulo de Progresiones y Sucesiones expuesto en el capítulo 3, los cuales obtuvieron en la primera evaluación un promedio de 53,6 en una escala de 0 a 100, cabe mencionar que para aprobar una evaluación los alumnos deben obtener como mínimo un 55, mientras que en la segunda evaluación aplicando algunos de los factores del modelo se obtuvo un promedio de 61,7. Si bien los resultados obtenidos son preliminares se puede hacer

una predicción del porcentaje de alumnos que tiene una alta probabilidad de reprobación la asignatura que es un 15% lo que significa un total de 4 alumnos. Estos resultados al compararse con los de años anteriores evidencian una disminución en el porcentaje de reprobación en la asignatura.

### **5.7 MODELO DE EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO Y EVALUACIÓN**

Mediante el análisis realizado y la definición de factores definidos, se presenta el modelo de Experiencia de Aprendizaje Significativo y Evaluación, el cual describe la implementación de metodologías activas en la formación inicial en el área de la ingeniería. Este modelo representará las variables bases que se necesitarán para la implementación, con el fin de obtener una experiencia de aprendizaje significativo.

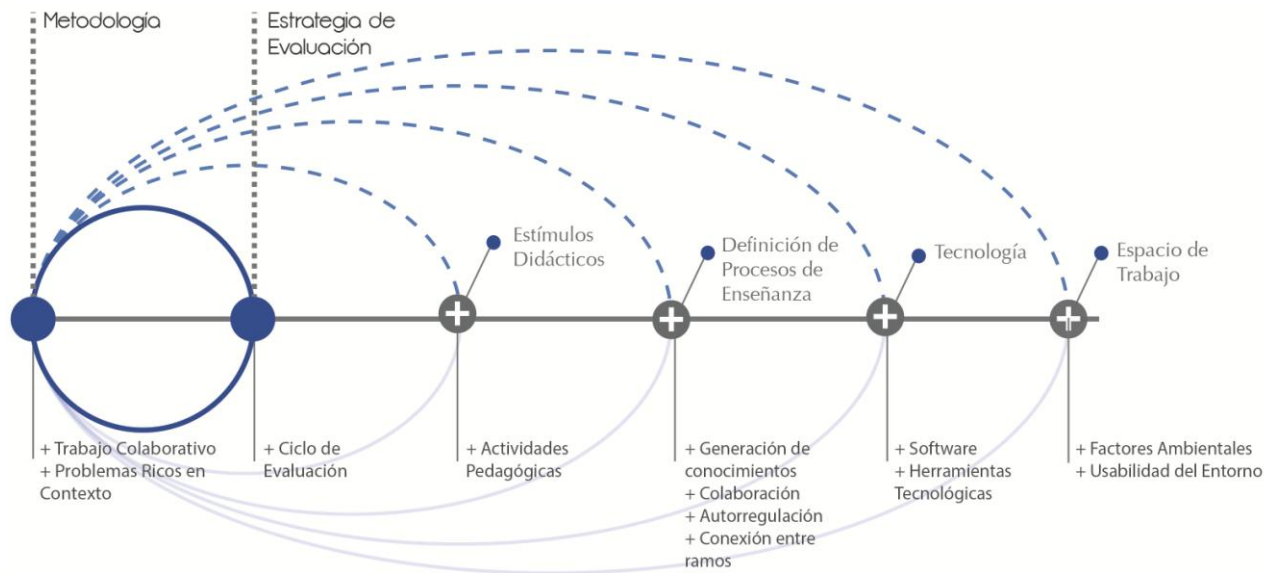


Imagen 5.4: Esquema gráfico del Modelo Experiencia de Aprendizaje Significativo y Evaluación (Elaboración Propia)

# **CAPÍTULO 06**

## **IMPLEMENTACIÓN MEASE**



## **CAPÍTULO 6**

### **IMPLEMENTACIÓN MEASE**

Para el desarrollo de este estudio se realizó una experiencia inédita al interior de la asignatura de matemáticas, denominada Módulo de Progresiones y Sucesiones expuesta en el capítulo 3, gracias a esta primera intervención se logró el uso de diferentes tipos de salas de clases las cuales intentan responder a las necesidades de aplicar metodologías activas como el trabajo colaborativo, por otra parte se establece una organización general de la experiencia donde se instauran los contenidos que se expusieron clase a clases, se incorporó la utilización de tecnologías y software como parte de las herramientas didácticas en el desarrollo de las actividades pedagógicas. Cada uno de los acontecimientos mencionados, al evaluarse a través del Modelo de Experiencia de Aprendizaje Significativo y Evaluación (MEASE) desencadena una serie de

