



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

Diseño causal de sistema  
piramidal para aprendizaje  
colaborativo de los lenguajes de  
programación

Verónica Idalia Rosa de Rivera



Tesis **Doctorales**

UNIVERSIDAD de ALICANTE

Unitat de Digitalització UA  
Unidad de Digitalización UA



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

**DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA INFORMÁTICA Y COMPUTACIÓN**

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**

**DISEÑO CAUSAL DE SISTEMA PIRAMIDAL PARA APRENDIZAJE COLABORATIVO  
DE LOS LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN**

**VERÓNICA IDALIA ROSA DE RIVERA**

**Tesis presentada para aspirar al grado de**

**DOCTORA DE LA UNIVERSIDAD DE ALICANTE**

**DOCTORADO EN INFORMÁTICA**

**Dirigida por:**

**DR. JUAN MANUEL GARCÍA CHAMIZO**

**Alicante, mayo 2021**





Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

Tesis doctoral presentada por

**Verónica Idalia Rosa de Rivera**

Con el título

**DISEÑO CAUSAL DE SISTEMA PIRAMIDAL PARA APRENDIZAJE COLABORATIVO  
DE LOS LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN**

Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

Alicante, mayo de 2021

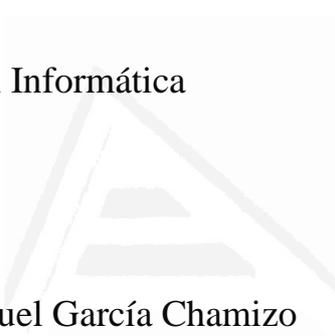
Facultad: Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Departamento: Departamento de Tecnología Informática y Computación

Escuela: Escuela Politécnica Superior

Programa de Doctorado en Informática

Dirigida por Dr. Juan Manuel García Chamizo



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

*“El principal objetivo de la educación es criar personas capaces de hacer cosas nuevas,  
y no solamente repetir lo que otras generaciones hicieron.”*

*Jean Piaget*



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

# Agradecimientos

Mi agradecimiento comienza primeramente a Dios, porque permitió que iniciara y culminara mi tesis doctoral, no ha sido un trabajo fácil, pero puedo decir que el aprendizaje durante estos 4 años ha sido enriquecedor y sobre todo me ha ayudado a pensar de otra forma, mucho más profesional y haciendo buen uso de otras metodologías que no conocía.

Agradecer al Dr. Juan Manuel García Chamizo, director de esta tesis doctoral, por el apoyo brindado y orientación en todo el proceso de esta investigación, gracias por la paciencia que tuvo a la hora de explicarme y brindarme su apoyo en momentos difíciles, motivándome a continuar hasta llegar al final y por todos los conocimientos técnicos y científicos que me brindó para poder finalizar esta tesis.

A la Universidad Tecnológica de El Salvador, por todo el apoyo económico brindado durante los años del doctorado y especialmente a la Dra. Blanca Ruth Orantes, que fue una pieza fundamental de ayuda y motivación durante todo el proceso.

A mis compañeros de equipo Carlos y Otoniel, porque durante todo este tiempo estuvimos ayudándonos y colaborando para que el proyecto se pudiera desarrollar de la mejor manera, por todo el apoyo brindado y por el entusiasmo que siempre mantuvimos en poder terminar la tesis.

A mi esposo Guillermo, porque fue un apoyo emocional fundamental en todo el proceso del doctorado, siempre estuvo animándome para que pudiera finalizar mi tesis doctoral y al decirme que se sentía orgulloso de mi, era una dosis de motivación para seguir adelante.

A mis hijas: Sofía, Elisa y Ana Lucía, porque fueron mi motor y una fuente de inspiración, por quienes siempre quise finalizar mis estudios, para fomentar en ellas ese deseo de superación en la vida.

A mis padres Miguel y Milagro, porque siempre han estado conmigo en cada momento y muy pendientes de mi trabajo en esta tesis doctoral que finalmente he culminado.

A mi tía Rosa hasta el cielo, por siempre apoyarme y confiar en mí.

Gracias a todos por su apoyo y confianza en mi persona, esto me ayuda a seguir adelante e iniciar un nuevo reto como doctora.



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

# Resumen

Una tesis doctoral parte de una conjetura, que consiste en conocimiento, posiblemente aproximado, de un problema al que se persigue proporcionar solución. Por lo tanto, obtener el grado de Doctora, ha de permitir a la autora la capacidad de crear conocimiento, apoyada en la investigación realizada.

La realización de este trabajo ha provocado un cambio de actitud y mentalidad; porque hasta antes de comenzar con esta tesis, la forma en la que realizaba investigación estaba basada en resultados, es decir, primero analizaba cual será el resultado que se obtendría, o hacia donde se debe llegar, que es lo que se va a producir, utilizando en este caso el método de abajo hacia arriba (bottom up). Sin embargo, este informe se hará bajo una metodología causal, es decir, interesa conocer primeramente cual será el modelo para luego contestar preguntas ¿qué es? y ¿para qué es?, debido a que así se decide un modelo que servirá de marco a la solución y se concretan los objetivos, ya sin ambigüedad, que se persigue alcanzar.

Posteriormente se irán contestando las preguntas de ¿cómo?, ¿cuándo? y ¿quién lo hará? Porque así se establece la estructura de la solución, la tecnología que la soportará, y el contexto.

Por esa razón, este trabajo aborda aspectos diferentes a las formas tradicionales de resolver un problema en particular, sobre el cual ya se conocen otras soluciones.

No se descarta el método bottom-up, ya que este puede utilizarse cuando se conoce de antemano la solución por otros casos parecidos; y el top-down es el método general cuando no se tiene mayor conocimiento previo sobre cuál puede ser la solución. De allí que para esta investigación se ha hecho uso del método top-down.

Al inicio, no conocía sobre el modelo de educación piramidal, nunca se había trabajado en esta línea y, por lo tanto, desconocía el resultado a obtener. Al hacer uso del método

top down, ayudó mucho a la solución del problema y por ende se hace de una manera más ordenada.

Se trabaja bajo este enfoque el caso particular de la educación piramidal en el que se trabajará bajo un enfoque colaborativo jerarquizado, para la enseñanza de los lenguajes de programación, a través de una plataforma didáctica virtual, en la cual personas con un nivel de educación superior pueden tutorar a otros de nivel educativo inferior para, de esa manera, poder mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Universidad Tecnológica de El Salvador, aunque cabe mencionar que este proyecto podrá ser aplicado a cualquier institución educativa ya sea formal o informal.

El objetivo principal es que mediante la educación piramidal y por medio del uso de una plataforma virtual, se pueda dar apoyo en el aprendizaje de cualquier área del conocimiento, que en el caso particular se abordarán los lenguajes de programación, por ser parte fundamental de las carreras de Informática y del área de competencia docente de la autora.

El capítulo 1 comienza con una introducción y la conjetura de la investigación, posteriormente la motivación con la que se contó para poder hacer esta tesis doctoral. Dentro del estado del conocimiento se abarcan temas como los antecedentes y estado actual del problema, la importancia de la investigación científica, también se habla sobre los paradigmas en la investigación y como está la educación en América Latina y específicamente en El Salvador, esto para conocer como los demás países invierten en la educación y que están haciendo para acortan o eliminar la brecha digital.

Para esta investigación es necesario conocer los paradigmas de aprendizaje en los modelos pedagógicos, debido a que se deben considerar para el modelo de educación piramidal, además es importante conocer sobre las plataformas e-learning y del aprendizaje colaborativo porque el modelo hace uso de tecnologías que forman parte de

la web 2.0. Finaliza el capítulo haciendo un estudio sobre los lenguajes de programación para las carreras de informática, porque son fundamentales y su aprendizaje en algunos casos es complejo.

En el capítulo 2, se comienza a resolver el problema mediante la metodología causal, a través de la Especificación Funcional, la cual incluye la actividad de diseño en la educación piramidal y la solución del problema. El punto de partida es un problema de forma general, para luego contestar preguntas más específicas.

Algunas preguntas que se realizan son: ¿Qué? (...es lo que hay que hacer), ¿para qué? (... debe hacerse), entre otras según sea el caso.

Para formular la hipótesis, responderá solo a los dos problemas externos que se encuentran en las preguntas **¿qué? y ¿para qué?**

Por lo tanto, se hace una clasificación de los factores de diseño, que, para el caso de Educación Piramidal, las respuestas concernientes al modelo *educación* (M), luego lo pertinente para proporcionar aprendizaje colaborativo estratificado se contesta a la pregunta ¿con qué se hace? (factores esenciales, E), o el contexto para determinar ¿cuándo?, ¿quién? y ¿cuánto cuesta? (factores circunstanciales, C).

Por lo anterior, en la especificación funcional, interesa conocer el modelo, contestando a la pregunta *¿qué hacer?*

En el capítulo 3 se trabaja en la Especificación Estructural del problema, siguiendo con lo trabajado en el Capítulo 2, en este caso se trabaja con la clasificación de los factores esenciales en la educación piramidal y se hace uso del método científico y diseño top down.

Este método causalmente coherente coincide con el método científico de creación de conocimiento y la técnica de arriba hacia abajo incluida en el enfoque basado en modelos

que se sigue en ingeniería. Este método admite una interpretación intuitiva basada en responder a la pregunta **¿qué hacer?** de una manera ordenada.

Respondiendo a una serie de preguntas, el problema general se subdivide en subproblemas y se va solucionando de manera ordenada y no mediante la intuición o por conocimientos y habilidades con las que cuente el profesional encargado de darle solución al problema planteado.

Se finaliza este capítulo con el planteamiento de cómo se trabajará el modelo de educación piramidal, considerando los niveles de estudio que existen en la Universidad Tecnológica de El Salvador y como se relaciona la pirámide para el aprendizaje de los lenguajes de programación con otras dos pirámides en la enseñanza de otras asignaturas. En el Capítulo 4, se trabaja en el proyecto de ejecución, el cual incluye las decisiones de diseño acerca de los factores contextuales en la educación piramidal y se trabaja el caso de estudio sobre los lenguajes de programación. Se realiza la especificación y diseño, con la propuesta metodológica para el aprendizaje de los lenguajes de programación.

El Capítulo 5 es el desarrollo de la plataforma tipo e-learning, tomando en cuenta las generalidades y requerimientos para la instalación de los elementos necesarios para su funcionamiento adecuado, posteriormente se aplica para el caso de estudio del aprendizaje de los lenguajes de programación. Se finaliza el capítulo con la validación de los resultados obtenidos de la aplicación del modelo de educación piramidal con la plataforma desarrollada.

En el Capítulo 6 se hacen las conclusiones generales de toda la investigación, considerando los objetivos planteados desde un inicio y todo el trabajo realizado, para dar a conocer lo que se logró con el modelo de educación piramidal, haciendo uso de la metodología causal.

Este capítulo finaliza con las limitaciones que se tuvieron a lo largo de toda la investigación, pero que a pesar de ello se lograron alcanzar los objetivos, además se habla del trabajo futuro que tiene este proyecto, ya que se abren otras líneas de investigación o se puede continuar mejorando lo realizado.



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

# Índice de Contenido

Agradecimientos .....	i
Resumen .....	iii
Índice de Contenido .....	viii
Índice de Figuras .....	x
Índice de Tablas .....	xi
Capítulo 1 .....	1
1. Introducción .....	1
1.1. Conjetura .....	2
1.1.1. Motivación.....	5
1.2. Estado del conocimiento .....	7
1.2.1. Antecedentes y estado actual del problema .....	8
1.2.2. Importancia de la investigación científica .....	13
1.2.3. Método científico.....	16
1.2.4. Los paradigmas en la investigación.....	20
1.2.5. La educación en América Latina .....	22
1.2.6. Paradigmas de aprendizaje en los modelos pedagógicos. ....	33
1.2.7. Plataforma e-learning .....	41
1.2.8. La Web 2.0 aplicada a la educación .....	42
1.2.9. Aprendizaje colaborativo.....	44
1.2.10. Estudio de los lenguajes de programación en las carreras de Informática.....	49
1.3. Metodología .....	55
1.3.1. De arriba abajo (top-down) y de abajo arriba (bottom-up).....	56
1.3.2. Ingeniería orientada a modelo .....	59
1.4. Conclusión.....	62
Capítulo 2 .....	65
2. Especificación Funcional .....	65
2.1 La actividad en el diseño de la educación piramidal y la solución de problemas .....	65
2.2. Solución de problemas mediante la metodología causal .....	68
2.3. Clasificación de los factores de diseño en la educación piramidal.....	69
2.4. Paradigma orientado a Modelo.....	70
2.5. Decisión de diseño para el modelo de Educación Piramidal .....	73
2.6. Objetivos .....	75
2.7. Conclusión.....	77

Capítulo 3.....	80
3. Especificación Estructural.....	80
3.1. Clasificación de los factores esenciales en la educación piramidal.....	80
3.1.1. Evidencia empírica para clasificar los factores en la educación piramidal.....	80
3.1.2. Relación de los factores esenciales de la educación piramidal.....	82
3.2. Método científico y diseño Top-Down.....	85
3.3. Modelo: Educación Piramidal.....	86
3.4. Conclusión.....	94
Capítulo 4.....	97
4. Proyecto de Ejecución.....	97
4.1. Decisiones de diseño acerca de los factores contextuales en la educación piramidal.	97
4.2. Caso de estudio: Lenguajes de Programación.....	99
4.2.1. Propuesta de trabajo en la plataforma e-learning.....	101
4.3. Especificación y diseño.....	106
4.3.1. Propuesta metodológica para el aprendizaje de los lenguajes de programación	106
Capítulo 5.....	111
5. Desarrollo de la Plataforma tipo e-learning.....	111
5.1. Generalidades.....	111
5.1.1 Plataformas de E-learning.....	112
5.1.2. Plataformas CMS.....	113
5.1.3. Integración de Moodle y Joomla.....	114
5.2. Requerimientos para la instalación de la plataforma.....	115
5.2.1. Requerimientos para instalar Joomla.....	115
5.2.2. Requerimientos para instalar Moodle.....	116
5.3. Funcionalidad de la plataforma.....	116
5.3.1 Perfiles de usuario.....	117
5.4. Diseño de la plataforma.....	120
5.5. Integración.....	122
5.6. Aplicación en el caso de estudio: Lenguajes de Programación.....	125
5.7. Validación.....	129
Capítulo 6.....	138
6.1 Conclusiones.....	138
6.2. Limitaciones.....	140
6.3. Trabajo Futuro.....	141
Referencias.....	143

# Índice de Figuras

<i>Figura 1.1 Gasto público en educación, 2017</i> .....	25
<i>Figura 1.2: Diseño de la resolución formal causal para la solución de problemas</i> .....	56
<i>Figura 1.3: Ciclo de diseño metodología top-down</i> .....	58
<i>Figura 1.4: Ciclo de diseño metodología bottom-up</i> .....	58
<i>Figura 3.1: Clases de factores esenciales: factores intrínsecos de educación piramidal, es constituyente, factores implícitos, la organización de la educación piramidal; y factores explícitos, la utilidad de la educación piramidal</i> .....	82
<i>Figura 3.2: Grafo organizacional de Educación Piramidal</i> .....	84
<i>Figura 3.3: Clases de factores esenciales y su significado en las decisiones de diseño</i> .....	84
<i>Figura 3.4: Diseño de la secuencia causal coherente de la toma de decisiones y su proceso correspondiente para implementar un prototipo. Este es el diseño Top-Down de la secuencia de invenciones, así como el método científico para crear conocimiento</i> .....	86
<i>Figura 3.5: Distribución de niveles en la educación piramidal</i> .....	91
<i>Figura 3.6: Esquema piramidal estratificado en niveles</i> .....	91
<i>Figura 3.7: Diseño propuesto de la educación piramidal</i> .....	92
<i>Figura 3.8: Esquema de coexistencia de diferentes pirámides según las competencias a reforzar en un mismo plan de estudio</i> .....	93
<i>Figura 3.9: Comparación y diferencias entre nuestra propuesta de diseño formal causal y los métodos empíricos top-down y bottom-up</i> .....	96
<i>Figura 4.1: Distribución de cátedras en la Escuela de Informática de la Universidad Tecnológica de El Salvador</i> .....	100
<i>Figura 4.2: Distribución de Técnicos e Ingenieros en la educación piramidal</i> .....	101
<i>Figura 4.3: Distribución del Ingeniero y Máster en la educación piramidal</i> .....	102
<i>Figura 4.4: Distribución del Máster y Doctor en la educación piramidal</i> .....	103
<i>Figura 4.5: Diagrama completo de la educación piramidal</i> .....	105
<i>Figura 5.1: Portal plataforma de educación colaborativa Wiks</i> .....	121
<i>Figura 5.2: Identificación de usuarios en plataforma Wiks</i> .....	122
<i>Figura 5.3: Identificación de usuario dentro de la plataforma Wiks</i> .....	122
<i>Figura 5.4: Perfil del Estudiante de Técnico</i> .....	123
<i>Figura 5.5: Perfil del Estudiante de Grado</i> .....	124
<i>Figura 5.6: Perfil del Estudiante de Grado</i> .....	124
<i>Figura 5.7: Perfil del Estudiante de Grado</i> .....	125
<i>Figura 5.8: Estructura de un curso en plataforma</i> .....	126
<i>Figura 5.9: Estructura del curso para el nivel 2 de la pirámide</i> .....	127
<i>Figura 5.10: Estructura del curso para el nivel 3 de la pirámide</i> .....	129
<i>Figura 5.11: Cuadro de notas de estudiantes sin Educación Piramidal</i> .....	131
<i>Figura 5.12: Cuadro de notas de estudiantes con el método de Educación Piramidal</i> .....	132
<i>Figura 5.13: Gráfico que muestra el promedio de estudiantes sin Educación Piramidal</i> .....	133
<i>Figura 5.14: Gráfico que muestra el promedio de estudiantes con Educación Piramidal</i> .....	133
<i>Figura 5.15: Cuadro de notas de la primera evaluación de los estudiantes de Programación II sin Educación Piramidal</i> .....	135
<i>Figura 5.16. Cuadro de notas de la primera evaluación de los estudiantes de Programación II con Educación Piramidal</i> .....	136

# Índice de Tablas

<i>Tabla 2.2.1: Preguntas para encontrar las actividades que hay que hacer para crear inventos o resolver los problemas relacionados como ejemplos.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 2.2: Respuestas a las preguntas para Educación Piramidal concernientes al modelo(M), para factores esenciales de (E), o para factores circunstanciales (C) de la actividad de diseño. ....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 3.1: Clasificación empírica de respuestas a preguntas acerca de factores esenciales para la educación piramidal.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 3.2. Respuestas a preguntas sobre modelo Educación Piramidal.....</i>	<i>88</i>



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

# Capítulo 1

## 1. Introducción

Una tesis doctoral parte de una conjetura, que consiste en conocimiento, posiblemente aproximado, de un problema al que se persigue proporcionar solución. Por lo tanto, obtener el grado de Doctora, ha de permitir a la autora la capacidad de crear conocimiento, apoyada en la investigación realizada.