## OPORTUNIDADES DE MEJORAS.

### 6.1 OPORTUNIDADES DE MEJORA

Al implementar de forma propositiva el MEASE se generan una serie de oportunidades de mejora estas son: establecer una estructura cronológica de las sesiones de clases, generar una introducción simple y clara de la modalidad de clases para los alumnos, considerar la usabilidad del recinto y del mobiliario en la relación profesor / alumno y descartar todo componente que entorpezca la implementación de las metodologías activas, todas estas proposiciones se clasifican en dos grandes áreas que son; **ORGANIZACIÓN DE LAS SESIONES DE CLASES Y COMPONENTES DE LOS ESPACIOS DE TRABAJO.**

Si bien estas dos áreas se contemplan en el MEASE no todas las variables del modelo dan respuesta de forma simultánea, es así como en la organización de las sesiones de clases se ven involucradas **la metodología, la definición de procesos de enseñanza y las estrategias de evaluación**, esta última variable es la que cobra una importante relevancia al momento de entregar una solución a la organización de las sesiones de clases, uno de los factores más relevantes de esta variable es el **ciclo de evaluación**, definido en el capítulo anterior, el cual exige una definición de los resultados de aprendizaje que se espera de los alumnos, son estos resultado de aprendizaje los cuales deben ser definidos por el departamento a cargo de la elaboración de la asignatura lo que impide realizar algún tipo de propuesta o sugerencia de acción.

La segunda oportunidad de mejora radica en los componentes de los espacios de trabajo los cuales al implementar el MEASE se ven

vinculados con las variables metodología, tecnología y de espacio de trabajo. **Para poder entregar respuesta a las oportunidades de mejora que se detectan se establecen una serie de sugerencias a través de pautas de acción que nacen de las variables.**

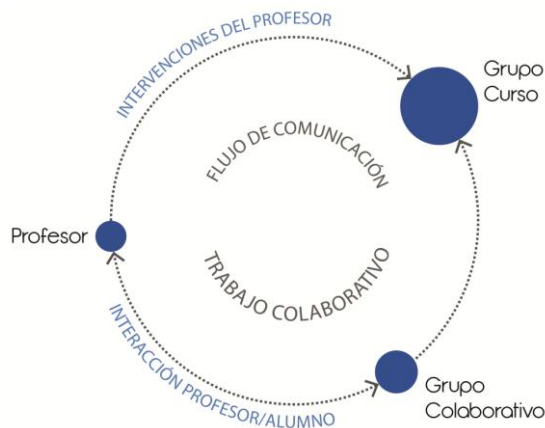
### Metodología

**En un inicio es requerido identificar las necesidades que se generan al implementar metodologías activa, en este caso particular las del trabajo colaborativo.**

En este caso particular se detecta la necesidad de establecer una comunicación efectiva en las sesiones de clases. La comunicación de la información se genera en dos niveles el primero es a nivel de grupo curso y el segundo es a nivel del grupo colaborativo, compuesto por tres integrantes. En el primer nivel el flujo de comunicación va

desde el profesor a la totalidad del curso y desde los grupos colaborativos al curso, mientras que en el segundo nivel el flujo de comunicación se da entre el profesor y los grupos colaborativos.

De los flujos de comunicación definidos se evidencia la existencia de una **interacción profesor/alumnos** y de **intervenciones del profesor**, estas interacciones se transmiten a través de canales de comunicación virtuales y directos (voz).



*Imagen 6.1: Esquema gráfico del flujo de comunicación.*



*Imagen 6.2: Intervención del profesor hacia el grupo curso.*



*Imagen 6.3: Interacción Profesor / Alumno*



*Imagen 6.3: Intervención del profesor utilizando un captador de imagen artesanal.*

## **Tecnología**

Para que la tecnología cumpla con su rol facilitador en la intervención del profesor, se propone que en cada una de las mesas de trabajo de los alumnos se posicione un captador de imagen especializado como el EPSON DC-11 Document Camera obteniendo resultados y ventajas

asociadas a esta tecnología, esta cuenta con:

- Un sensor de 5 megapíxeles
- Video 30 cuadros por segundo a resolución completa para rendimiento de video ultra uniforme
- zoom digital 10X



Imagen 6.4: Imagen del DC-11 Document Camera

Esto obligará al profesor a tener que recurrir a las mesas de trabajo de los alumnos al momento de realizar algún tipo de intervención, por lo que la estación de trabajo

del profesor en la sala de clases no tendría una estación fija y no sería necesaria. Por consiguiente es necesario que cada grupo de trabajo cuente con al menos 1 notebook con los softwares necesarios para que se complemente la intervención del profesor si es que este lo requiere.

### **Espacio de Trabajo**

Para la generación de un espacio de trabajo coherente a las necesidades específicas del trabajo colaborativo el espacio de trabajo entrega dos campos de acción la usabilidad del entorno y los factores ambientales.

La usabilidad del entorno **sugiere definir qué tipo de actividad se desarrollaran al interior de la sala de clases, para luego generar una distribución espacial según las actividades previamente definidas para finalmente evaluar si el mobiliario presente cumple con los requisitos de las actividades a desarrollar de no cumplir**

**con los requerimientos de deben plantear mejoras o gestar nuevo mobiliario.**

Según la sugerencia anterior se ejemplificara como utilizar los pasos mencionados en el salón ACE del CIAC, donde se definen las siguientes actividades:

- 4 focos de trabajo colaborativo que se desarrollan al interior de las mesas de trabajo.
- Se establece la existencia de un flujo o recorrido por el cual el profesor durante la sesión de clases interactúa con los focos de trabajo colaborativo.
- Zonas de resguardo de los materiales didácticos.
- Canales de expresión virtual.

La distribución espacial generada a partir de las actividades detectadas se muestran en la imagen 6.5, donde se distribuyen los 4 focos de trabajo colaborativo teniendo el cuidado de que cada uno esté presente dentro de al menos una triangulación visual además de

permitir que la distancia entre ellos tenga el espacio pertinente para la existencia del recorrido del profesor.

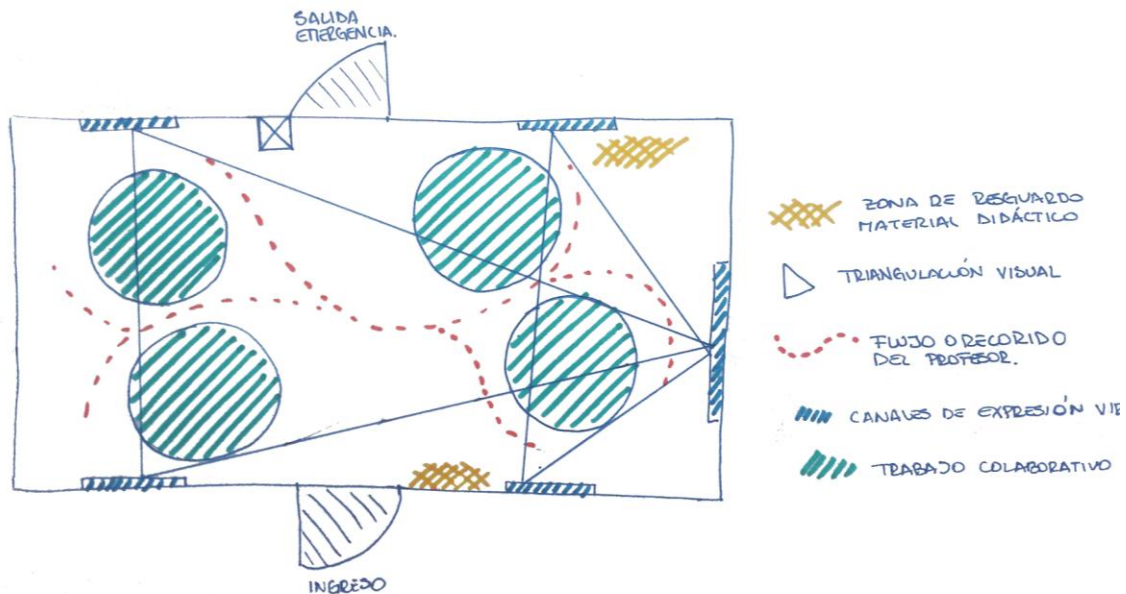


Imagen 6.5: Distribución espacial según las actividades detectadas.

El mobiliario presente en el salón ACE se reduce a las mesas y sillas presentes en el, particularmente estos en conjunto no permiten el desarrollo de la interacción profesor/alumno, causado por la altura de la mesa de trabajo lo que desencadena malestares tanto físicos, para el profesor, como comunicativos, lo que se ve reflejado

en la imagen 6.3, a esto se le puede dar solución aumentando la altura de las mesas acompañando de sillas acorde a la nueva altura.