Este trabajo ha provocado un cambio de actitud y mentalidad; porque la forma de realizar investigación hasta el momento había sido basada en resultados, es decir, primero se piensa cual será el resultado que se obtendrá, o hacia donde se debe llegar, que es lo que se va a producir, utilizando en este caso el método de abajo hacia arriba (bottom up). Sin embargo, este informe se hará bajo una metodología causal, es decir, interesa conocer primeramente cual será el modelo para luego contestar preguntas ¿qué es? y ¿para qué es?, debido a que así se decide un modelo que servirá de marco a la solución y se concretan los objetivos, ya sin ambigüedad, que se persigue alcanzar.

Posteriormente se irán contestando las preguntas de ¿cómo?, ¿cuándo? y ¿quién lo hará? Porque así se establece la estructura de la solución, la tecnología que la soportará, y el contexto.

Por esa razón, este trabajo aborda aspectos diferentes a las formas tradicionales de resolver un problema en particular, sobre el cual ya se conocen otras soluciones.

El método bottom-up puede utilizarse cuando se conoce de antemano la solución por otros casos parecidos; y el top-down es el método general cuando no se tiene mayor conocimiento previo sobre cuál puede ser la solución. De allí que para esta investigación se ha hecho uso del método top-down.

Por lo tanto, el grado de Doctora permitirá, resolver problemas haciendo uso de método científico, procurando evitar incorporar arbitrariedad o reduciendo esta a su mínima expresión y, con ello, garantizando la calidad de la solución.

Se persigue producir un avance en el estado del conocimiento, en el caso particular de la educación piramidal en el que se trabajará bajo un enfoque colaborativo jerarquizado, para la enseñanza de los lenguajes de programación, a través de una plataforma didáctica virtual, en la cual personas con un nivel de educación superior pueden tutorar a otros de nivel educativo inferior para, de esa manera, poder mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Universidad Tecnológica de El Salvador, aunque cabe mencionar que este proyecto podrá ser aplicado a cualquier institución educativa ya sea formal o informal.

El objetivo principal es que mediante la educación piramidal y por medio del uso de una plataforma virtual, se pueda dar apoyo en el aprendizaje de cualquier área del conocimiento, que en el caso particular se abordarán los lenguajes de programación, por ser parte fundamental de las carreras de Informática y del área de competencia docente de la autora.

Es de considerar que el sistema universitario salvadoreño tiene mucho por hacer y por consiguiente muchas oportunidades de mejora y el trabajo en equipo proporciona criterio para resolver problemas que sean muy complejos, por lo tanto, la investigación actual no se concibe si no es en equipo. Esto quiere decir que una parte del trabajo se ha realizado en equipo con otros dos doctorandos, pero cada doctorando trabaja en casos particulares concretos.

## **1.1. Conjetura**

Esta investigación ha sido desarrollada como parte del programa de doctorado mediante el convenio Universidad de Alicante y Universidad Tecnológica de El Salvador, razón por la cual, analizando la deficiencia en la educación en algunos países de América Latina y sobre todo en El Salvador, y debido a la pandemia del COVID-19, la situación se ha complicado en algunos casos. En un artículo del Banco Mundial dice que “Hay dos factores muy problemáticos en América Latina: ya antes de la crisis la región enfrentaba una crisis educativa, con muy altos niveles de pobreza de aprendizaje e inequidades persistentes; y en segundo lugar el nivel de conectividad, que, si bien es superior al de otras regiones, estaba por debajo de la media” [1].

Las escuelas actualmente permanecen cerradas y la forma de enseñanza ha cambiado drásticamente sobre todo en la educación inicial, media y secundaria, porque a que en la educación superior de alguna manera ya se venía trabajando con plataformas virtuales, pero no en su totalidad, sin embargo, todos los sectores económicos y por supuesto el educativo, ha tenido que reinventarse buscando otras formas de aprendizaje y los más utilizados son los medios digitales, a través de herramientas de comunicación virtual, lo cual presenta un desafío para todos, para los hogares con buena conectividad, pero que en el núcleo familiar son varios hijos que deben recibir sus clases virtuales y no cuentan con el equipo suficiente y sobre todo para aquellos que no tienen conectividad o hay problemas de acceso, porque viven en zonas remotas o porque simplemente son familias que no cuentan con recursos económicos suficientes, ya que todo esto requiere que el estudiante disponga de equipo computacional o dispositivos como teléfonos celulares, tabletas, entre otros y de conexión a Internet.

La pandemia ha venido a cambiar prácticamente nuestro estilo de vida y la educación tiende a abrirse y a ocupar otros ámbitos que antes no le pertenecían, ya no se puede

apreciar la escuela como un efecto de encerramiento ni como único lugar para educar, debido a que hoy en día existen diferentes formas de enseñar y aprender. Lo que antes se consideraba como un lugar cerrado que llevaba a obedecer y que solo por esta condición educaba—, ya no es posible ni viable [2].

Cuando iniciamos con esta investigación, no estábamos en crisis por la pandemia, pero las cosas han cambiado a nivel mundial y debido a esa situación lo que ya veníamos trabajando, ha servido para tomarlo en cuenta y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de un modelo interactivo didáctico de tipo colaborativo en el que se haga uso de la educación piramidal jerarquizada: colaborar para aprender y aprender a colaborar. Lo cual facilitará el aprendizaje, donde cada usuario ejerce y coexisten los dos roles de docente y de discente. Teniendo en consideración que el aprendizaje como docente proporciona un grado superior de conocimiento al que se obtiene mediante el cómo discente.

Ese intercambio piramidal surge de acuerdo con el nivel de conocimiento que cada uno de los participantes pueda tener, es decir, el que tenga la función de docente puede crear, tramitar e impartir contenido a los que están desempeñando el rol de discentes. Por lo tanto, desde los diferentes niveles de usuario, cada miembro actúa como diseñador, coordinador, organizador, tutor, evaluador y aprendiz. Por ejemplo, dentro del sistema educativo formal de educación superior y avalados por el Ministerio de Educación de El Salvador existen los siguientes grados académicos: Técnico, Profesor, Tecnólogo, Licenciado, Ingeniero y Arquitecto, Maestro, Doctor y Especialista [3].

En la Universidad Tecnológica de El Salvador los estratos existentes son Doctor, Máster, Ingeniero o Licenciado y Técnico. Desde el campo del conocimiento informático, el método implica que un Doctor en Informática enseña esta disciplina a varios Máster, cada Máster a varios Ingenieros, cada Ingeniero a varios Técnicos, esta es la forma de producir

la pirámide. En esta cadena, la compensación es mutua: por la formación recibida, la contraprestación es enseñar a su vez a los de estrato subordinado, y el Doctor enseña a cambio de que el estudiante de último rango reciba una formación gratuita, sin contraprestación remunerada alguna, aunque caben todas las posibilidades. Por lo tanto, gracias a una herramienta tecnológica virtual, se aplica lo novedoso de este proyecto: un aprendizaje abierto y flexible que permite a los usuarios crear, modificar y adquirir conocimiento de forma interactiva, rápida, fácil y colaborativa en una interfaz gráfica común.

Es por ello por lo que surge la necesidad de investigar y desarrollar la educación piramidal, el trabajo colaborativo a través de una plataforma tipo e-learning y todo lo relacionado a la sociedad digital, pero a través del uso de un modelo de resolución formal causal, que permita determinar con rigor que equipos, métodos, elementos u objetos son necesarios para poder tomar decisiones que sirvan en la resolución de problemas.

Al mismo tiempo, para proponer una solución viable al problema, esta tesis ha llevado a investigar las causas que justifican cada decisión de diseño, así como abordar aspectos metodológicos para pasar de lo general a lo específico, haciendo uso del método de arriba – abajo (top-down).

Al formular el paradigma el cual es inspirado por el modelo, este se logra estableciendo clases de decisiones de diseño que son involucradas en cualquier proceso de resolución de problemas, en este sentido hay un orden establecido de las clases para determinar que decisiones de diseño se tienen que realizar primero.

También, se propone una forma de seleccionar el modelo en el que se basará la solución y un método para resolver el subproblema específico, que es la parte del problema concerniente a las variables y restricciones sobre las mismas que este problema no comparte con otros problemas similares, proponiendo objetivos y requisitos aplicando la

técnica divide y vencerás (*divide et vinces*) con la finalidad de descomponer el problema inicial en otros subproblemas que sean más simples.

Se hará uso del método top down, para tener la base de cómo se dará solución al problema de educación piramidal por medio de un aprendizaje colaborativo a través de una plataforma e-learning.

En esta tesis doctoral se ha decidido realizar una investigación que permita desarrollar una propuesta que pueda ayudar a minimizar las falencias que tienen los sistemas educativos tradicionales, por lo que se le ha llamado **“Educación Piramidal”**. Se pretende que esta propuesta educativa sea complementada a través del uso de una plataforma tecnológica colaborativa. Con esto se espera proponer una solución viable a la problemática que existe en los sistemas educativos propiamente de El Salvador y sobre todo en la educación superior, aunque no se descarta que esta metodología de trabajo se puede aplicar a cualquier nivel educativo y en cualquier país donde se considere necesario, ya que el método es muy sencillo y práctico, donde cualquier estudiante se puede adaptar fácilmente y el grado de aprendizaje puede ser mayor por ser colaborativo.

### **1.1.1. Motivación**

La motivación de este trabajo es profundizar en el marco conceptual causal de toma de decisiones de diseño, propuesto en los antecedentes, para desarrollar una plataforma tipo e-learning tomando en cuenta la educación piramidal.

El sistema educativo es uno de los sectores en el que la necesidad por desenvolverse en la Sociedad Digital es imperiosa, porque los usuarios deben prepararse para trabajos que implican: manejo de información, almacenamiento, comunicación, resolución de problemas, pensamiento crítico, creatividad, innovación permanente, colaboración, trabajo en equipo, comercio electrónico, entre otros.

Interpretando adecuadamente de forma activa las enormes posibilidades que los servicios tecnológicos inteligentes y cada vez más potentes (como las computadoras, los celulares, los asistentes digitales, las redes de comunicación y otros) ofrecen para la comunicación, la formación, el ejercicio de la ciudadanía, la política, entre otros. Por lo tanto, la utilización de la tecnología en la educación es cada día más frecuente y desarrolla lo que todos conocen por Alfabetización Digital.

Esta investigación está enmarcada en uno de los Objetivo de Desarrollo Sostenible [4] (ODS 4: Educación de Calidad), el cual pretende garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos. Debido a que con el modelo de Educación Piramidal que se propone, se beneficiarán muchos estudiantes, por el momento la educación superior en el aprendizaje de los lenguajes de programación, pero se puede aplicar a cualquier nivel educativo, para que haya una mayor inclusión y sobre todo dar seguimiento en el aprendizaje de calidad de cualquier área del conocimiento.

Hoy más que nunca, con lo de la pandemia del COVID-19, el uso de equipo tecnológico y el Internet se ha vuelto de imperiosa necesidad, porque sin estos recursos el acceso a la educación se vuelve muy complicado.

En El Salvador, el Ministerio de Educación, que es el ente rector de la educación y ha hecho grandes esfuerzos para que los estudiantes continúen con el proceso formativo desde sus casas sobre todo en la educación básica y media en el sector público, llevando materiales impresos, guías de trabajo e incluso agregando programas radiales con franjas educativas y en un canal local de televisión durante el día se pasan programas en el que se desarrollan temas de acuerdo con el grado de estudio. También se han entregado computadoras a docentes para que impartan sus clases desde sus casas [5].

En cuanto a la educación superior, los colegios y las universidades han continuado todas las actividades educativas de forma virtual, compartiendo materiales e impartiendo clases virtuales de forma síncrona en los horarios que hayan inscrito durante el ciclo lectivo.

Como ya se ha mencionado anteriormente, este proyecto se inscribe dentro del nuevo paradigma educativo de la Sociedad Digital, donde tanto el docente como el estudiante se convierten en aprendices y en maestros: se trata de una comunidad de personas que busca, selecciona, construye y comunica conocimiento de forma colaborativa dentro de lo que se conoce como comunidad de aprendizaje. También, el método atiende a la perspectiva de Piaget, de la psicología del procesamiento de la información, y a la perspectiva sociocultural de Vygotsky, como modelo de aprendizaje colaborativo en el que conjuntamente se comparten, negocian y construyen significados para solucionar un problema, crear o producir algo.

## **1.2. Estado del conocimiento**

En este apartado se presentan definiciones importantes para el trabajo realizado, tal es el caso de aspectos relacionados con ciencia, método científico, paradigmas de aprendizaje, sistemas digitales en la educación, aprendizaje colaborativo y lenguajes de programación.

Los antecedentes del problema, se fundamentan en las propuestas que se recogen en algunas publicaciones, tal es el caso del artículo “Formalización algebraica del método de arriba hacia abajo de diseño tecnológico” [6] en el cual se presenta el método de arriba hacia abajo (top-down) y la actividad de diseñar en comparación del método de abajo hacia arriba (bottom-up), en el que Kundert [7] rechaza ese planteamiento debido a que carece de fortaleza expresiva que sea suficiente para producir las soluciones de diseño de circuitos con la complejidad y el ritmo que demandan el mercado y la capacidad de fabricación.

Indica que es necesario un método formal de tipo top-down que pueda soportar un proceso de diseño metódico y ordenado. Propone una secuencia de toma de decisiones y verificación mediante simulación que, efectivamente, es ordenada, pero totalmente empírica, sin fundamento formal alguno.

Este método es muy utilizado para el diseño de productos, en el que se trabaja de arriba hacia abajo, generando un bosquejo general con todos los elementos principales. Posteriormente, el que hace el diseño debe mejorar el dibujo de forma más minuciosa, teniendo en cuenta todos los requisitos pertinentes [8].

Esta tesis es siguiendo la línea de investigación utilizada por el Dr. Mario Nieto, en su tesis *Gait analysis using computer vision for the early detection of elderly syndromes*. A formal proposal [9], por lo que la base sobre la metodología causal en este trabajo no se describe en detalle, pero es un marco de referencia para la realización de esta tesis doctoral, más bien se aplican todos los elementos necesarios para dar solución a la educación piramidal propuesta.

### **1.2.1. Antecedentes y estado actual del problema**

Buscar una solución a problemas de educación mediante la metodología causal, es una nueva línea de investigación que marcará el inicio de otras investigaciones posteriores, pues quedará abierta para que se continúe trabajando en la propuesta que al final se logre plantear en este trabajo.

Hay que considerar que, en una sociedad digital, el uso correcto de la información y el manejo adecuado de la tecnología, juntamente con la educación hacen la diferencia en un mundo tan competitivo y es de vital importancia para el desarrollo de una nación. Los sistemas educativos en algunos países de América Latina y sobre todo en El Salvador son débiles y no cubren satisfactoriamente los escenarios de calidad que un profesional

necesita para desarrollarse en las diferentes áreas que demanda la sociedad, sobre todo cuando no hay inversión pública en este sector.

La Educación de calidad es uno de los objetivos de desarrollo sostenible propuestos por la Organización de la Naciones Unidas para ser alcanzados en 2030, que establece la búsqueda de un sistema de educación para mejorar la calidad de vida, dentro de sus estamentos indica que el acceso a la educación inclusiva puede ayudar a preparar a las personas con los conocimientos y herramientas que les permitirán implementar soluciones innovadoras a los problemas del mundo [10].

En América Latina según el Instituto de Estadística de la Unesco, la calidad en educación es un desafío y a pesar de que la región ha avanzado en materia de educación durante los recientes 15 años, aún queda pendiente el desafío de la calidad, todavía quedan brechas que afectan a la población más vulnerable. El mayor reto en esta sociedad es buscar un enfoque de aprendizaje que se dé a lo largo de la vida, y para ello se requieren políticas públicas más ambiciosas, integrales, de largo aliento y que articulen múltiples oportunidades educativas, tanto formales como no formales. Por lo que propone repensar los sistemas educativos tradicionales. Los gobiernos deben ofrecer a los jóvenes y adultos, oportunidades de aprendizaje a lo largo de la vida. Los jóvenes demandan una pedagogía activa, conectada con la vida y sus intereses [11]. Es por ello, que la educación no puede basarse únicamente en la tradicional de hace muchos años, sino que debe innovar, utilizando herramientas tecnológicas atractivas a los jóvenes y que sirvan de apoyo a su aprendizaje, a través de métodos que involucren la participación de los estudiantes de forma colaborativa.

Debido al uso masivo de la tecnología, la información está creciendo a ritmo acelerado, sobre todo en medios digitales como Internet, donde se encuentran sitios que muestran

grandes volúmenes de datos en los cuales no hay un nivel de calidad que garantice que el contenido de estos sea fidedignos, adecuados y reales.

En un discurso de la Real Académica Galega de Ciencias [12], se habla de un crecimiento exponencial de la información disponible en línea, esto debido al abaratamiento de los equipos informáticos, el aumento de su capacidad de cómputo sobre todo con la aparición de la computación paralela masiva, la cada vez mayor capacidad y menor coste de las unidades de almacenamiento, la conexión de casi cualquier tipo de dispositivo a Internet, y el constante aumento de la velocidad ofrecida por las redes de comunicaciones, han hecho posible este crecimiento. Sin embargo, a pesar de todas las oportunidades existentes, según un informe del Banco Mundial publicado en enero de 2016 [13], señala que “si bien Internet, los teléfonos móviles y otras tecnologías digitales se están extendiendo rápidamente en todo el mundo en desarrollo, los dividendos digitales esperados —mayor crecimiento, más empleo y mejores servicios públicos— están por debajo de las expectativas, y el 60 % de la población mundial sigue sin poder participar en la economía digital en constante expansión”.

Por lo tanto, Jim Yong Kim, presidente del Grupo Banco Mundial dijo: “Debemos continuar conectando a todas las personas para que nadie quede a la zaga, porque la pérdida de oportunidades tiene un costo altísimo. Pero para que los dividendos digitales puedan compartirse ampliamente entre todos los segmentos de la sociedad, los países también deben mejorar el clima de negocios, invertir en la educación y la salud de las personas, y promover el buen gobierno”.

Por tal motivo en la búsqueda de una solución a esta problemática surge el interés por encontrar una alternativa metodológica de enseñanza-aprendizaje que permita fortalecer los sistemas educativos que existen en la actualidad.

En este tiempo se tienen iniciativas sobre el aprendizaje colaborativo pero estas no poseen controles de calidad rigurosos y cualquier persona con acceso a Internet puede agregar lo que se le ocurra sobre una determinada temática, asimismo estas son utilizadas para realizar trabajos o tareas colaborativas, como repositorios para acceder a recursos descargables para ser consultados por determinados usuarios, y son utilizados en la educación virtual como una herramienta didáctica para colaborar en actividades grupales, pero no como el eje metodológico de un proceso de enseñan-aprendizaje.

El aprendizaje colaborativo, involucra un cambio de mentalidad, pues no se contempla al discente como persona aislada, sino en interacción con los demás y el papel de la computadora (ordenador) como elemento mediador que apoya este proceso. El ordenador, el software utilizado, deben favorecer los procesos de interacción y la solución conjunta de los problemas.

El aprendizaje colaborativo parte de un conocimiento no fundamental. Éste deriva a partir del razonamiento y la argumentación sobre las informaciones disponibles, no de la memorización. En el proceso, los estudiantes deben cuestionarse las respuestas, incluso las del profesor, y se les debe ayudar a llegar a conceptos, mediante su participación en el proceso de aprendizaje. Como resultado de esta elaboración, se construye el nuevo conocimiento, algo que no ocurre cuando se trabaja con hechos e información asociada al conocimiento fundamental, o conocimiento experto [14].

El conocimiento científico de esta investigación incurre en el aprendizaje jerarquizado. Esto facilitará el aprendizaje colaborativo estratificado y piramidal, donde cada uno de los involucrados ejerce y coexisten dos roles, por un lado, el de docente, la persona que transmite el conocimiento al momento de tutorar a alguien de nivel educativo inferior, pero por otro lado el de discente, cuando está recibiendo conocimiento de alguien con un nivel educativo superior. Este intercambio piramidal y generoso se dinamiza en función

del nivel de conocimiento del participante y permite un crecimiento exponencial de la difusión del conocimiento originario en cualquier área que se desee cubrir.

En concreto, en su ámbito funcional, el sistema ha de servir como plataforma genérica de la enseñanza piramidal, mediante el paradigma model driven, esto es, se garantizará la coherencia causal con los objetivos operativos que se identifiquen y, al mismo tiempo, se incorporarán objetivos adicionales fruto de las técnicas de los sistemas de educación en línea.

En uno de los primeros hitos de este proyecto, se desarrollará el prototipo experimental de plataforma tecnológica, tipo e-learning.

Hay que notar que la aportación a la solución de un problema es mediante la inspiración, porque surge de una idea, de la iniciativa que se tenga, de una conjetura y es la que entronca con la experiencia, la preferencia, la causalidad, la moda, la costumbre, la escuela o la corriente, la influencia externa, y otras causas de índole subjetiva o fantástica. Esa inspiración podrá, a su vez, ser de naturaleza endógena, que es lo que llamamos intuición, y producirá resultados artísticos (avalados por la convicción); e incluso podrá ser de naturaleza exógena, que es lo que llamamos revelación (resultados avalados por la creencia).

Debido a que los avales de la inspiración, la convicción y la confianza, son débiles, su papel en el diseño de las cosas, los ingenios y los procesos se acepta como recurso extremo, en ausencia de deducibilidad teórica y de empiria inductiva que garanticen la objetividad. Por eso, la finalidad general de la metodología de diseño es maximizar la base objetiva de las decisiones de diseño y, en consecuencia, disminuir la subjetividad.

La conclusión sobre el estado del conocimiento es que aumenta el interés por la educación piramidal para obtener una especificación formal de un problema a partir de los objetivos que se plantean satisfacer en dicho problema. Ello se explica, entre otros motivos, por la

también creciente envergadura de los sistemas que dan solución a los problemas cada vez más complicados que se abordan.

Esta investigación está basada en las propuestas que se recogen en las publicaciones sobre “Formalización algebraica del método de arriba hacia abajo de diseño tecnológico” [6], [15].

### **1.2.2. Importancia de la investigación científica**

No se puede comenzar a realizar una investigación, sin antes saber qué es la ciencia, porque luego será necesario conocer acerca del método científico para ponerlo en práctica en el trabajo realizado.

Una gran variedad de autores ha definido que es ciencia, cada uno enfatizando lo que consideran importante y a la vez de dónde proviene el vocablo.

En términos sencillos se puede decir que ciencia es conocimiento sobre una materia o área específica para explicar principios, causas o efectos, lo cual se logra a través de la observación y experimentación utilizando metodologías adecuadas para el objeto que se tiene en estudio.

Ander Egg [16], dice que la ciencia es “un conjunto de conocimientos racionales, ciertos o probables, que, obtenidos metódicamente y verificados en su contrastación con la realidad, se sistematizan orgánicamente, haciendo referencias a objetos de una misma naturaleza, y cuyos contenidos son susceptibles de ser transmitidos”.

Para poder hacer investigación científica, es necesario introducirse en el estudio de la ciencia como tal y de todos aquellos elementos que nos permitan el desarrollo de sus objetivos.

Sierra Bravo [17], dice que: “La palabra ciencia se deriva etimológicamente en las lenguas modernas del vocablo latino scientia. En el latín ciencia tiene un sentido muy

amplio y significa: conocimiento, práctica, doctrina, erudición. Esta concepción latina de ciencia concuerda con el significado del origen de su raíz, el verbo latino *scio* que se deriva a su vez del griego “*isemi*”. Este verbo griego equivale también a saber, en toda la extensión de la palabra: conocer, tener noticia de, estar informado”.

Por lo tanto, no se puede hacer una investigación sin tomar en cuenta que para ello debe existir conocimiento de lo que se quiere investigar, por lo que, se debe estar informado de todo lo relacionado al tema que sea de interés.

Sierra Bravo define la ciencia en sentido estricto, como un conjunto sistemático de conocimientos sobre la realidad observable, obtenidos mediante el método de investigación

científico. La ciencia constituye un bien por sí misma, como sistema de ideas establecidas provisionalmente y como actividad productora de nuevas ideas.

Es por ello por lo que el método científico, que se verá más adelante, hace uso de la ciencia, en el cual la observación forma parte de una de las etapas más importante de dicho método.

Karl Popper, relaciona lo que llama la teoría del conocimiento con la ciencia, ya que la palabra *ciencia* quiere decir conocimiento, él lo ve como una señal que nos indica su relación. Además de esto, Popper dice que la ciencia es la obtención de la información a partir de experimentos y de análisis de errores.

En la ciencia empírica, de acuerdo con Popper, formulamos nuestras hipótesis de tal modo que puedan ser sometidas a control experimental: nunca podemos demostrarlas de modo concluyente, pero podemos avanzar hacia la verdad eliminando los errores que detectamos cuando chocan con la experiencia [18].

Kuhn explica la ciencia desde un punto de vista alternativo al convencional. Para Kuhn la ciencia no es solo un contraste entre teorías y la realidad, sino que también hay diálogo,

debate y luchas entre los científicos que apoyan diversos paradigmas. La ciencia es presentada por Kuhn como una estructura cognoscitiva dinámica que surge y se desarrolla dentro de un contexto histórico-social, un paradigma, constituido por un conjunto de valores cognitivos que dependen de la comunidad científica [19].

Para el caso de Imre Lakatos, en toda investigación científica se encuentran anomalías que bajo el prisma falsacionista ingenuo serían consideradas instancias refutadoras, pero, la actitud del científico, normalmente, es pasarlas por alto concentrándose en las posibilidades que le ofrece la heurística positiva de su investigación, confiando que más adelante, a la luz de nuevos descubrimientos, las incongruencias se aclararán [20].

Lakatos dice que una teoría es científica cuando puede ser falsada. Todas las teorías deben ser falsables, la ciencia no puede probar ninguna teoría, pero si puede desaprobarlas. La ciencia crece mediante reiteradas eliminaciones de teorías con la ayuda de los hechos sólidos. A las proposiciones no falsables, el falsacionismo las considera metafísicas y les niega rango científico [21].

Por otra parte, en la actualidad, conviene delimitar el concepto de Tecnología, que para Bunge [22] consiste en el desarrollo de la actividad científica aplicada al mejoramiento de nuestro medio natural y artificial, a la invención y manufactura de bienes materiales y culturales. Además, dice que “la ciencia, en resolución, crece a partir del conocimiento común y le rebasa con su crecimiento”.

Sin embargo, como afirman algunos autores, el objetivo principal de una ciencia, más que una mera descripción de fenómenos empíricos es establecer, mediante leyes y teorías, los principios generales con que se pueden explicar y pronosticar los fenómenos empíricos. Esto significa que, el objetivo de la investigación científica es la búsqueda sistemática de los hechos, a través de una serie de pasos o etapas que permitirán llevar a cabo la realización de la investigación, lo cual debe hacerse objetivamente, sin valoraciones del

investigador y con una clara aspiración al conocimiento aséptico, aunque cabe mencionar, que de alguna manera, mantener la pureza es algo imposible en toda realización humana, pero en la medida de lo posible hay que considerar trabajar de manera limpia.

### **1.2.3. Método científico**

Se puede definir el método científico como el proceso estructurado u ordenado para obtener resultados o información acerca de un objeto o fenómeno, por medio de la observación o experimentación con el fin de encontrar nuevos conocimientos en las ciencias.

El método científico es relevante en toda investigación científica, por lo que se requiere conocer la opinión de algunos autores.

“Por «método» se entiende «orden», «proceso con el que se busca un fin» [23], por lo tanto, la investigación científica es un proceso, que, mediante la aplicación del método científico, procura obtener información relevante y fidedigna (digna de fe y crédito) para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento.

A través de la investigación se muestra conocimiento no conocido con anterioridad. La investigación es una herramienta para conocer lo que nos rodea y su carácter universal.

El método científico es también llamado conocimiento crítico, no es tajantemente diferente al conocimiento de la vida cotidiana y su objeto puede ser el mismo.

Intenta relacionar de manera sistemática todos los conocimientos adquiridos acerca de un determinado ámbito de la realidad.

Es aquel que se obtiene mediante procedimientos con pretensión de validez, utilizando la reflexión, los razonamientos lógicos y respondiendo una búsqueda intencional por la cual se delimita a los objetos y se previenen los métodos de indagación.

Es el método que permite satisfacer la necesidad de lograr un conocimiento verdadero.

La ciencia, afirma Popper, no comienza con observaciones. Lo primero en nosotros son las teorías, prejuicios y mitos. Cuando estos últimos entran en conflicto se crean problemas, que es cuando recién comienza la ciencia. Esto último se relaciona con el proceder del método científico, según el cual, primero tropezamos con un problema y luego tratamos de resolverlo proponiendo una teoría. Más tarde aprendemos de nuestros errores en los intentos de solución, lo cual nos lleva a nuevos problemas (problemas-teorías-críticas).

Si bien no hay un criterio de verdad, si existe un criterio de error, a través de la eliminación crítica de éste, por medio del cual podemos, según Popper, acercarnos a la verdad [24].

En el libro *Metodologías de la Investigación* [25], los autores mencionan que la investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno.

Existen varios enfoques en la investigación, pero independientemente de cual se utilice, el método científico tiene varias etapas [26], las cuales son:

1. Observar fenómenos, eventos, hechos.

Consiste en la recopilación de hechos acerca de un problema o fenómeno natural que despierta nuestra curiosidad. Las observaciones deben ser lo más claras y numerosas posible, porque han de servir como base de partida para la solución. Toda investigación parte de la observación, ya que mediante esta etapa podemos darnos cuenta de lo que realmente queremos conocer o descubrir de forma más precisa.

2. Preguntas, datos, análisis. Cuando hemos observado, surgen las preguntas de que lo que queremos investigar, los datos que son necesarios y los análisis respectivos a realizar en la investigación.

3. Hipótesis, conjeturas, ideas. Es la explicación que nos damos ante el hecho observado. Su utilidad consiste en que nos proporciona una interpretación de los hechos de que disponemos, interpretación que debe ser puesta a prueba por observaciones y experimentos posteriores. Las hipótesis no deben ser tomadas nunca como verdaderas, debido a que un mismo hecho observado puede explicarse mediante numerosas hipótesis. Cabe mencionar también, que no todas las investigaciones llevan hipótesis, esto debido al tipo de investigación que se realice.

El objeto de una buena hipótesis únicamente dará la explicación para motivar a hacer más experimentos y observaciones.

4. Experimentación, poner a prueba las hipótesis. En esta etapa, consiste en verificar y comprobar la hipótesis realizada anteriormente, lo cual determinará la validez de las posibles explicaciones que se han realizado y permitirá decidir si se acepta o se rechaza la hipótesis.
5. Comprobación, aceptar o rechazar una hipótesis. De acuerdo con la etapa anterior, después de haber experimentado, se podrá decidir si se acepta o no la hipótesis planteada.
6. Resultados, observar y reportar. Una vez aceptada o rechazada la hipótesis, se pueden obtener resultados, los cuales serán observados para luego reportarlos en la investigación.
7. Comunicación social de la ciencia, difundir y divulgar. Una vez se tengan los resultados de la investigación, se podrá difundir o divulgar a través de cualquier medio, ya sea en artículos de revista o en periódicos, en congresos, libros u otros medios.

Todo lo anterior es muy importante conocerlo, porque de nada serviría saber en qué consiste el método científico y sus etapas si el investigador no sabe cómo aplicarlo en su trabajo. Tal y como lo escribió Peter B. Medawar [27], un científico británico que obtuvo el premio Nobel de Fisiología o Medicina en 1960 por sus investigaciones en el campo de la Inmunología, el escribió: “la mayoría de los hombres de ciencia no han recibido ninguna instrucción formal en el método científico, y (...) quienes parecen haberla recibido no muestran una superioridad sobre quienes no la recibieron”.

Con lo anterior no se pretende menospreciar el método científico, sino más bien, se hace énfasis en la importancia de su aplicación para un buen trabajo de investigación.

Se debe tener muy claro que no todo trabajo que se realiza es una investigación, pues muchos confunden el hecho de simplemente copiar información o realizar algún resumen para presentarlo posteriormente.

Marcelo M. Gómez [28], en su libro *Introducción a la metodología de la investigación científica*, dice que la palabra “**investigar**”, proviene del latín **in**(en) y **vestigare** (hallar, indagar, seguir vestigios), por lo tanto, define la investigación científica como: “un procedimiento reflexivo, sistemático, controlado y crítico que tiene por finalidad descubrir o interpretar los hechos y fenómenos de un determinado ámbito de la realidad”.

A nivel de un estudio de doctorado, se pretende realizar esta investigación científica, de tal manera que cumpla todo lo requerido y poder dar a conocer a la población interesada en el tema seleccionado y a la comunidad científica, los resultados obtenidos, para que puedan ser utilizados en futuras investigaciones y de esta manera continuar desarrollando conocimiento y mejorar lo investigado.

#### **1.2.4. Los paradigmas en la investigación**

Hay que comenzar por definir el concepto de paradigma y este proviene del griego *Paradeima* que significa modelo, tipo ejemplo. Cuando una comunidad científica o religiosa da por aceptado un paradigma se crea un fenómeno espacio-tiempo lineal en donde no se cambia de opinión y se establece como verdad absoluta, en ese caso la evolución se estanca.

Se analizará el término paradigma desde el punto de vista de algunos autores, tal es el caso de Thomas S. Kuhn, en su libro *La estructura de las revoluciones científicas* [29], el cual dice "Considero a los paradigmas como realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica".

Kuhn le dio un significado contemporáneo a paradigma para referirse a un conjunto de prácticas que definen una disciplina científica durante un periodo específico. Kuhn, prefería el término ejemplar o ciencia normal, que tienen un significado filosófico más exacto, sin embargo, en el libro mencionado anteriormente define paradigma de la siguiente manera:

- Lo que se debe observar y escrutar.
- El tipo de interrogantes que se supone hay que formular para hallar respuestas en relación con el objetivo.
- Cómo deben estructurarse estas interrogantes.

Para Kuhn, al cambiar el paradigma todo volvía a cero, pero los paradigmas son más complejos ya que no actúan aislados sino interactúan a si mismo con los demás.

Platón usó el término *paradeigma* (*paradeigma*) en varios sentidos: "ejemplo", "muestra", "patrón", "modelo", "copia". Sin embargo, parece que el significado más apropiado para

designar un paradigma es el de modelo o ejemplar, especialmente cuando se refiere a las ideas como ejemplares o modelos de las cosas naturales.

Paradigma, representa la teoría general o conjunto de ideas aprobadas y sostenidas por una generación o un grupo coherente de científicos contemporáneos.

Para explicar su desarrollo Kuhn no distingue entre teorías, sino entre dos maneras diferentes de hacer ciencia, es decir, por una parte, la ciencia normal, y por la otra, la ciencia extraordinaria o revolucionaria [30].

Por otro lado, George Ritzer [31] afirma que los paradigmas sirven para definir qué es lo que debe ser estudiado; qué preguntas se deben realizar, cómo deben de preguntarse; cuáles reglas deben seguirse. Según este autor, el paradigma es la unidad de consenso más amplia dentro de una ciencia y sirve para diferenciar una comunidad científica de otra. Incluye, define e interrelaciona, las teorías, métodos e instrumentos que existen en ella.

Se considera que los paradigmas son categorías en las que se agrupan un conjunto de trabajos de investigación que presentan similitudes en cuanto a la conceptualización empleada, la metodología aplicada y las formas de interpretar los resultados. Los paradigmas funcionan como guías de investigación y facilitan la contrastación de resultados.

De acuerdo con Marín en su artículo “*La noción de paradigma*” [32], estos tienen ciertas características:

- *Al paradigma no lo podemos invalidar, falsar, acabar, destruir.* No es posible invalidarlo ni verificarlo empíricamente, esto lo acerca a la noción de ideología.
- *El paradigma es exclusivo y excluyente.* Datos, enunciados, ideas que no existan conforme a su marco de referencia no son reconocidos por éste.