Si bien dentro de la sala de clases se utiliza constantemente material didáctico como pizarras portátiles y plumones, se produce la necesidad de establecer una zona donde se

pueda guardar este material si es que se prescinde de él. El cual también podría ser aprovechado para el resguardo momentáneo del equipaje de los alumnos el cual interfiere en las dinámicas de trabajo.

Los factores ambientales (iluminación, sonido y temperatura) **invitan a identificar el impacto de estos en el trabajo colaborativo, luego clasificar el tipo de impacto detectado, ya sea negativo o positivo, para finalmente reforzar los aspectos positivos y disminuir o idealmente eliminar los negativos a través de la generación de soluciones que respondan a las necesidades detectadas, teniendo presente las normativas del factor ambiental a tratar.**

Para la identificación del impacto causado por los factores ambientales se analizó el salón ACE del CIAC donde se pudo detectar que la iluminación y la temperatura impactaban directamente en el

comportamiento de los alumnos, cabe mencionar que el impacto de la temperatura afecta en menor escala que la iluminación. Finalmente la acústica del salón afecta a la comunicación al interior de la sala de clases.

Se clasificó la acústica como un factor favorable en el desarrollo de las sesiones de clases debido a que cuando se realizaba alguna intervención por parte del profesor o de los alumnos al grupo curso todos los presentes captaban el mensaje sin interferencia además cuando los grupos colaborativos trabajaban no se generaba una interferencia entre un grupo y otro.

La temperatura como factor ambiental depende directamente de las estaciones del año lo que entrega una temperatura promedio por estación la que afecta al interior de la sala de clases, como el módulo realizado se vivencia en otoño no se tiene una referencia del resto de las estaciones , por lo cual no se puede llegar a una

conclusión real de qué forma afecta la temperatura a lo largo del año, por lo que es una variable que se debe analizar durante un periodo de tiempo más extenso lo cual no permite una clasificación de esta.

Al interior del salón ACE la iluminación se puede clasificar como un factor desfavorable al impactar en la disminución del comportamiento activo en los alumnos además no existe una intencionalidad de la iluminación artificial ni un control de la natural, lo que conlleva que a la hora de proyectar información a través del data la visualización de la proyección no es clara forzando a que se apangar las luces.

De los tres factores ambientales expuestos se tomara solo a la iluminación como aspecto negativo a mejorar. En la dinámica de las sesiones de clases se presentan dos instancias de interacción una es al interior de los focos de trabajo, donde interactúan los alumnos entre ellos y ocasionalmente se

incorpora el profesor, y la segunda son las intervenciones del profesor. Para estas dos instancias la iluminación deberá entregar un efecto práctico, centrando la atención en los 4 focos de trabajos realzando la actividad colaborativa que se produce al interior de los grupos de trabajo además se deberá generar en coherencia una iluminación general de la sala de clases. La aplicación de estas posibles intervenciones estarán regidas por la Norma chilena de Nivel de Iluminación mínimo para centros educacionales y asistenciales.

## 6.2 COSTOS IMPLICADOS

Las oportunidades de mejoras señaladas anteriormente como la organización de las sesiones de clases y los componentes de los espacios de trabajo al implementar el MEASE, se producen factores de costos tales como; profesores, ayudantes, capacitación de docentes, implementación de tecnologías acorde a las metodologías activas,

acondicionamientos de las salas de clases para metodologías activas, desarrollo de estrategias de evaluación y generación de actividades pedagógicas. Mientras que los factores de costos de una metodología tradicional se reducen a profesores, ayudantes y tecnologías. Se puede apreciar que la cantidad de factores económicos presentes al implementar metodologías activas es mayor que las necesarias al impartir clases tradicionales, lo que podría llevar a inferir que se incrementan los costos al utilizar metodologías activas.

Es por esta razón, que en particular se comparará como afecta la inversión económica si es que se pusiera en práctica las pautas de acción desencadenadas por la variable tecnología.

Insumos	Tradicional	Módulo	Propuesta
Proyector	281.000	281.000	281.000
Telón	89.000	89.000	89.000
Televisores	-	1.160.000	116.0000
Captador artesanal	-	24.500	-
Document Camera	-	-	1.120.000
<b>TOTAL</b>	<b>370.000</b>	<b>1.554.500</b>	<b>2.650.000</b>

Tabla 1: Cotización de insumos tecnológicos.