- *El paradigma nos engeuece para lo que excluye como si no existiera.* El paradigma es inconsciente, es supraconsciente, es decir, el paradigma se internaliza y como férrea anteojera no permite ver otras posibilidades.
- *El paradigma es invisible.* Es un organizador invisible. Siempre es virtual, el paradigma nunca es formulado en cuanto tal, no existe más que en sus manifestaciones.
- *El paradigma crea la evidencia ocultándose a sí mismo.* El que yace bajo su imperio cree que se rige por los hechos, por la verdad y no por el paradigma, como gestalt o aparato generador de imágenes.
- *El paradigma crea la sensación de lo que es real.* Lo real es lo objetivo y lo subjetivo es contingente y descartable. Lo real es lo preciso; lo ambiguo y polisémico son apariencias.
- *Como es invisible, el paradigma es invulnerable.* Esta indestructibilidad es relativa, el talón de Aquiles de los paradigmas tiene que ver con los individuos, su creatividad, su imaginación y los caldos de cultivo e interacciones entre distintas culturas.
- *Los paradigmas son inconmensurables entre sí.* La vida de la ciencia y de las teorías científicas no obedece a un efecto lineal, acumulativo y progresivo.
- *Un gran paradigma determina una visión de mundo.*

### **1.2.5. La educación en América Latina**

El sistema educativo en América Latina tiene mucho por hacer y por consiguiente muchas oportunidades de mejora. De hecho, la estructura del proceso de enseñanza actual fue concebida en la era industrial, principalmente para formar obreros, orientado a la producción y control en masa [33].

El problema que enfrentan algunos países de América Latina y por supuesto El Salvador, es que no hay mucha inversión pública en sus presupuestos de nación.

De acuerdo con una investigación realizada por la Universidad Francisco Gavidia de El Salvador [34], el Ministerio de Educación (MINED) ya tuvo dos años en los cuales alcanzó una cifra igual o mayor al 4% según el PIB. En términos brutos el crecimiento del presupuesto en estos años ha sido más que el doble, pasando de 385 millones en el año 2000 a 940 millones en el 2018. Sin embargo, estos datos en relación con el PIB solamente pasaron del 3.49% en el 2000 a 3.95% en 2018, cerca de 0.5% en 18 años, cifras evidentemente insuficientes para las necesidades reales del país tal como fueron consignadas en el documento del Consejo Nacional de Educación de El Salvador (CONED) que estimaba el financiamiento del plan “El Salvador Educado” en más de 12,573 millones de dólares en una década (2006-2016) (MINED, 2016).

Es evidente que, en años anteriores, en El Salvador, no se destinaba mucho presupuesto para el sector educativo, lejos de eso, en algunos años hasta hubo recorte de presupuesto para la educación, tanto que, en el año 2018 el Ministerio de Educación dispuso de menos recursos que en 2017, y el porcentaje de la inversión respecto al PIB incluso fue menor que el registrado en 2014. El presupuesto de Educación pasó de 944 millones de dólares (2017) a 932 millones de dólares en 2018. En cifras relativas, el presupuesto para 2018 significa un recorte del 0.2% del PIB, pero en cifras absolutas habla de 11.7 millones de dólares menos para atender las necesidades de un sistema educativo que ha estado en ruinas y que padece enfermedades crónicas en calidad de la educación, infraestructura, acceso y deserción [35].

Sin embargo, en el presupuesto del 2021, por primera vez en la historia, la asignación para el Ministerio de Educación se eleva a \$1,320.4 millones lo que representa el 5% del PIB; de los cuales se destinará recursos para cubrir el 100% del escalafón Docente y

Administrativo; contratación de 80 docentes de los Centros de Desarrollo Infantil del ISNA; fortalecimiento de la Educación de la Primera Infancia; Programa de Inversión para la reducción de brecha digital en Centros Escolares, que comprende la dotación de computadoras a alumnos de todo el sistema educativo, y mejoramiento de escuelas en todo el país.

Además, se fortalecen las asignaciones para la Universidad de El Salvador por 10 millones más que el año pasado, más 13 millones de dólares para la construcción de nuevas sedes universitarias en Chalatenango y Morazán [36].

En el caso de Costa Rica, medios de comunicación, economistas, políticos y hasta estudiosos del tema han resaltado la visión de Estado que ha hecho invertir al país centroamericano, en porcentajes del PIB, mucho más que otras potencias mundiales. Tal es el caso que si se revisan los datos de porcentajes de inversión pública en educación (% MEP/PIB), en el 2005 fue del 4.94%, 2010 el 6.46%, 2015 el 7.52% [34].

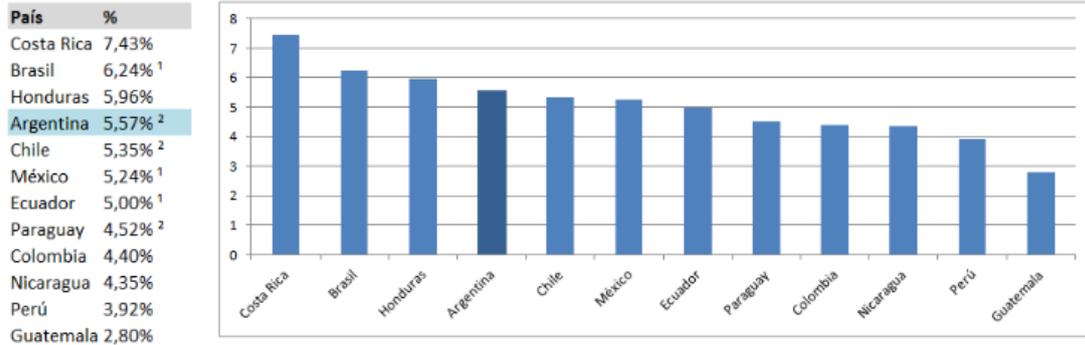
La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) destacó a Costa Rica como líder en inversión en educación entre los latinoamericanos. Esto gracias a que Costa Rica es el que destina el mayor porcentaje de la riqueza nacional a la enseñanza. Los costarricenses otorgan el 7,43% del Producto Interno Bruto (PIB) a este rubro; mientras que la medida promedio de los países que pertenecen a OCDE si acaso supera el 5%.

En el caso de Colombia, los suramericanos encauzan el 4,4% del presupuesto del PIB a la educación. Al sumar los recursos estatales y privados, la OCDE coloca a esta nación entre los segundos de Latinoamérica. Chile, destina el 5.35% del PIB a la enseñanza. La organización los sitúa en el podio latinoamericano al añadir la inversión privada.

Argentina, según datos del Banco Mundial en 2017 los argentinos invirtieron un 5,57% del PIB para educación [37] y México, enfocan el 6,2% del PIB para la educación [38].

En el siguiente gráfico se puede apreciar el gasto público en educación de algunos países de América Latina según el Banco Mundial durante el 2017.

**Gasto público en educación, 2017 (% del PIB)**



<sup>1</sup> Datos de 2015, <sup>2</sup> Datos de 2016

Fuente: Banco Mundial / Instituto de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)

*Figura 1.1 Gasto público en educación, 2017*  
*Fuente: Banco Mundial*

Otra situación por considerar es que las sociedades en vías de desarrollo no logran avanzar y salir del estancamiento en el que se encuentran, esto en parte a la inflexibilidad de las instituciones educativas y procedimientos tradicionales y obsoletos; por lo tanto, no tienen soluciones y respuestas oportunas ante los constantes y acelerados cambios en los que las sociedades actuales están viviendo [39]. Con el desarrollo de las nuevas tecnologías y sobre todo con el giro hacia la industria 4.0, las sociedades se enfrentan a un cambio en muchas áreas, entre estas económicas, culturales, políticas y sociales. Lo cual toma mayor relevancia en el ámbito educativo, en donde se generan disrupciones que están influyendo en la calidad en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Dentro de estas disrupciones, se mencionan como positivas: permitir una experiencia de aprendizaje personalizado, colaboración en línea entre estudiantes y educadores, el paradigma de aprendizaje en redes sociales y mejoramiento de la visión del quehacer académico. En cada uno de estos cambios, la implementación de nuevas tecnologías en el área educativa juega un rol de suma importancia en la transformación social en cuanto al sistema educativo al que acceden [40] [41] [42]. Esto se convierte en un desafío para todos los

actores del entorno educativo, los docentes y universidades. Sin embargo, los sistemas educativos en América Latina continúan asumiendo el reto de garantizar el acceso a educación de calidad a sus estudiantes. Un ejemplo de esto es la implementación de procesos de enseñanza-aprendizaje de forma No Presencial o Virtual [42] [43] [44].

La OEI (Organización de Estados Iberoamericanos), menciona que es necesaria una estrategia de integración de las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) en los sistemas educativos en sociedades en vías de desarrollo para ofrecer nuevas oportunidades de aprendizaje a favor de una educación para todos, con nuevas prácticas de aprendizaje, que disminuya a su vez el analfabetismo digital [45]. Al mismo tiempo cita que una de las acciones para disminuir la brecha digital en los diferentes estratos sociales consiste en facilitar el acceso a tecnologías económicamente viables y primordialmente proveer acceso al Internet. Sin embargo, no se especifica nada acerca de la calidad de estos servicios tecnológicos y más aún, si estos deben estar orientados al área educativa. Por ejemplo, en El Salvador hay universidades que ofrecen carreras completamente virtuales o semipresenciales, para apoyar a aquellos estudiantes que tienen deseos de superación pero que muchas veces por su ubicación geográfica y falta de tiempo no continúan sus estudios profesionales. Las instituciones de educación superior que ofrecen carreras en modalidad virtual lo hacen a través del uso de la plataforma Moodle [44] y en el caso de la Universidad Tecnológica, a partir del ciclo 02-2020, se hace uso de Blackboard Learn para las carreras completamente virtuales.

Para contribuir al mejoramiento de la calidad de la educación en El Salvador, se propone un nuevo modelo al que se ha denominado Educación Piramidal. Para realizar la investigación se ha seguido la metodología causal, en la que se responden preguntas correspondientes a los subproblemas de la metodología tales como ¿qué es? y ¿para qué es?, posteriormente se contestan las interrogantes ¿cómo?, ¿con qué?, ¿cuándo? y ¿quién.

Por esa razón este trabajo aborda aspectos diferentes a las formas tradicionales de resolver un problema; haciendo uso de nuevas metodologías, evitando el tradicionalismo y la arbitrariedad que por lo general suelen existir en los procesos de toma de decisiones, ayudando a generar calidad en la solución.

### **La brecha digital**

El término “brecha digital” (en idioma inglés “digital divide” o “digital gap”) es un concepto, que en general, se refiere a ese espacio o brecha que separa a aquellos sectores poblacionales que poseen acceso regular y eficiente a tecnologías digitales y aquellos que no lo tienen. En otras palabras, es la brecha que existe entre los “conectados” y los “no conectados”. Este término fue popularizado en la década del 90 en los Estados Unidos por el secretario de comercio de entonces. Esta brecha se dice es resultado de profunda diferencias sociales y económicas que afectan el acceso a las tecnologías digitales, lo cual se relaciona con la inclusión social y la igualdad de oportunidades. A pesar de que en un principio se podría pensar que esta brecha solo existe en países en “vías de desarrollo”, en realidad, en los últimos años también ha comenzado a ser problema para la mayoría de país industrializados [46].

Bajo la óptica del problema general “brecha digital” se destacan dos sub-problemas:

El primero, la desigualdad de acceso a las tecnologías y el segundo, la desigualdad en las destrezas digitales e intereses. El primer sub-problema, el acceso a las TIC (generalizado como el acceso al internet) depende en principio de la posesión de los componentes técnicos necesarios: tecnología, conexión y acceso, además de que se tengan los conocimientos básicos para utilizar esos recursos. En segunda instancia está el problema que, una vez lograda la conectividad, es el de la alfabetización previa al correcto uso de

este servicio para acceder a nuevos conocimientos y adquirir nuevas destrezas que conlleven un avance en el desarrollo social e intelectual de aquel que accede a la TIC.

Entonces el problema de la “brecha digital” no es tan simple y no depende únicamente de la capacidad de acceso a las TIC (internet), y saltar esta brecha más allá de proveer medios de acceso a la población, sino también, unido a esto, dotar se contenidos con los cuales la accesibilidad puede ser un medio más que para entretener, un medio para entrar a un mundo de conocimientos y aprendizaje.

Hoy en día no cabe duda, que el conocimiento es un elemento fundamental para el desarrollo y crecimiento social, por lo tanto, el lograr una educación de calidad y que sea accesible a todos es uno de los principales retos de las sociedades latinoamericanas.

De acuerdo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la brecha digital, está vinculada con el ODS 4: Educación de calidad, debido a que es imprescindible garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos y en estos momentos en los que se está viviendo la pandemia del COVID-19, es necesario que la educación llegue a todos lados independientemente se tengan limitaciones de recursos y se deben buscar los mecanismos para que la educación no se detenga, ya que la educación es la clave para poder salir de la pobreza y permitirá el crecimiento económico de un país.

Es cada vez más evidente la función que tienen el aprendizaje y la educación en la sociedad, ya que ha sido una constante que toma más fuerza a través de diversos medios.

Es por ello por lo que la brecha digital también está relacionada con el ODS 10: Reducción de las desigualdades en y entre los países, para garantizar que nadie se quede atrás. Cada país en América Latina hace su propio esfuerzo para brindar educación y a la vez reducir la brecha digital.

La pandemia del COVID-19 ha intensificado las desigualdades existentes y por supuesto que las comunidades más pobres son las más vulnerables, debido a que han sido golpeadas con el desempleo y muchas personas han tenido que dejar de estudiar porque ya no tienen los recursos adecuados para continuar. Por lo tanto, las desigualdades sociales, políticas y económicas han amplificado los efectos de la pandemia y en muchos casos la brecha digital también se ha ampliado.

En El Salvador, debido a la pandemia del COVID-19, todas las instituciones educativas han tenido que adaptarse a la modalidad virtual para continuar con el proceso de enseñanza aprendizaje, que hasta hace poco eso solo se daba en la educación superior, pero eso conlleva a estar preparados con el equipo tecnológico y conexión a Internet, que en algunos lugares por lo difícil y remoto donde se encuentran, no es fácil tener los recursos necesarios, sin embargo el Ministerio de Educación (MINED) [47], ha hecho grandes esfuerzos para que la brecha digital no sea tan abismal, por lo que ha comenzado a entregar computadoras a los maestros y dotará de computadoras a los estudiantes y a las escuelas para que puedan continuar con el proceso educativo [48], además hace entrega de paquetes escolares, guías de trabajo y hay un programa en televisión nacional donde se pasan franjas educativas de acuerdo a los diferentes niveles de escolaridad, los cuales están repartidos en distintos horarios durante el día. En esas franjas educativas, hay maestros que imparten ciertos contenidos de forma dinámica e ilustrativa para que los niños y adolescentes puedan reforzar los temas que se les imparten en las distintas instituciones escolares.

### **La importancia de la educación en la sociedad.**

La educación juega un papel muy importante en el desarrollo de la sociedad, siendo uno de los motores de su proceso evolutivo. Es por ello por lo que la docencia y los procesos

de aprendizaje deben adaptarse persistentemente a las características de las personas que en cada momento la componen.

Se sabe que en los últimos años se está viviendo una auténtica revolución tecnológica y que esto ha venido a cambiar los hábitos de vida de muchas personas, afectando o beneficiando su entorno, por lo que los estudiantes más jóvenes, que han crecido y se han desarrollado con la tecnología en sus manos, están tan familiarizados con un aprendizaje mucho más interactivo, a ellos se les conoce como nativos digitales. Sin embargo, existen los otros estudiantes, a los que les ha tocado aprender y adaptarse al ritmo que lleva la tecnología y de igual manera la forma de aprender es diferente a la tradicional de hace varios años, a este tipo de personas se les conoce como inmigrantes digitales.

“Nativos digitales” es el término que describe a los estudiantes, que en el 2020 son menores de 30 años, que han crecido con la tecnología y, por lo tanto, tienen una habilidad innata en el lenguaje y en el entorno digital. Las herramientas tecnológicas ocupan un lugar central en sus vidas y dependen de ellas para todo tipo de cuestiones cotidianas como estudiar, relacionarse, comprar, informarse o divertirse [49], a este tipo de personas también se les conoce como generación del milenio o el término en inglés millennial generation, aunque no hay rangos precisos para esta generación, se dice que son los que nacieron en los primeros años de la década de 1980 y a mediados de 1990 o principios del 2000 son también conocidos como generación “Y”. Luego están los de la generación “Z”, para los nacidos a principios o a mediados del 2000, por eso también se les llama posmileniales.

“Inmigrantes digitales” son aquellos que se han adaptado a la tecnología y hablan su idioma, pero con “un cierto acento”. Estos inmigrantes son fruto de un proceso de migración digital que supone un acercamiento hacia un entorno altamente tecnificado,

creado por las TIC. Se trata de personas entre 30 y 55 años que no son nativos digitales y han tenido que adaptarse a una sociedad cada vez más tecnificada.

Es por ello por lo que, la educación debe dejar de ser vista como una mera consecuencia del crecimiento de la economía y pasar a ser concebida como una de las fuentes del proceso de desarrollo que impacta en lo social y político de una sociedad [50].

En la actualidad latinoamericana, uno de los aspectos críticos a tomar en cuenta en la Sociedad del Conocimiento es el uso y acceso a las TIC, aspectos económicos [51], formas de comunicación e interacción entre los miembros de la sociedad, como gestionar el conocimiento, y las formas de aprender [52]. Es muy importante el uso de las TIC, así como el dominio y conocimiento de estas, para desenvolvernó en la sociedad moderna [53]. Sobre todo, porque nuestros estudiantes son personas jóvenes, los cuales aprenden de diferente manera y utilizando la tecnología.

En ningún otro punto de la historia, las sociedades han tenido a su disposición tantas TIC como en la era actual, tecnologías que avanzan a paso doble gracias a los avances en sistemas digitales, la electrónica e informática [54]. Específicamente, en el ámbito educativo, es clave reconocer que las posibilidades que ofrecen las TIC para la generación de procesos que posibiliten el aprendizaje de calidad de las personas, son muchas ya que favorecen la comunicación de los miembros en los procesos educativos. Las TIC permiten romper con paradigmas educativos que tienen que ver con el uso del espacio y del tiempo, permitiendo una integración y aprendizaje sin contexto social, espacial o temporal. Al mismo tiempo, las TIC, ofrecen oportunidades para acceder a materiales educativos de alta calidad desde lugares remotos, propiciando con esto un aprendizaje flexible y ubicuo, esto sin la dependencia de condiciones socioeconómicas del lugar de acceso [55].

Especialmente en Latinoamérica, el uso de las TIC en el sector educativo se vuelven un aliado en la inclusión social y económica de diversos sectores que anteriormente puede

que no hayan sido alcanzados por los métodos tradicionales [56]. Con la incorporación de las TIC en la educación se favorece la reducción de las barreras que no permiten el acercamiento de todas las personas a educación de calidad, a la cultura y al mundo laboral [57]. Sobre todo, en este momento, donde la pandemia del COVID-19 ha hecho que el uso del internet y las herramientas de comunicación sean tan necesarias para continuar con el proceso educativo y todos los involucrados han tenido que reestructurar tanto la forma de enseñar como la forma de aprender.

Es claro que para lograr los cambios activos y sociales se debe tener un conocimiento sobre la realidad de los países de la región y actuar en consecuencia y eficazmente. Uno de los grandes logros de la región latinoamericana en el siglo XX ha sido la ampliación de la cobertura de los servicios educativos. Y es en el nivel primario donde más se ha avanzado con esta universalidad, mientras que en el nivel medio aún hay un déficit. A inicios de la década del siglo XXI, existía una cobertura casi en un 90% en nivel primario y un 70% en nivel secundario [58].

Existe un consenso dentro de los países latinoamericanos que la educación, como fuente de desarrollo, debe ser distinta a la concebida durante gran parte del siglo XX. Debe estar orientada por la necesidad de mejorar la calidad y equidad en el acceso a la educación.

Es claro que en los países latinoamericanos la educación constituye un área estratégica para la reducción de la brecha digital. Por una parte, ello se debe a que el acceso a Internet en América Latina a nivel de hogares es extremadamente bajo comparado con lo que ocurre en los países desarrollados. A este rezago se agregan las brechas internas. Es decir, profundas desigualdades en el acceso a las TIC desde los hogares que están condicionadas por el nivel de ingresos, el área de residencia y el ciclo de vida familiar. Además, el uso de los sistemas de educación formal para democratizar el acceso a las TIC requiere de políticas públicas. La existencia de una política nacional sobre las TIC en educación y de

un programa público de informática educativa revela en qué medida existe compromiso y apoyo de los operadores políticos y las autoridades educacionales respecto al uso de las TIC en la educación [50].

#### **1.2.6. Paradigmas de aprendizaje en los modelos pedagógicos.**

Es necesario conocer las teorías más relevantes que han marcado los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación, ya que esto ayudará a comprender mejor el trabajo ya sea presencial o virtual y el acercamiento a estas teorías en el momento de preparar las clases, las actividades, los recursos visuales, auditivos, entre otros.

Muchas personas coinciden en que el aprendizaje es importante, pero tiene diferentes puntos de vista sobre las causas, los procesos y las consecuencias de este. No existe una definición de aprendizaje aceptada por todos los teóricos, investigadores y profesionales (Shuell, 1986).

*“El aprendizaje es un cambio perdurable en la conducta o en la capacidad de comportarse de cierta manera, el cual es resultado de la práctica o de otras formas de experiencia” [59].*

De acuerdo con Shunk, “el aprendizaje implica un cambio, perdura a lo largo del tiempo y ocurre por medio de la experiencia”.

En un grupo de clase, es normal observar el grado de aprendizaje en los estudiantes, pero hay que tener en cuenta de forma paralela el proceso de enseñanza y evaluar los resultados obtenidos. Esto conlleva a considerar como aprenden los estudiantes, para poder enseñarles lo que realmente necesitan a partir de los logros alcanzados y de no ser así, reorientar el proceso [60].

Para los que estamos inmersos en el ámbito educativo, sabemos que las teorías del aprendizaje se ocupan de interpretar el proceso en cualquier momento y circunstancia,

pero es de tomar en cuenta qué tipo de educación se está impartiendo, porque si el aprendizaje es a través de la educación tradicional, la evaluación también es de esa forma en una aula de clase, para lo cual se diseñan y crean las condiciones pertinentes en la que los estudiantes aprenden, de acuerdo a lo que la institución educativa planea, con contenidos seleccionados y para que se aprenda de formas determinadas y con ciertas herramientas didácticas.

Cada teoría existente pone el enfoque en algún aspecto: unas en la organización de los contenidos, otras en el diseño de los ambientes, en la progresión de los estímulos, en el procesamiento de la información que se recibe, en las operaciones mentales que se activan, en las interacciones sociales, etc.

Al analizar cada una de las teorías del aprendizaje, se puede determinar qué papel juega el docente en la enseñanza, al igual que las características que tienen cada uno de los estudiantes en su forma de aprender, así como el nivel educativo en el cual aplica el proceso.

Se podrá tomar decisiones sobre la enseñanza y la evaluación. Todas estas consideraciones permiten al docente realizar una enseñanza documentada, fundamentada y argumentada desde una determinada interpretación del aprendizaje, la enseñanza y la evaluación.

Es muy importante revisar las teorías de aprendizaje y considerar la evaluación desde la interpretación que cada autor.

#### **a. El paradigma constructivista**

Un paradigma constructivista asume que “el conocimiento es una construcción mental resultado de la actividad cognitiva del sujeto que aprende. Concibe el conocimiento como

una construcción propia, que surge de las comprensiones logradas a partir de los fenómenos que se quieren conocer” [60].

Este paradigma tiene como objetivo que el alumno construya su propio aprendizaje, por lo tanto, el profesor en su rol de guía debe apoyar al alumno para:

Desarrollar un conjunto de habilidades cognitivas que les permitan optimizar sus procesos de razonamiento.

Animarlos a tomar conciencia de sus propios procesos y estrategias mentales (metacognición) para poder controlarlos y modificarlos (autonomía), mejorando el rendimiento y la eficacia en el aprendizaje.

Incorporar objetivos de aprendizaje relativos a las habilidades cognitivas (meta-aprendizaje), dentro del currículo escolar [61].

“El constructivismo es un paradigma sobre el desarrollo cognitivo que tiene sus raíces inmediatas en la teoría de **Jean Piaget** sobre el desarrollo de la inteligencia, denominada epistemología genética, y sus raíces remotas en el **fenomenalismo de Emmanuel Kant**, quien afirmó que la realidad "en sí misma" no puede ser conocida. Solo pueden conocerse los fenómenos, es decir, la manera como se manifiestan los objetos al sujeto o conocedor” [60].

Este paradigma es aplicado en la enseñanza superior actual, porque hoy en día el docente hace que el estudiante desarrolle habilidades cognitivas para un mejor razonamiento, por lo que, ellos aprenden por sí solos, ya que el docente solo es un guía en el proceso educativo.

Los estudiantes, buscan, investigan, indagan y construyen su propio aprendizaje.

El constructivismo se puede comprender mejor si se contesta a una pregunta que siempre ha preocupado a los filósofos ¿cómo se adquiere el conocimiento?, a lo cual se responde

concibiendo el aprendizaje como un proceso único y personal que se da entre el docente y el estudiante, y coloca al docente como facilitador de dicho proceso.

Desde el punto de vista psicológico y filosófico se dice que los individuos forman o construyen gran parte de lo que aprenden y comprenden, destaca la situación en la adquisición y perfeccionamiento de las habilidades y los conocimientos [62].

### **b. Paradigma -Vigotsky**

Esta teoría difiere a la de Piaget, por lo que desde el punto de vista didáctico Gonzalo Maldonado Osorio indica que “el maestro no necesita esperar que las estructuras cognitivas estén preparadas en su desarrollo para ofrecer las nuevas experiencias de aprendizaje. Lo nuevo debe ser cualitativa y cuantitativamente superior, a lo previo para que "obligue" al aprendiz a la superación cognitiva. El reto no debe ser muy grande porque puede desmotivar y darse por vencido antes de iniciar la tarea; tampoco muy fácil porque distrae y hace perder el entusiasmo por aprender” [60].

Aprender bajo esta teoría, conlleva a que el estudiante o aprendiz debe hacerse autónomo e independiente, lo cual significa que cada vez necesita menos de la ayuda de personas adultas o con experiencia, por lo que la evaluación del aprendizaje en cuanto a los logros obtenidos se da a partir de la mayor o menor necesidad que el individuo tenga de otras personas por aprender.

Esta teoría se adapta mucho más a la realidad en la educación superior, sobre todo en entornos virtuales, porque en este caso el estudiante trabaja más tiempo por si solo sin necesidad que haya alguien físicamente ayudándole o apoyándole para que aprenda, por lo tanto, se logra una mayor independencia en su propio aprendizaje.

### **c. Paradigma – Piaget**

Este paradigma se basa en la reorganización de las estructuras cognitivas como consecuencias de los procesos adaptativos al medio, los cuales se dan a partir de como sea la asimilación de las experiencias y adaptación con elementos previos de las estructuras cognitivas de la persona que aprende. Si las experiencias previas físicas o sociales entran en problemas con los conocimientos previos, estas estructuras se readaptan para incorporar las nuevas experiencias y es lo que se considera aprendizaje [60].

Al momento de adquirir aprendizaje, este se organiza en esquemas de conocimiento, los cuales presentan diferentes niveles de complejidad. Cuando se tiene experiencia en educación, se debe promover que haya un conflicto cognitivo en el estudiante a través de diferentes tipos de actividades, por ejemplo, realizando preguntas retadoras de su conocimiento previo, casos que demanden de análisis, proyectos ambiciosos en los que tienen que investigar para darles solución.

Esta teoría es aplicada a la educación superior actual y probablemente a la educación media también, porque los contenidos se desarrollan de tal manera que el estudiante tiene que elaborar esquemas, mapas conceptuales y mentales de acuerdo con algún material proporcionado, lo cual hace que el estudiante tenga que pensar en la construcción de su aprendizaje, lo mismo sucede con los proyectos.

En la Universidad Tecnológica de El Salvador, se trabaja con proyectos finales en algunas o en la gran mayoría de asignaturas en las que los estudiantes realizan investigación y trabajan durante un poco más de tres meses en el desarrollo de prototipos, sistemas informáticos, dispositivos electrónicos, entre otros. Finalmente tienen que defender sus proyectos y es allí donde el profesor los evalúa con preguntas complejas y

desafiantes, para darse cuenta si realmente trabajaron y que lograron aprender lo necesario.

Esto es muy provechoso para el aprendizaje individual y grupal, porque son ellos los que se encargan de investigar nuevos elementos y a la vez lo ven como un reto.

En cuanto a los mecanismos funcionales y dentro del marco de referencia biológico, se construye lo que se conoce como la teoría de la adaptación para comprender la continuidad entre la organización fisiológica y la psicológica.

Al respecto Piaget señala: “Trato de mostrar que unas proceden de las otras, que la lógica por ejemplo nace de la coordinación de las acciones, que a su vez se apoya en la coordinación nerviosa y ésta en la coordinación orgánica” [63].

Otra idea de Piaget es que el aprendizaje empieza con las primeras experiencias sensoriomotoras, formadas con el desarrollo cognitivo y el lenguaje, donde el aprendizaje continúa por la construcción de estructuras mentales, basadas en la integración de los procesos cognitivos propios donde la persona construye el conocimiento mediante la interacción continua con el entorno [64].

#### **d. Paradigma – Bruner**

Este paradigma se base en el aprendizaje por descubrimiento. En el cual se aprende cuando el individuo se encuentra en una situación de su ambiente y se le desafía impulsándolo a resolver problemas y a lograr transmisión a otros de lo que ha aprendido. Si se trata este paradigma desde el punto de vista de la enseñanza, quiere decir, que los contenidos que se han de aprender deben ser vistos por los estudiantes como un conjunto de problemas, situaciones y casos que se han de resolver, pero para que haya aprendizaje por descubrimiento se le deben presentar al estudiante alternativas para que pueda visualizar las relaciones y similitudes entre los temas a aprender.

Bruner sostiene que el descubrimiento favorece el desarrollo mental, y que lo que nos es más personal es lo que se descubre por sí mismo. En esencia el descubrimiento consiste en transformar o reorganizar la experiencia de manera que se pueda ver más allá de ella. Didácticamente, la experiencia debe presentarse de manera hipotética y heurística antes que de manera expositiva [60].

Según la teoría cognitiva de Bruner, en el proceso de conocer y aprender el ser humano intenta categorizar los sucesos y elementos de la realidad en conjuntos de ítems equivalentes. Así, experimentamos las vivencias y la realidad percibida creando conceptos a partir de la discriminación de los diferentes estímulos [65].

Hoy en día, los estudiantes han aprendido mucho por descubrimiento y a medida van involucrándose en un área específica y les gusta lo que aprenden, más interés le ponen en seguir descubriendo nuevos elementos y experimentar otras alternativas.

#### **e. Paradigma – Ausubel**

Ausubel trabajó con el aprendizaje significativo, en el cual la idea es: el conocimiento verdadero solo puede nacer cuando los nuevos contenidos tienen un significado a la luz de los conocimientos que ya se tienen.

Esto quiere decir, que los nuevos conocimientos se conectan con los que ya se han adquirido previamente y no porque sean lo mismo, sino porque tienen relación de tal manera que se crea un nuevo significado.

Por esa razón los conocimientos nuevos se ajustan al conocimiento adquirido previamente, pero este último de manera modificada por el nuevo. Lo cual significa, que ni lo nuevo es digerido de manera íntegra como se presenta en un plan de estudio, ni tampoco el conocimiento antiguo queda intacto. A su vez, la nueva información adquirida hace que los conocimientos previos sean más estables y completos [66].

El aprendizaje significativo se presenta en oposición al aprendizaje sin sentido, aprendido de memoria o mecánicamente.

El aprendizaje con sentido es el mecanismo más indicado para adquirir y guardar la enorme cantidad de ideas e informaciones de que dispone cada disciplina del conocimiento [60].

Ausubel plantea que el aprendizaje del alumno depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información, debe entenderse por "estructura cognitiva", al conjunto de conceptos, ideas que un individuo posee en un determinado campo del conocimiento, así como su organización [67].

Ausubel distingue entre tipos de aprendizaje y tipos de enseñanza o formas de adquirir información. El aprendizaje puede ser repetitivo o significativo, según que lo aprendido se relacione arbitraria o sustancialmente con la estructura cognoscitiva [60].

Debido a que en el aprendizaje significativo los conocimientos nuevos deben relacionarse principalmente con lo que el alumno ya conoce, es necesario que se presenten, de manera simultánea, por lo menos las siguientes condiciones:

- 1) El contenido que se ha de aprender debe tener sentido lógico, es decir, ser potencialmente significativo, por su organización y estructuración.
- 2) El contenido debe articularse con sentido psicológico en la estructura cognitiva del aprendiz, mediante su anclaje en los conceptos previos.
- 3) El estudiante debe tener deseos de aprender, voluntad de saber, es decir, que su actitud sea positiva hacia el aprendizaje.

Esta teoría es muy aplicada en los sistemas de educación superior, sobre todo cuando se da el aprendizaje significativo o produce la construcción de nuevos conocimientos a los existentes en el estudiante. El aprendizaje significativo se opone al aprendizaje memorístico, fundamentalmente, porque para que se produzca es necesario buscar de

forma activa una vinculación personal entre los contenidos que se aprenden y aquellos que ya se habían aprendido.

La enseñanza actual, ya no se basa en un aprendizaje memorístico, pues esto solo le sirve a corto plazo, para aprobar algún examen en el que se requiera contestar una serie de preguntas, pero que carecerá de aprendizaje significativo para toda su vida.

### **1.2.7. Plataforma e-learning**

Una plataforma e-learning, plataforma educativa web o Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje es una aplicación web que integra un conjunto de herramientas para la enseñanza-aprendizaje en línea, permitiendo una enseñanza no presencial (e-learning) y/o una enseñanza mixta (b-learning), donde se combina la enseñanza en Internet con experiencias en la clase presencial [68].

Estas plataformas virtuales o Learning Management System (LMS), están orientadas a facilitar el aprendizaje a distancia ya sea para instituciones educativas como para capacitaciones a empresas o pequeños negocios.

Los sistemas e-learning permiten la creación de aulas virtuales para que los estudiantes puedan interactuar con el profesor y compañeros que estén inscritos. Estos a su vez pueden realizar evaluaciones en línea, participar en foros, chats, subir actividades, realizar trabajos colaborativos a través de wikis y hacer uso de una amplia variedad de herramientas que están disponibles.

Entre los beneficios que se consiguen al utilizar este tipo de herramientas están los siguientes [69]:

- Combina el poder de Internet con el de las herramientas tecnológicas.
- Anula las distancias geográficas y temporales.
- Permite utilizar la plataforma con mínimos conocimientos.

- Posibilita un aprendizaje constante y nutrido a través de la interacción entre profesor y alumno.
- Ofrece libertad en cuanto al tiempo y ritmo de aprendizaje.

La educación piramidal que se propone trabajará bajo una plataforma e-learning, considerando los beneficios y las características que tiene, para poder apoyar en el proceso de enseñanza aprendizaje, pero mediante otro estilo, incluyendo el aprendizaje colaborativo que lo hará más atractivo para los estudiantes y se sentirán motivados en participar y aprender de una forma diferente.

### **1.2.8. La Web 2.0 aplicada a la educación**

Las herramientas Web 2.0 favorecen lo que los pedagogos denominan un aprendizaje constructivista. Bajo este enfoque, el sujeto (educando) es protagonista y aprende en la interacción con el objeto de aprendizaje, guiado por el docente (Ejemplos de objetos de aprendizaje: PowerPoint en línea, podcast, blog educativo, tutoriales, etc.) [70].

Una de las cualidades más destacables en la incorporación de estas aplicaciones en el entorno educativo, es que hacen posible el trabajo en equipo, facilitando la solución de problemas y la toma de decisiones de forma conjunta. Bajo este enfoque, la participación en comunidades virtuales (como myspace.com) puede ser una oportunidad para crear colectivos de aprendizaje virtual.

Al aparecer este tipo de aplicaciones, se cuenta con la posibilidad de convertir a Internet en una herramienta que haga más dinámico y participativo el proceso de aprendizaje del estudiante. Hoy en día los estudiantes se sienten más cautivados por un dispositivo digital e interactivo, que por un libro [70]. Es por ello por lo que las bibliotecas son menos utilizadas, porque casi todo se encuentran en Internet, incluyendo libros digitales, revistas y por supuesto con información mucho más actualizada.

Actualmente se han vuelto muy populares los sitios sociales, donde las personas comparten información y promueven la creación común y colectiva creada por los mismos usuarios. En este caso el profesor deja de tener una imagen central y se promueve el aprendizaje colaborativo.

Sin duda el principal valor que ofrecen estas herramientas es la simplificación de la lectura y escritura en línea de los estudiantes. Esto se traduce a dos acciones simples del proceso de aprendizaje: generar contenidos y compartirlos. Se podría hablar de un “Aprendizaje 2.0” que se apoya en dos principios básicos: contenidos generados por el usuario y arquitectura de la participación [70].