La tabla 1 muestra un sintético presupuesto de las tecnologías involucradas en tres escenarios, 2 reales y uno propositivo. Se puede apreciar que la inversión tecnológica realizada al implementar metodologías activas versus los requerimientos tecnológicos de una clase tradicional son considerablemente más elevados.

Por lo que es necesario realizar una evaluación de los beneficios que se obtiene a través de la aplicación de estas metodologías, en este caso se realizara una evaluación de los resultados parciales de la asignatura MAT011 dictada por el profesor Daniel Erraz.

### 6.3 BENEFICIOS

Para la evaluación de los beneficios de implementar metodologías activas en la asignatura MAT011 es necesario verificar que los resultados obtenidos en la asignatura, es por esto que bajo la guía de Hugo Alarcón Doctor (Ph.D) en Física y Director de la Comunidad de Investigación en Docencia para Ingeniería y Ciencia, se aplica la **evaluación de comparación con expertos**, donde se invito a un grupo de alumnos de último año de la Carrera de Ingeniería en Diseño de Productos a realizar el mismo certamen 1 que los alumnos de primer año tomaron. Estos alumnos de último año se denominan como **grupo de expertos**, lo que quiere decir que este grupo ha validado su conocimiento en la materia presente en el certamen ya que han aprobado la asignatura por lo cual son capaces de abordar algunos problemas con los conocimientos que poseen. Específicamente las preguntas que se le

realizaron al grupo de experto fueron sobre la materia vista en el Módulo de Progresiones y Sucesiones, los resultados promedio del grupo de expertos fue de 23,7 mientras que el promedio de los alumnos de primer año en las mismas preguntas fue de 48, teniendo presente que la escala es de 0 a 100 y el mínimo para aprobar es de 55, si bien en los dos casos ningún grupo logró aprobar los resultados permiten inferir que la aplicación del módulo es exitosa, lo que ayuda a validar que el uso de las metodologías activas en la asignatura de matemáticas es beneficiosa.

Otro resultado importante a destacar son las notas parciales que los alumnos de primer año que han obtenido a lo largo del semestre, la nota final para que los alumnos aprueben o reprobren la asignatura está compuesta por 3 certámenes, 3 controles, tereas y problemas ricos en contexto, con todas estas evaluaciones se puede predecir que el porcentaje de reprobados será aproximadamente de un 15% equivaliendo a 4 personas. Este porcentaje se puede

comparar con los resultados finales de años anteriores, mostrados en la tabla 2, donde se exponen altos porcentajes de reprobación, teniendo un promedio de 22 alumnos reprobados por semestre. Con los resultados se puede concluir que el cambio de metodología en la asignatura genera una disminución de los índices de reprobación, lo que implica una beneficio tanto para la Carrera en su programa de titulación temprana, para la Universidad y para el estudiante y su familia. Esta evidencia permite inferir que los costos asociados a la implementación de metodologías activas se ven cubiertos por los beneficios que se pueden obtener.

*de semestres anteriores. (Elaboración propia).*

	2009-1	2010-1	2012-1	2013-1
Total MAT011	37	36	43	31
Aprobado	11	23	12	12
Reprobado	26	13	31	19
% de reprobacion	70%	36%	72%	61%

*Tabla 2: Índices de aprobación y reprobación en la asignatura MAT011 de alumnos de IDP*

# **CAPÍTULO 07**

## **CONCLUSIONES**



## **CAPÍTULO 7**

### **CONCLUSIONES**

#### **7.1 CONCLUSIONES**

El desarrollo de este proyecto de título permite concluir que la implementación de experiencias de aprendizaje significativo en la asignatura de matemáticas I (MAT011) utilizando metodologías activas, presentan grandes cambios, es un proceso de enseñanza-aprendizaje para los alumnos de primer año de Ingeniería en Diseño de Productos, alcanzando mejoras en su avance académico.

A través de estas mejoras se pretende construir un camino de cambios en la forma en cómo se experimentan las matemáticas al interior de la UTFSM, por lo que el Modelo de Experiencia de Aprendizaje Significativo y Evaluación busca generar bases coherentes y comprobables de los beneficios de implementar metodologías activas en matemáticas, el cual presenta una base estática en la que se acoplan variables dinámicas e inclusivas con el fin de someterlo

a evaluaciones que ayuden a validarlo en el tiempo.