La idea principal de este aprendizaje es lograr un conocimiento intercambiable, acumulativo, colaborativo, que puede ser compartido, transferido y convertido en un bien público. Existen cuatro tipologías diferentes de aprendizaje 2.0.

**a) Aprender haciendo.**

Para este tipo de aprendizaje se utilizan herramientas que permitan al estudiante y/o docente la escritura y lectura en la web, bajo el principio de “ensayo-error”. Por ejemplo, los estudiantes pueden aprender sobre biología generando presentaciones en línea sobre diferentes tópicos del tema. Luego el profesor lo revisa y corrige aquellos aspectos mejorables generando una presentación más completa.

**b) Aprender interactuando.**

Este enfoque se basa en el intercambio de conocimientos a través de herramientas on-line como chats, foros y correos electrónicos. Por ejemplo, el docente podría plantear una temática que los alumnos deben debatir por chat, fuera del horario de clase.

**c) Aprender buscando.**

Este tipo de aprendizaje consiste en la búsqueda de fuentes que ofrezcan información sobre un tema determinado. Este proceso de investigación, selección y adaptación termina ampliando y enriqueciendo el conocimiento de quien lo realiza.

**d) Aprender compartiendo.**

El proceso de intercambio de conocimientos y experiencias permite a los estudiantes participar activamente de un aprendizaje colaborativo. Internet cuenta con una gran cantidad de recursos para que los alumnos compartan contenidos que ellos mismos han producido. Por ejemplo, plataformas para intercambio de diapositivas en línea, videos educativos, monografías, etc.

Esta forma de aprendizaje requiere del desarrollo de nuevas habilidades por parte de los estudiantes para que estimule su interés por generar y compartir contenidos multimedia de calidad, y por parte de los docentes para que a través del conocimiento de las ventajas de estas aplicaciones incorpore estos recursos digitales al aula, teniendo en cuenta la tipología de aprendizaje a aplicar. Todo esto hoy en día no es difícil de lograr, debido a que la gran mayoría de estudiantes y docentes están familiarizados con las nuevas tecnologías y en casos extremos son fáciles de aprender.

**1.2.9. Aprendizaje colaborativo**

Las nuevas tecnologías de información han hecho que el sistema educativo se encuentra inmerso en un proceso de cambios, pero estos enmarcados a beneficiar a los estudiantes y al mismo tiempo a que se aprovechen de mejor manera los recursos existentes.

Actualmente los cambios en el contexto exigen cambios en los modelos educativos, cambios en los usuarios de la formación y cambios en los escenarios donde ocurre el aprendizaje.

Las redes de comunicación introducen una configuración tecnológica que potencia un aprendizaje más flexible y, al mismo tiempo, la existencia de nuevos escenarios del aprendizaje [71].

Durante el siglo XX y el actual, han surgido cambios significativos y propuestas en el sistema educativo, en el que se hacen hincapié en la importancia de que el estudiante sea actor y ejecutor de su propio aprendizaje.

En El Salvador, las instituciones educativas y sobre todo las Instituciones de Educación Superior (IES), han trabajado por mejorar el aprendizaje, los procesos, resultados, y por la diversidad de formas de aprender. La UNESCO [72] sostiene la importancia de centrar los procesos en el estudiante y los cambios necesarios para lograrlo (Acuerdos Art. 9 de la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior):

“En un mundo en rápido cambio, se percibe la necesidad de una nueva visión y un nuevo modelo de enseñanza superior, que debería estar centrado en el estudiante, lo cual exige, en la mayor parte de los países, reformas en profundidad y una política de ampliación del acceso, para acoger a categorías de personas cada vez más diversas, así como una renovación de los contenidos, métodos, prácticas y medios de transmisión del saber, que han de basarse en nuevos tipos de vínculos y de colaboración con la comunidad y con los más amplios sectores de la sociedad”.

Debido a lo anterior la Universidad Tecnológica de El Salvador dio el primer paso a la educación virtual en el 2001, comenzando con asignaturas semi presenciales en varias carreras, pero en el 2008 se comenzó con la primera carrera completamente virtual, esta fue Administración de Empresas.

Con la incursión de la educación virtual al sistema educativo, trajo consigo el uso de muchas herramientas tecnológicas y entre ellas el trabajo colaborativo, pero en este caso se trabaja dentro de una plataforma virtual con los elementos que ya trae incorporados,

por ejemplo, las wikis, en la cual, los estudiantes forman grupos de trabajo por afinidad o es el mismo docente quien los forma, luego trabajan en algún documento de investigación para su entrega. Este mecanismo es sencillo y fácil de utilizar en una plataforma virtual, pero se queda corto si lo queremos comparar con el caso de estudio de la educación piramidal en el que se hará uso del aprendizaje colaborativo, que, aunque no podemos dejar a un lado el trabajo colaborativo, esto va mucho más allá.

El aprendizaje en ambientes colaborativos busca propiciar espacios en los cuales se dé el desarrollo de habilidades individuales y grupales a partir de la discusión entre los estudiantes al momento de explorar nuevos conceptos, siendo cada uno responsable de su propio aprendizaje. Se busca que estos ambientes sean ricos en posibilidades y más que organizadores de la información propicien el crecimiento del grupo. Diferentes teorías del aprendizaje encuentran aplicación en los ambientes colaborativos; entre éstas, los enfoques de Piaget y de Vygotsky [60] basados en la interacción social.

Se puede observar que este ambiente es entre iguales, buscando aprender y colaborar en nuevos aprendizajes.

Podría definirse el aprendizaje colaborativo como: el conjunto de métodos de instrucción y entrenamiento apoyados con tecnología, así como de estrategias para propiciar el desarrollo de habilidades mixtas (aprendizaje y desarrollo personal y social), donde cada miembro del grupo es responsable tanto de su aprendizaje como de los restantes miembros del grupo [71].

En el aprendizaje colaborativo la idea es que los estudiantes trabajen como equipo, pero cada uno tiene responsabilidades individuales que al final se unen con tareas comunes del grupo para que de esa manera se logren los objetivos de aprendizaje propuestos, en ese sentido Díaz Barriga [73] dice lo siguiente: “El estudiante no aprende en solitario, sino que por el contrario, la construcción del conocimiento o actividad auto estructurante del

sujeto, está mediada por la influencia de los otros, y por ello el aprendizaje es en realidad una actividad de reconstrucción y co-construcción de los saberes de la cultura”.

Es así como a través del aprendizaje grupal se abre la posibilidad de enriquecer el conocimiento, ampliar las perspectivas y desarrollarse como personas a través de la comunicación y el contacto interpersonal entre los estudiantes entre sí y entre profesores y estudiantes [74]. Basado en esto es que se da la educación piramidal, haciendo uso del aprendizaje colaborativo de forma estratificada, colaborando en la elaboración de los contenidos en una plataforma de tipo e-learning.

Si se quiere lograr una definición contestando a las preguntas ¿qué es?, ¿para qué?, ¿cómo?, ¿con qué?, ¿cuándo?, etc. La definición resultante sería: *el aprendizaje colaborativo es una forma de adquirir conocimientos, pero al mismo tiempo compartir lo que se sabe con otros, para lograr un mejor aprendizaje en cualquier área del conocimiento, entre iguales a través del uso de las tecnologías de comunicación en un ambiente virtual.*

El aprendizaje es un proceso individual que puede ser enriquecido con actividades colaborativas propensas a desarrollar en el individuo habilidades personales y de grupo. El aprendizaje en ambientes colaborativos busca propiciar espacios en los cuales se dé la discusión entre los estudiantes al momento de explorar conceptos que interesa dilucidar o situaciones problemáticas que se desea resolver; se busca que la combinación de situaciones e interacciones sociales pueda contribuir hacia un aprendizaje personal y grupal efectivo.

Todos los elementos son considerados para obtener el mejor provecho en la educación piramidal propuesta, haciendo uso de una plataforma tipo e-learning en el que se ponga en práctica el aprendizaje colaborativo entre los participantes, solamente que ya no solo será entre iguales el aprendizaje y colaboración, sino que de forma jerarquizada.

La educación piramidal, trabaja con el aprendizaje colaborativo de manera estratificada, pero esto tiene sus fundamentos en las diferentes formas de poner en práctica dicho aprendizaje, en la cual existen al menos tres formas: la interacción de pares, el tutorio de pares y el grupo colaborativo [75].

La diferencia entre los tres se determina por la igualdad que existe en los niveles de conocimiento o rendimiento entre los integrantes involucrados.

La interacción de pares consiste en la integración de grupos con participantes de diferentes niveles de habilidad, que acometen las ejecuciones en forma organizada y conjunta, participando el docente como mediador y catalizador en las experiencias de aprendizaje del grupo. Este tipo de aprendizaje se puede decir que es muy adecuado, en un grupo de clases en donde existen estudiantes con diferentes competencias, los cuales, al estar dentro de un mismo grupo, el aprendizaje que se obtiene es muy significativo, porque cada uno comparte lo que sabe.

El tutorio de pares [76] involucra a estudiantes en los que se ha detectado mayor habilidad y a los que se les ha dado un entrenamiento previo para servir de instructores de sus compañeros de menor nivel, mientras desempeñan el trabajo en forma conjunta; por lo general la interacción entre los estudiantes es tan fluida que logra elevar el nivel de los aprendices y consolidar el que tienen los avanzados, quienes querrán conservar su posición de adelantados y continuarán profundizando en el conocimiento [77]. Este tipo de apoyo en el aprendizaje, se puede decir que es muy efectivo, debido a que los estudiantes, muchas veces tienen más confianza de preguntar a compañeros de igual o menor nivel académico que a sus propios docentes.

Los grupos colaborativos por su parte tienen mayor tamaño que los primeros y vinculan aprendices de distinto nivel de habilidad, género y procedencia; acumulan el puntaje en forma individual y grupal a lo largo de todo el período, lo que estimula la

interdependencia y asegura la preocupación de todos por el aprendizaje de todos, pues el éxito colectivo depende del éxito individual. En este caso el docente debe ser más que un mediador, propiciando un proceso grupal efectivo [78] [79]. El grupo puede ser estable o permanente, inestable o circunstancial y de base, que es aquel que va más allá del ámbito académico, desarrollando actividades de soporte y apoyo para el desarrollo integral de sus integrantes.

Todo lo anterior servirá para considerarlo en la educación piramidal y seleccionar el más adecuado.

#### **1.2.10. Estudio de los lenguajes de programación en las carreras de Informática**

Para los estudiantes de las carreras de Informática, el aprendizaje de los lenguajes de programación es fundamental, debido a que deben lograr las competencias necesarias para el buen desempeño profesional.

Es por ello por lo que, La Universidad Tecnológica de El Salvador, prepara a sus estudiantes en las competencias de la especialidad relacionados con los lenguajes de programación, las cuales son las siguientes:

- Analizar y diseñar sistemas de información para el desarrollo de aplicaciones empresariales.
- Desarrollar aplicaciones orientadas a la Web.
- Desarrollar sistemas de información aplicando la programación orientada a objetos.
- Programar a nivel de lenguaje de máquina, microprocesadores INTEL.
- Tomar decisiones gerenciales, apoyándose en la tecnología y en los diferentes sistemas de información.

- Aplicar técnicas, métodos y estándares de Ingeniería de Software para el desarrollo de aplicaciones empresariales y de la Web.

Estas competencias y otras que logran en lo largo de su carrera, le permitirán al profesional graduado en Ingeniería en Sistemas y Computación, Licenciatura en Informática y Técnico en Software desarrollarse en las siguientes áreas laborales: Gerente de sistemas, Administrador de centros de cómputo, Auditor de sistemas, Analista de sistemas, Administrador de base de datos, Administrador de redes, Técnico especialista en software, Auxiliar de gerencia informática, Asesoría y consultoría en informática, Docente universitario, otros cargos afines.

Al relacionar el aprendizaje de los lenguajes de programación con los Objetivos de Desarrollo sostenible, podemos vincularlos con los ODS 4: Educación de Calidad, ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico y el ODS 10: Reducción de las desigualdades.

Con el modelo de Educación Piramidal para el aprendizaje de los lenguajes de programación, se pretende que la educación en esa área sea de calidad y accesible para todos los estudiantes, lo cual permitirá que en la etapa de estudiante o cuando se gradúe, pueda obtener un empleo decente en el que pondrá en práctica lo aprendido y por supuesto ayudará al crecimiento económico del país, además se reducirán las desigualdades en cuanto a los niveles de conocimiento y de género, ya que contarán con tutores que estarán brindando ayuda oportuna en cada uno de los niveles de la pirámide.

El aprendizaje de los lenguajes de programación no es sencillo, pero se logra con la práctica, la disciplina, perseverancia y un buen método de aprendizaje.

Sir Charles Antony Richard Hoare [80], inventor del algoritmo Quicksort, dijo en una ocasión: “El propósito de un lenguaje de programación es ayudar al programador en la

práctica de su arte”. Esto debido a que programar es un arte que se logra con mucha práctica y dedicación.

En 1980 recibió el Premio Turin de la ACM por sus contribuciones fundamentales a la definición y diseño de los Lenguaje de Programación. En su discurso de aceptación, Hoare realizó la siguiente afirmación humorísticamente: "Concluyo que hay dos formas de realizar el diseño de una aplicación: La primera es el hacerla tan sencilla que sea obvio para todos que no tenga deficiencias y la segunda es el hacerla tan complicada que no queden deficiencias obvias" [81].

Desde un punto de vista coloquial, un lenguaje de programación es una notación para comunicarle a una computadora lo que deseamos que haga. Desde un punto de vista formal, se puede definir como un sistema notacional para describir instrucciones en una forma legible tanto para la máquina como para el ser humano [82].

Los lenguajes de programación son utilizados para realizar diversas aplicaciones en la que los programadores escriben instrucciones en diversos lenguajes, algunos de los cuales comprende directamente la computadora, mientras que otros requieren pasos intermedios de traducción. En la actualidad se utilizan cientos de lenguajes de computación [83].

Durante mucho tiempo se ha manejado que estos se dividen en tres tipos generales:

**1. Lenguajes máquina.** Por lo general, los lenguajes máquina consisten en cadenas de números (que finalmente se reducen a unos y ceros) que instruyen a las computadoras para realizar sus operaciones más elementales, una a la vez.

**2. Lenguajes ensambladores.** Debido a que la programación en lenguaje máquina era demasiado lenta y tediosa para la mayoría de los programadores. En vez de utilizar las cadenas de números que las computadoras podían entender directamente, los programadores

empezaron a utilizar abreviaturas del inglés para representar las operaciones elementales. Estas abreviaturas formaron la base de los lenguajes ensambladores. Los programas traductores conocidos como ensambladores se desarrollaron para convertir los primeros programas en lenguaje ensamblador a lenguaje máquina, a la velocidad de la computadora.

**3. Lenguajes de alto nivel.** Para agilizar el proceso de programación se desarrollaron los lenguajes de alto nivel, en donde podían escribirse instrucciones individuales para realizar tareas importantes. Los programas traductores, denominados compiladores, convierten, a lenguaje máquina, los programas que están en lenguaje de alto nivel. Estos últimos permiten a los programadores escribir instrucciones que son muy similares al inglés común, y contienen la notación matemática común.

Desde el punto de vista del programador, los lenguajes de alto nivel son mucho más recomendables que los lenguajes máquina o ensamblador. C, C++ y los lenguajes .NET de Microsoft (por ejemplo, Visual Basic .NET, Visual C++ .NET y C#) son algunos de los lenguajes de programación de alto nivel que más se utilizan; sin embargo, Java es el más utilizado.

A pesar de los tres tipos generales de clasificación de los lenguajes de programación, otros autores los clasifican en 5 generaciones [82] :

**Primera generación:** a esta generación pertenece el lenguaje de máquina. El lenguaje de máquina consiste exclusivamente en secuencias ceros y unos y es el único lenguaje que entienden las computadoras modernas. El principal inconveniente de este lenguaje es que es difícil de entender por un humano. Los lenguajes máquina son dependientes de la máquina (es decir, un lenguaje máquina en particular puede usarse solamente en un tipo de computadora).

**Segunda generación:** en esta generación pertenecen los lenguajes ensambladores, estos establecen una serie de reglas mnemotécnicas que hacen más sencilla la lectura y la escritura de programas. Estas reglas consisten simplemente en asociar nombres legibles a cada una de las instrucciones soportadas por la máquina (ADD, SUB, LOAD, STORE, etc.). Los programas escritos en lenguaje ensamblador no son directamente ejecutables por la máquina, puesto que ésta solo entiende instrucciones codificadas como ceros y unos, pero es muy sencillo traducirlos a lenguaje de máquina. El lenguaje ensamblador aún se utiliza hoy en día para programar *drivers* para dispositivos o determinadas partes de los sistemas operativos.

**Tercera generación:** a esta generación pertenecen los lenguajes como C, FORTRAN o JAVA. Estos lenguajes se denominan lenguajes de alto nivel, porque están bastante alejados del lenguaje de máquina y son más mucho más legibles por el hombre. Los lenguajes de alto nivel son necesarios para programar grandes sistemas como los sistemas operativos (Linux, Windows), aplicaciones para la web (Facebook, Twitter, Tuenti) o aplicaciones para móviles. Estos lenguajes facilitan el mantenimiento y la evolución del software. Los lenguajes de tercera generación fueron FORTRAN, LISP, ALGOL y COBOL. Los cuatro surgieron a finales de los 50.

**Cuarta generación:** estos son lenguajes de propósito específico, como SQL, NATURAL o ABAP. Estos lenguajes no están diseñados para programar aplicaciones complejas, sino que fueron diseñados para solucionar problemas muy concretos. Por ejemplo, SQL es el lenguaje utilizado para describir consultas, inserciones o modificaciones de base de datos. Otro ejemplo son los lenguajes que incluyen paquetes estadísticos como SPSS que permiten manipular grandes cantidades de datos con fines estadísticos.

**Quinta generación:** son los utilizados principalmente en el área de la inteligencia artificial. Se trata de lenguajes que permiten especificar restricciones que se le indican al

sistema, que resuelve un determinado problema sujeto a estas restricciones. Algunos ejemplos son Prolog o Mercury.

El tipo de aplicación que se va a desarrollar puede determinar fuertemente el lenguaje a utilizar. Por ejemplo, para aplicaciones en tiempo real, donde el tiempo de respuesta es primordial, como los programas que controlan centrales nucleares o el piloto automático de un avión, se suele utilizar Ada o C. Para aplicaciones web, sin embargo, no es muy habitual utilizar C y se tiende más a lenguajes como Java, C#, Python, PHP o Ruby.

Se puede ver un lenguaje de programación como una interfaz entre la máquina y el usuario (u otros programas) [82].

Para las carreras de Ingeniería en Sistemas y Computación, Licenciatura en Informática, Técnicos en Software o cualquier otra carrera relacionada a la informática, es fundamental que los estudiantes tengan conocimiento y habilidades en los lenguajes de programación, obviamente que deben ser de alto nivel o de última generación, ya que son los más utilizados para el desarrollo de sistemas en las empresas.

Pero el aprendizaje de cualquier lenguaje no es tarea sencilla, pues implica el razonamiento del paradigma de programación en el que está enmarcado, el entendimiento de la sintaxis del propio lenguaje, el desarrollo de una correcta lógica de programación y la aplicación de una buena metodología de desarrollo de software, todo esto para un mismo curso [84]. Además, el desarrollar en el estudiante una mentalidad sistémica con respecto a los lenguajes de programación, que le permitan a su vez alcanzar competencias adecuadas en el uso de distintos lenguajes como herramienta, no como un fin, no es una tarea fácil de lograr. Sin embargo, se debe buscar la metodología adecuada para hacer más fácil su aprendizaje.

### **1.3. Metodología**

La realización de esta tesis doctoral se plantea como un subproyecto del proyecto de desarrollo de una plataforma virtual colaborativa de ayuda para la enseñanza aprendizaje por medio de una metodología causal.

Se trata, por lo tanto, de un trabajo en equipo, junto a la realización de otras dos tesis doctorales más, cada una para desarrollar una plataforma didáctica con casos de estudio diferentes y comprobar la efectividad en la solución de problemas para mejorar la educación a nivel superior, mediante tutorías de forma jerarquizada, conocido como educación piramidal.

El método de realización de esta tesis doctoral reproduce el propio método causal para el que se propone desarrollar la plataforma computacional, el cual, puede verse en la *figura 1.2* que lo resume, coincide con el método experimental de la ciencia, y con el método arriba – abajo (top-down) del diseño en ingeniería. En esta tesis, se trabajará en cada uno de los subproblemas de la resolución formal causal.

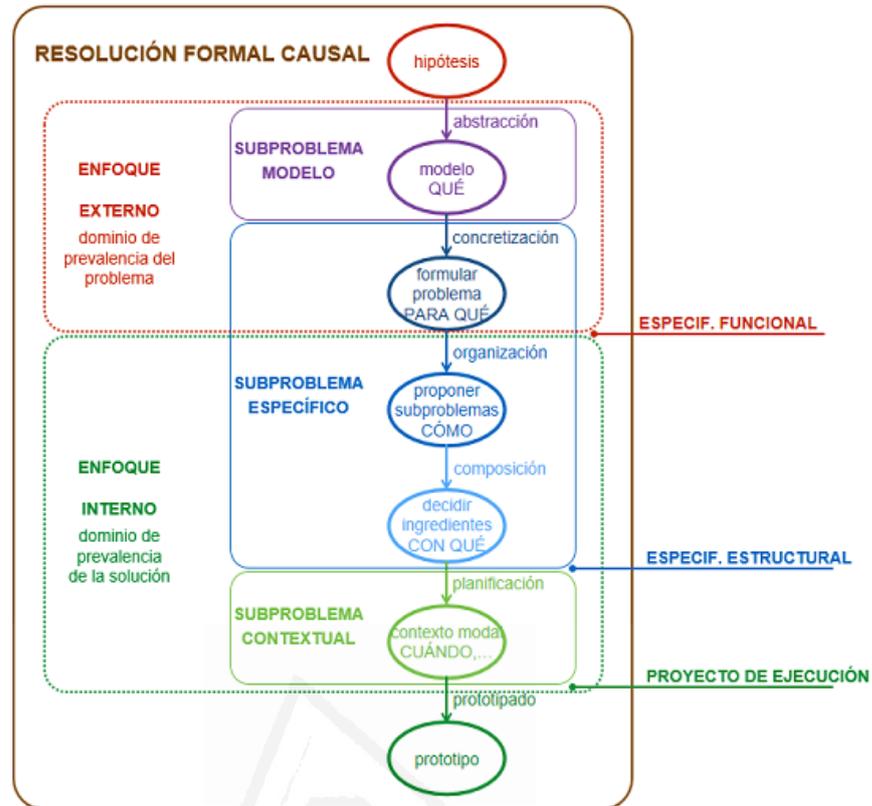


Figura 1.2: Diseño de la resolución formal causal para la solución de problemas  
Fuente: Mario Nieto Hidalgo, Universidad de Alicante

### 1.3.1. De arriba abajo (top-down) y de abajo arriba (bottom-up)

Top-down (“de arriba abajo”) y bottom-up (“de abajo arriba”) son tácticas de procesamiento de información características de las ciencias de la información, especialmente en lo relativo al software, pero son aplicables a otras áreas como las ciencias sociales y exactas, además, las utilizan en el mundo empresarial, sector financiero y cualquier tipo de negocios para la toma de decisiones.

En el modelo top-down se comienza resolviendo un problema teniendo en cuenta aspectos generales, en el cual no se especifican detalles, posteriormente se va depurando y diseñando en mayor amplitud, descomponiendo el problema en subproblemas relacionados con el principal. Cada parte nueva es rediseñada, cada vez con mayor explicación, hasta que la especificación completa es lo suficientemente detallada para validar el modelo. En algunas ocasiones se ha mencionado que el modelo top-down se

diseña con frecuencia con la ayuda de "cajas negras", ya que estas hacen más fácil cumplir los requisitos. Como se sabe, las cajas negras no explican en detalle los componentes individuales, sino que son métodos generales de desarrollo de problemas, en la que se incluyen los componentes necesarios para dar solución a una problemática determinada. A diferencia el diseño bottom-up este es inverso, debido a que los componentes individuales se diseñan de forma específica y luego se unen para formar componentes más grandes, que a su vez se conectan hasta que se forma el sistema completo. Las estrategias basadas en el flujo de información "bottom-up" se representan potencialmente necesarias y suficientes porque se basan en el conocimiento de todas las variables que pueden afectar los elementos del sistema.

En algunos casos de desarrollo de software combinan ambos métodos top-down y bottom-up. Sin embargo, muchos expertos, como es el caso de Kundert que ya se ha mencionado anteriormente, descarta el método bottom-up, porque carece de fuerza precisa suficiente para producir las soluciones de diseño [85].

La mayor parte de autores y expertos en el desarrollo de software se inclinan por el método top-down, debido a que es un método formal que apoya un proceso de diseño ordenado y metódico necesario. Sin embargo, dependerá cual es la aplicación, ya que se puede hacer uso de uno de ellos o de ambos a la vez para aprovechar sus ventajas.

De cada uno de estos modelos, se han hecho investigaciones anteriores y se ha discutido sobre cuál de ellos es el más conveniente y se adecua a la solución de una problemática determinada. Tal es el caso de Crespi [86], que presentó un caso de estudio basado en un problema de robótica y compara los resultados obtenidos con ambos enfoques.

De igual manera Mantyla [87], describe los resultados de las investigaciones realizadas sobre el soporte del diseño top-down de sistemas mecánicos y propuso que la estructuración de la información sobre la solución en varias capas, en consonancia con

cada etapa del proceso de diseño, así como el mantenimiento de las relaciones geométricas de los componentes usando mecanismos de satisfacción de restricciones, deberían ser parte de los sistemas CAD.

Chen [88] basado en el proceso de diseño de ensamblaje top-down presenta un modelo de ensamblaje de múltiples niveles para capturar la información abstracta, la información del esqueleto y la información detallada involucrada. También analiza un tema práctico sobre la adaptación del modelo de los sistemas CAD existentes para una aplicación más amplia del diseño de ensamblaje top-down sugerido por Mantyla.

En las figuras 1.3 y 1.4, se observa la representación conceptual que ilustra el diseño del ciclo de cada uno de los métodos mencionados por Crespi [89], lo cual permite hacer una comparación de cómo funcionan ambos métodos y que puede ser aplicable a cualquier problema a resolver, lo único que cambiaría son los procedimientos necesarios o pasos que se requieren para llegar a la solución deseada.

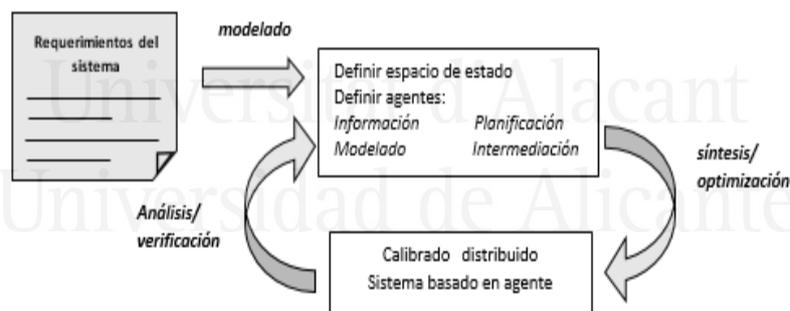


Figura 1.3: Ciclo de diseño metodología top-down

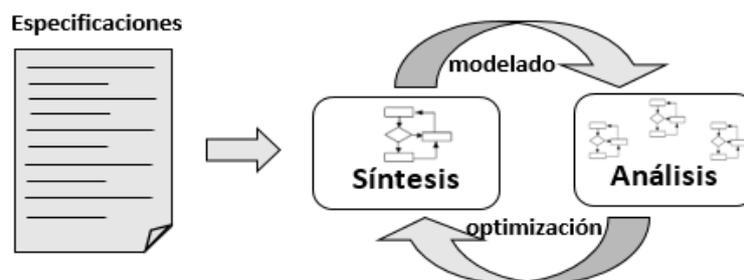


Figura 1.4: Ciclo de diseño metodología bottom-up

Para este esquema, el autor menciona que la principal diferencia entre los dos enfoques son los requisitos sobre la disponibilidad de los recursos locales al resto del sistema. Este requisito es muy importante para enfoque de arriba hacia abajo (top down), mientras que no es tan imperativo para el enfoque de abajo hacia arriba (bottom up).

Para el caso de esta investigación, se hará uso del método de arriba hacia abajo (top down), en cual se partirá del problema en general (modelo) con todas las especificaciones, para luego desglosarlo en subproblemas específicos y subproblemas contextuales. Esto permitirá, resolver un problema de manera óptima y adecuada.

### **1.3.2. Ingeniería orientada a modelo**

La ingeniería del software presenta distintos tipos de modelos que se ajustan a las necesidades y proyectos requeridos. La mayoría de ellos involucran en sus fases iniciales tareas como planeación, levantamiento de información, determinación de las características que debe cumplir el software, agrupadas en lo que hoy se conoce como Ingeniería de Requisitos (IR). Esta fase ocupa un lugar importante en el proceso de desarrollo de software ya que, si el personal comprometido no conoce con claridad los requisitos, corre el riesgo de que los resultados obtenidos no sean los esperados, presentando así los mismos problemas de hace cincuenta años: altos costos, baja calidad de software, clientes inconformes e incumplimiento de plazos, entre otros.

Desde los inicios de la informática, los ingenieros se han esforzado por desarrollar el ambiente que podría ayudarles a diseñar, ignorando la complejidad interna del hardware. Y así, el lenguaje de programación de alto nivel se popularizó, ya que representan una mayor capa de abstracción que elimina la necesidad de conocer el lenguaje de máquina y también proporciona una forma de escribir código ignorando la arquitectura de hardware.

A medida que pasa el tiempo se logra entender que el empleo del software es una buena opción para agilizar y sistematizar las tareas en el desarrollo de procesos. El desarrollo de software no es la excepción; en este caso dichas herramientas se han denominado CASE (Ingeniería De Software Asistida Por Computador) [90]. Estas incluyen un conjunto de programas que facilitan la optimización de un producto ofreciendo apoyo permanente a los analistas, ingenieros de software y desarrolladores, proporcionando representaciones gráficas de programación para que los ingenieros diseñaran máquinas de estado, diagramas de flujo, etc. CASE es la aplicación de métodos y técnicas que dan utilidades a los programas, por medio de otros, procedimientos y su respectiva documentación.

Esos fueron los precursores del lenguaje de modelado unificado (UML), que proporcionó un estándar para diagramas de programación gráfica para lenguajes de programación orientados a objetos [91].

UML es un lenguaje visual de modelado para “visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema software” [92], es decir, es ante todo un lenguaje gráfico que estandariza la forma de crear diagramas, el significado preciso de los mismos, y las relaciones existentes entre ellos.

El paradigma de la ingeniería basada en modelos resuelve aspectos de composición e integración a gran escala. Este enfoque considera que hay aspectos de la resolución de problemas que pertenecen a expertos en el dominio del problema. El paradigma separa las decisiones de diseño relacionadas con la naturaleza del problema, desde las relacionadas con la solución, pasando por el desarrollo de la solución utilizando un nivel superior de abstracción de los lenguajes de programación.

En 2001, el Grupo de Gestión de Objetos (OMG), adoptó una norma de la arquitectura dirigida por modelos, Model Driven Architecture (MDA) [93]. MDA es un marco arquitectónico para mejorar la portabilidad, la interoperabilidad y la reutilización a través

de separación de las preocupaciones. Ella misma no es una especificación de la tecnología, pero representa un plan evolutivo para alcanzar las especificaciones basadas en la tecnología de modelos cohesivos. MDA se basa en estándares OMG, incluyendo el Lenguaje Unificado de Modelado (UML), el intercambio de metadatos XML (XMI) (XMI, 2007) y CORBA (CORBA, 1992) (CORBA, 2002).

MDA es basado en modelos, ya que utiliza modelos para dirigir el ciclo de vida completo de un sistema. Todos los artefactos tales como especificaciones de requisitos, las descripciones de la arquitectura, las descripciones de diseño y código son considerados como modelos. MDA ofrece un enfoque para la especificación de un sistema de forma independiente de las plataformas que soporta, y la transformación de la especificación del sistema en una aplicación para la plataforma particular seleccionado.

MDA hace hincapié en el papel de los modelos en el desarrollo de sistemas de software y apoya que los modelos deben ser lo suficientemente precisa para ser capaz de realizar una transformación automática de código [94] [95].

Históricamente, las metodologías de desarrollo de software se han centrado más en mejorar las herramientas para el desarrollo de sistemas que en herramientas que ayudan con la composición e integración de sistemas en desarrollo. El desarrollo basado en modelos es un paradigma emergente que resuelve numerosos problemas asociados con la composición y la integración de sistemas a gran escala al tiempo de aprovechar los avances de las tecnologías de desarrollo de software, tales como middleware basado en componentes MDD (Model Driven Development) eleva el desarrollo de software a un nivel más alto de abstracción que es posible con los lenguajes de programación de tercera generación [96].

## **1.4. Conclusión**

Existen investigaciones realizadas con respecto a la toma de decisiones y a las herramientas que facilitan tal fin. Esto relacionado a que la actividad de un ingeniero es precisamente la solución de problemas, y hoy en día la complejidad de los problemas es mucho mayor, y se requieren de sistemas robustos para solucionarlos, sin embargo, hay pocos estudios relacionados a la metodología causal y como aplicarlo en problemas educativos, haciendo uso del método de arriba abajo (top down), en el que existen argumentos a favor por ser más eficiente y es recomendado su uso en lugar del método de abajo hacia arriba (bottom up). También se han desarrollado nuevos enfoques como la ingeniería impulsada por el modelo, conocida como arquitectura dirigida por modelos (MDA).

A pesar de que existe información de autores que han escrito sobre diseño, es muy probable que haya sido basado en experiencias propias, es decir, de forma empírica, lo cual no significa que no tenga reconocimiento de parte de las autoridades académicas por el dominio que manifiestan y por la confianza. Sin embargo, se requiere un marco teórico formal, que de validez y rigor a la metodología de diseño y que a la vez se apoye el progreso de manera constante.

Este tipo de enfoque es muy favorable para la solución de problemas y permiten que sea mucho más ordenado y no de forma arbitraria o empírica.

La metodología causal, no es completamente nueva, pero no es muy conocida en nuestro medio, por lo que será de mucho provecho realizar este trabajo por todos los conocimientos adquiridos y sobre todo por hacer ciencia.

Mediante esta metodología se resuelve un problema a través de un subproblema modelo cuando se contesta a la pregunta ¿Qué es? luego se descompone en dos subproblemas más, el específico y el contextual, en cada uno de los subproblemas intervienen otras

preguntas que permitirán resolver el problema planteado. Toda esta metodología se verá en detalle en los capítulos 2 y 3.

Es necesario conocer la base conceptual para este trabajo, como la importancia de la investigación científica y el método científico, los paradigmas en la investigación, la educación en América Latina, paradigmas de aprendizaje, porque son fundamentales para saber las diferentes formas de aprender y enseñar y que se han mantenido a lo largo de los años y por supuesto aprendizaje colaborativo y los lenguajes de programación, porque es en esta área en la que se basará el caso de estudio de esta investigación, al igual que plataforma e-learning y la web 2.0 aplicada a la educación.

Hoy en día existe una diversidad de entornos computarizados que ayudan a resolver problemas educativos, pero mediante la enseñanza tradicional, el único cambio es que hacen uso de la tecnología, pero sigue siendo enseñanza tradicional, por lo que la idea es ir mucho más allá, no solamente con el uso de la tecnología, sino que con nuevas metodologías de aprendizaje.

Por el momento se tiene la base conceptual que nos va a permitir fundamentar la investigación realizada, ya que se propone trabajar por medio de la educación piramidal, haciendo uso de una plataforma tipo e-learning, en el que el proceso de enseñanza aprendizaje será colaborativo y estratificado de acuerdo con niveles establecidos en la pirámide educativa.

Por lo tanto, se hace necesario investigar más sobre aspectos conceptuales de problemas y el modelo, para tener una base que permita desarrollar, una plataforma educativa colaborativa para la ayuda en el aprendizaje de los lenguajes de programación en la educación superior formal, pero que podrá ser aplicada a la enseñanza de cualquier área de la ciencia y a través de educación formal o informal. Sobre todo, hoy en día en el que estamos enfrentando la pandemia del COVID-19 y la educación al igual que otros sectores

han tenido que cambiar drásticamente y en el caso del sistema educativo debe continuar, por lo que es necesario una solución como la que se está proponiendo, haciendo uso de una plataforma amigable que permita la enseñanza aprendizaje en el sector universitario, pero que puede ser utilizado en la educación básica y media de cualquier institución.