En este sentido, el Modelo de Experiencia de Aprendizaje Significativo y Evaluación propone pautas para una implementación efectiva de metodologías activas y de estrategias de evaluación, las cuales se refuerzan a través de variables de índole tecnológicas, espaciales, didácticas y de procesos de enseñanza, para el desarrollo de la experiencia educativa. Permitiendo establecer pautas de acción que faciliten la puesta en marcha de nuevas metodologías, intentando asegurar el éxito académico de los alumnos, por una parte, y facilitar herramientas educativas a los docentes.

La relación costo / beneficios de la propuesta de implementación del MEASE, si bien los factores económicos influyentes son mayores, exigiendo una inversión inicial considerablemente elevada, los beneficios obtenidos generan impactos en la calidad de

la docencia y aumenta la calidad del proceso educativo, esto se refleja en los resultados de aprendizaje que se traducen en índices de aprobación mayores, lo cual respalda los elevados costos a invertir.

Por otra parte, se genera que el alumno tome conciencia que es parte fundamental en el proceso de aprendizaje, entregándole una mayor responsabilidad en este proceso, a través de la integración de recursos didácticos tanto tecnológicos como físicos para su formación.

A través de una posible implementación un directo beneficiado es la Universidad la cual pasa a generar tendencia a nivel nacional, como una institución capaz de desarrollar nuevas herramientas para mejorar la docencia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IMPACTO DEL OPEN COURSE WARE (OCW) EN LOS DOCENTES UNIVERSITARIOS.

María Dolores Frías Navarro, Juan Pascual Lobell, Héctor Monterde i Bort, Marcos Pascual Soler

LA DOCENCIA DEL FUTURO.

Joel Saà Seoane

MODELO EDUCATIVO UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA.

Marta Quiroga, Marcelo Bernal, Rimsky Espíndola, Alejandro Fernández, Gonzalo Fuster, Luis Hevia, Celín Mora, Raúl Stegmaier, 2004

LA ENSEÑANZA TÉCNICO-INDUSTRIAL EN LA ESCUELA DE ARTES Y OFICIOS Y COLEGIO DE INGENIEROS “JOSÉ MIGUEL

CARRERA” DE LA FUNDACION FEDERICO SANTA MARÍA.

Agustín Edwars, 1934

OBJETIVOS FUNDAMENTALES Y CONTENIDOS MÍNIMOS OBLIGATORIOS DE LA EDUCACIÓN MEDIA.

Ministerio de Educación, República de Chile, 1998

TRABAJO COLABORATIVO. CURSO DE CAPACITACIÓN ITESM.

Norma Fuentes, 2003

EL PAPEL DE LA IMAGINACIÓN CIENTÍFICA: LA REVOLUCIÓN DE LA FÍSICA EN LOS INICIOS DEL SIGLO XX.

Ricardo Guzmán, 2004

METODOLOGÍAS ACTIVAS PARA LA FORMACIÓN DE COMPETENCIAS.

Amparo Fernández, 2006

INNOVACIÓN EN EL AULA: REFERENTE PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO CURRICULAR.

María Domínguez, Antonio Medina, Cristina Sánchez.

HOW LEARNING WORKS: SEVEN RESEARCH-BASED PRINCIPLES FOR SMART TEACHING.

Susan A. Ambrose, Michael W. Bridges, Michele DiPietro, Marsha C. Lovett, Marie K. Norman, 2010

CUADERNO DE APOYO DIDÁCTICO METODOLOGÍA ACTIVA: FAVORECIENDO LOS APRENDIZAJES.

Elisa Gálvez, 2013

APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO: UN  
CONCEPTO SUBYACENTE.

Marco Moreira, 1997

ACHIEVING EXCELLENCE IN  
ENGINEERING EDUCATION: THE  
INGREDIENTS OF SUCCESSFUL  
CHANGE.

Ruth Graham, 2012

EL MODELO EDUCATIVO DEL  
TECNOLOÓGICO DE MONTERREY

Tecnológico de monterrey, 2005

PRINCIPIO DE ESTIMULACIÓN MÚLTIPLE  
DE LOS SENTIDOS, MARCO  
TEÓRICO PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE  
DEMOSTRACIONES Y MODELOS  
DIDÁCTICOS INTERACTIVOS.

Joaquín Palacios, 2005

LAS TÉCNICAS DIDÁCTICAS EN EL  
MODELO EDUCATIVO DEL TEC DE  
MONTERREY.

Dirección de Investigación y Desarrollo  
Educativo del Sistema del Instituto  
Tecnológico y de Estudios Superiores  
de Monterrey.