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

# Capítulo 2

## 2. Especificación Funcional

Al revisar la figura 1.2 Resolución Formal Causal, nos damos cuenta de que, para dar solución a cualquier problema y haciendo uso de esa metodología, debemos contestar a una serie de preguntas, por ejemplo ¿Qué es?, ¿Para qué?, estas interrogantes forman parte de la Especificación Funcional, por lo tanto, en este capítulo, se desarrollará los elementos necesarios que la conforman, aplicándolos a la educación piramidal.

### 2.1 La actividad en el diseño de la educación piramidal y la solución de problemas

La solución a un tipo de problemas como el de este trabajo no se limita a ciertas restricciones, el punto de partida debe ser lo más general posible para que se pueda aplicar a la solución de cualquier tipo de problema.

Por lo tanto, este tipo de investigación no se puede concebir de otra manera a menos que sea en equipo, por la envergadura del problema, es por ello por lo que, se ha realizado con la colaboración de dos doctorandos más, en el que cada uno ha trabajado su propio caso de estudio siguiendo la metodología causal.

En este trabajo se explica la forma general del método y luego se trabaja en un caso de estudio relacionado con los lenguajes de programación.

Para la comprensión del método, se debe responder a la pregunta intuitiva *¿qué hacer para hacer algo?*, esto quiere decir que se responden a preguntar *¿qué hacer?*, la cual se aplica a todo tipo de problemas.

Esa pregunta es de forma general y se puede descomponer en múltiples preguntas específicas, por lo tanto, cualquier esquema de la respuesta individual a cada una de ellas constituyen una respuesta a la pregunta. Algunas preguntas que se realizan son: ¿Qué? (...es lo que hay que hacer), ¿Quién? (...tiene que hacerlo), ¿Con qué? (...debe hacerse), ¿Cuánto? (...es el costo), ¿Cómo? (...hacerlo), ¿Cuándo? (...para hacerlo), ¿para qué? (... debe hacerse), ¿Dónde? (...hacerlo), entre otras según sea el caso por resolver.

En la Tabla 2.1 se muestran algunas preguntas que se deben responder para tomar decisiones que proporcionan solución a cualquier problema.

La metodología formal causal se ha comprobado que, si funciona para resolver cualquier tipo de problemas, sin embargo, existen otras que tratan de utilizar los mismos recursos como las 6 W (o 5 W y una H) utilizados en el periodismo para obtener la cantidad máxima de información respondiendo a las preguntas en inglés *what, who, when, where, why, how* (qué, quién, cuándo, dónde, por qué y cómo). O según el enfoque WWWWWHH de ingeniería de software propuesto por Boehm [97] , para el plan del ciclo de vida que lo organiza de la siguiente manera:

- Objetivos: ¿*Por qué (Why)* se está desarrollando el sistema?
- Hitos y horarios: ¿*Qué (What)* se hará y *cuándo (When)*?
- Responsabilidades: ¿*Quién (Who)* es responsable de una función? ¿*Dónde (Where)* están organizativamente situado?
- Enfoque: ¿*Cómo (How)* se hará el trabajo, técnica y de gestión?
- Recursos: ¿*Cuánto (How much)* de cada recurso se necesita?

Al observar lo anterior, nos damos cuenta de que cada respuesta representa una acción, una actividad o un valor de una variable. Por lo tanto, en lo que se trabajará de aquí en adelante se referirá a estos factores que pertenecen a la solución de un problema, como factores de diseño.

Al utilizar este método, el estudiante contesta una serie de preguntas para llegar a realizar una definición sobre un caso particular, por lo tanto, es un método inductivo, ya que, a partir de examinar ciertos elementos del caso en estudio, se puede obtener una generalización que permitirá encontrar lo que se desea.

Esta metodología de aprendizaje también es conocida como mayéutica, un método utilizado por Sócrates a través del cual el maestro hace que el estudiante descubra conocimientos por medio de preguntas. Al utilizar este método inductivo y dialéctico de enseñanza filosófica, la intervención del maestro es de vital importancia, ya que es este quien efectúa estratégicamente al estudiante por medio de preguntas acerca de un tema determinado, en forma correlativa y muy ordenada, con el objetivo de llevarlo hacia la respuesta, de esa manera hacerlo reflexionar con su propias ideas y opiniones [98].

*Tabla 2.2.1: Preguntas para encontrar las actividades que hay que hacer para crear inventos o resolver los problemas relacionados como ejemplos.*

<b>¿Qué hacer para hacer algo?</b>	
<b>Invencción</b>	<b>Preguntas</b>
Diseño de una aplicación informática	¿Qué?, ¿cómo?, ¿cuándo?, ¿quién?, ¿dónde?, ¿con qué? ...
Servir un postre	¿Quién?, ¿cuándo?, ¿dónde?, ¿cómo?, ¿cuánto cuesta? ...
Calcular impuestos municipales	¿Quién?, ¿qué?, ¿con qué?, ¿cómo? ...
Hacer un circuito eléctrico	¿Con qué?, ¿quién?, ¿cuánto cuesta? ...

La declaración de un problema, es decir, su hipótesis, debe pertenecer al dominio de las declaraciones que deben aclararse, que es el alcance de los problemas. Para evitar ideas preconcebidas que podrían aportar a la hipótesis algunos aspectos relacionados con la solución, la hipótesis debe consistir en condiciones concebidas bajo un enfoque que debe ser externo a la solución del problema. Por lo tanto, la hipótesis responderá solo a los dos problemas externos que se encuentran en las preguntas pendientes. Estos son: **¿qué? y ¿para qué?** Es de tener en cuenta que las respuestas están relacionadas con la naturaleza y la utilidad que tendrá la solución, respectivamente.

Aunque podrían existir otras posibilidades, la consistencia del procedimiento de diseño puede garantizarse causalmente y, por lo tanto, su punto de partida debe ser la conjetura inicial, es decir, la hipótesis.

## **2.2. Solución de problemas mediante la metodología causal**

Los problemas son parte de la vida cotidiana del ser humano y en el caso de un Ingeniero, constantemente se enfrenta a la solución de ellos.

Cuando se habla de problemas, estamos hablando de elementos que obstaculizan el correcto o normal desempeño de los procesos, situaciones y fenómenos que nos rodean.

Estos problemas pueden ser alteraciones generadas accidental o voluntariamente por agentes externos y su resolución se convierte entonces en algo de suma importancia para restituir las condiciones de normalidad antes existentes.

Por lo general, las personas están acostumbradas a resolver problemas basados en patrones conocidos, por la experiencia o intuición, siempre pensando en un resultado tangible o intangible, utilizando únicamente el método científico, sin embargo, mediante una metodología causal, que es el método utilizado en esta investigación, las cosas cambian, pues hay un orden para solucionar un problema. En primer lugar, se trabaja en base a un modelo y luego interesa contestar a ciertas preguntas *¿qué es?* y *¿para qué?*

El concepto de "problema" es central en la literatura de estudios empresariales y de gestión, sin embargo, ha tenido un tratamiento renuente en la literatura científica. No hay mucha información relacionada y los pocos autores que han abordado el tema, lo han hecho desde un enfoque epistemológico y filosófico, lo cual sirve para darle solución a los problemas, pero con poca utilidad en cómo resolverlos [99].

Agre [100], en su artículo “The concept Problem” menciona que estudiar y resolver problemas ha sido ampliamente entendido en el siglo XX como el principal medio por el cual avanza la ciencia, la tecnología, la filosofía, la educación y la sociedad democrática. Agre cree que el término *problema* es utilizado para referirse a lo que hay que cambiar, y la palabra *solución* se usa para mostrar una versión aceptable de ese cambio (además de usarlo para referirse al proceso de cambiar o resolver). Piensa que los términos preguntas y respuestas se refieren a un contexto similar de investigación y aprendizaje, y que tanto los pares, problema-solución y pregunta-respuesta, mantienen una relación secuencial en el sentido de que la primera conduce a la segunda. Además, señala que la relación entre los dos pares de términos es tan estrecha que a menudo se utilizan indistintamente (problemas son respondidos y las preguntas solucionadas).

Agre propone una definición genérica del concepto de problema que se basa en las nociones de conciencia, dificultad y convicción que hay que resolver.

Finalmente, señala la ausencia de trabajo científico sobre la relación que puede existir entre la resolución de problemas y el aprendizaje, reconociendo que parece existir una conexión conceptual compleja entre aprendizaje, problema y solución.

### **2.3. Clasificación de los factores de diseño en la educación piramidal.**

Los factores de diseño están contenidos en las respuestas a las preguntas subyacentes al genérico *¿qué hacer?*, por ejemplo, los elementos necesarios para desarrollar el modelo de educación piramidal, *¿cómo?*, *¿con qué se hará?* y *¿cuánto costará?*

Un análisis exhaustivo sugiere la posibilidad de clasificarlos. Tomando como base el problema de Educación Piramidal, las respuestas a las preguntas *¿qué hacer?* se muestran en la tabla 2.2. La columna *Características* contiene una particularidad de la respuesta

correspondiente con respecto al papel que desempeña en la solución. Los símbolos de la columna *Clase* identifican la categoría posible de cada respuesta.

Para el caso de Educación Piramidal, las respuestas concernientes al modelo *educación* (M), lo pertinente para proporcionar aprendizaje colaborativo estratificado, contestando a la pregunta *¿con qué se hace?* (factores esenciales, E), o el contexto para determinar *¿cuándo?*, *¿quién?* y *¿cuánto cuesta?* (factores circunstanciales, C).

*Tabla 2.2: Respuestas a las preguntas para Educación Piramidal concernientes al modelo(M), para factores esenciales de (E), o para factores circunstanciales (C) de la actividad de diseño.*

<b>Clases de respuestas para educación piramidal</b>			
<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Características</b>	<b>Clase</b>
¿Qué es?	Un modelo de educación colaborativo.	La respuesta es una abstracción del problema.	M
¿Para qué es?	Fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje en cualquier área del saber.	La respuesta está contenida en la solución.	E
¿Cómo?	Estratificando el conocimiento en niveles, coexistiendo los roles docente y discente.	La respuesta está contenida en la solución.	
¿Con qué se hace?	Una plataforma de e-learning	La respuesta está contenida en la solución.	
¿Cuándo?	Podrán acceder desde cualquier lugar con acceso a Internet.	La solución no depende de la respuesta.	C
¿Quién?	Sistema educativo formal o informal.	La solución no depende de la respuesta.	
¿Cuánto cuesta?	Aun no se sabe con exactitud.	La solución no depende de la respuesta.	
¿De dónde?, ¿de quién?, ¿por quién? ...	...	La solución no depende de la respuesta.	

## **2.4. Paradigma orientado a Modelo**

Hemos comenzado a partir de la declaración de una hipótesis sobre un dispositivo, invención, sistema o proceso, es decir, el problema. Consideramos la hipótesis expresada como una conjetura de restricciones sobre los elementos contenidos en ella, es decir, la declaración del problema. Buscamos obtener en la educación piramidal, lo que significa,

una solución transformando los elementos y las limitaciones contenidas en la declaración a dicho problema. La elección de las transformaciones en la declaración del problema para obtener una solución, son las decisiones de diseño para resolverlo. Hemos resumido la actividad de tomar decisiones de diseño como la respuesta a preguntas *¿qué hacer?*, es decir, *¿qué hacer para hacer algo?* o, alternativamente, *¿qué hacer para obtener la solución a un problema?* Como una consecuencia inmediata, hemos propuesto que la naturaleza y los efectos de las decisiones de diseño se relacionan con subyacentes intuitivos para hacer preguntas: *¿cómo?*, *¿con qué?*, *¿cuánto?*, *¿dónde?*, etc., ya que las decisiones de diseño son precisamente las respuestas a esas preguntas.

Hemos propuesto el concepto de alcance de las decisiones de diseño para indicar que los elementos y las condiciones del problema son definidas por cada decisión de diseño. El ámbito clasifica las decisiones en tres clases, el modelo del problema, los constituyentes de la solución, y la configuración de la actividad de resolución.

Por otro lado, el poder del factor de diseño estrictamente ordena las clases de factores de diseño. Es decir, el número de elementos y limitaciones del problema que están involucrados en cada criterio de diseño para decidir en qué orden deben tomarse las decisiones de diseño.

La hipótesis es el hito que desencadena la actividad del diseño y, en esencia, expresa de manera muy abstracta la solución, por lo que cae dentro del alcance del modelo. Por lo tanto, coherente con el poder de los factores en los que se toman las decisiones, lo correcto para tomar decisiones de diseño es: primero decidir el modelo que caracterizará la solución, tomar decisiones sobre los factores esenciales de la solución y, finalmente, decidir sobre el contexto en el que tendrá lugar la creación de dicha solución.

En conclusión, el alcance de las decisiones de diseño produce clases de factores que se pueden ordenar por su poder, lo que constituye un enfoque formal del diseño impulsado por el modelo.

El procedimiento causal de tomar decisiones de diseño que hemos desarrollado hasta este punto se refiere a los aspectos globales de la resolución de problemas: modelo, constituyentes y contexto.

Partiendo de un fenómeno observable propuesto como un problema, el proceso de percepción nos da el enfoque epistemológico para dividir el problema inicial en tres Subproblemas:

- Subproblema Modelo que es una interpretación abstracta del problema.
- Subproblema específico que es el mismo problema inicial pero enfocado en ese modelo.
- Subproblema contextual que no tiene restricciones procedentes del problema inicial. Sus limitaciones están relacionadas con el modelo y los subproblemas específicos.

Desde este enfoque, la primera etapa de diseño que proponemos es descomponer el problema en los siguientes tres subproblemas:

- **Subproblema modelo:** es la parte del problema referente a las variables y las restricciones sobre ellos, que el problema comparte con otros problemas similares.

La resolución del subproblema modelo consiste en tomar decisiones de diseño a nivel de los modelos.

Después de haber determinado un modelo, puede definir un problema en términos del modelo: Por ejemplo: educación piramidal es un aprendizaje colaborativo jerarquizado.

- **Subproblema específico:** es la parte del problema concerniente a las variables y restricciones sobre las mismas que este problema no comparte con otros problemas similares. La resolución de un subproblema específico consiste en

tomar decisiones de diseño de aspectos del problema que no resuelve el modelo, es decir, para resolver un subproblema específico, implica actividades de valores y restricciones concretas en el modelo. Por ejemplo: la educación piramidal, es un modelo de educación colaborativo para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje en cualquier área del saber, estratificando el conocimiento en niveles, coexistiendo los roles docente y discente a través de una plataforma de e-learning, a la cual podrán acceder desde cualquier lugar con acceso a internet, en un sistema formal o informal.

- **Subproblema contextual:** representa las circunstancias en torno a la resolución del problema. Por lo tanto, no forma parte de la invención, sino que está relacionada con la actividad de resolver el problema. La resolución de problemas contextuales es establecer los valores y restricciones de las variables que, no siendo parte del problema, participan en su resolución. Para el caso de estudio, educación piramidal, la aplicación del proyecto es desarrollada de forma colaborativa con la participación de tres doctorandos basado en el convenio Utec-Alicante.

Hasta ahora se ha presentado, de manera amplia, el paradigma orientado a modelo como lo aceptan comúnmente la comunidad científica. Las siguientes secciones proporcionarán una justificación formal de este paradigma. Por un lado, se proporcionará una justificación de los subproblemas y, por otro lado, se proporciona la secuencia del procedimiento a seguir.

## **2.5. Decisión de diseño para el modelo de Educación Piramidal**

Se les llama objetivos del problema a las condiciones correctas y exactas que caracterizan el problema con respecto al modelo.

La técnica para decidir el modelo que se propone para un problema es responder a la pregunta ¿Qué es el problema? Por ejemplo: la pregunta ¿Qué es educación piramidal? se responderá con modelos: educación estratificada, educación colaborativa, tutorías jerarquizadas, etc.

Entonces, hay una manera intuitiva de decidir el modelo, seguramente basado en la experiencia. Epistemológicamente, esta asignación de un modelo al problema cae en el tipo de conocimiento inspirador y, por lo tanto, es el conocimiento no formal. Esto implica que el modelo tiene que ser previamente conocido y, por lo tanto, tiene que existir. Por ejemplo, para decidir un modelo educación estratificada:

1. Proponer varios modelos:

- El enfoque del docente: educación piramidal.
- El punto de vista del discente: tutorías colaborativas.
- El enfoque del pedagogo: aprendizaje colaborativo.

2. Seleccione uno de los modelos precedentes: educación piramidal.

Por otro lado, una forma sistemáticamente formal de caracterizar un modelo para un problema es responder a la pregunta ¿qué es?, consistiría en el siguiente procedimiento:

1. Proponer un conjunto de ejemplos positivos que consisten en otros problemas que el mismo modelo. Se considerarán ejemplos favorables o positivos.
2. Proponer un conjunto de contraejemplos consistentes en otros problemas que no pertenecerán al modelo. Se considerarán ejemplos negativos o contraejemplos.
3. Proponer una restricción que establecerá una región en un subespacio compartido por todos los ejemplos positivos, de tal manera que esta región contenga la proyección de cada ejemplo. La proyección de contraejemplos estará total o parcialmente fuera de esta región.

Posteriormente en la Especificación Funcional, se debe contestar a la pregunta **¿para qué** es la educación piramidal?, la cual proviene de los requerimientos realizados:

- Para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje en cualquier área del saber.
  - ✓ Para ampliar el desarrollo curricular con aprendizaje ubicuo fuera del aula.
  - ✓ Para la producción del conocimiento de forma jerarquizada.
  - ✓ Para el desarrollo de competencias en cualquier área del saber a través de tutorías virtuales.
- Para sacar provecho al aprendizaje colaborativo, interactivo utilizando una plataforma e-learning.
  - ✓ Para explotar el uso de herramientas tecnológicas que facilitan el aprendizaje.
  - ✓ Para que los usuarios ejerzan intercambio de roles, de docente y de discente de acuerdo con los niveles establecidos en la pirámide.
  - ✓ Para utilizar la herramienta informática y poder compartir conocimiento, con un nivel de calidad adecuado en cada una de las temáticas a desarrollar.

## **2.6. Objetivos**

Para poder formular los objetivos de esta investigación estos deben contestar a la pregunta “¿para qué?”, cuyas respuestas van enfocadas desde la parte metodológica hasta el diseño de la propuesta del modelo de educación piramidal. Por lo tanto, los objetivos son los siguientes:

- Para adquirir conocimiento metodológico, las habilidades y las actitudes adecuadas para realizar investigación mediante el método científico.

- Para adquirir habilidades de toma de decisiones y desarrollar el modelo educativo piramidal, mediante el enfoque de arriba hacia abajo.
- Para proponer un modelo de educación piramidal mediante el aprendizaje colaborativo, interactivo, utilizando una plataforma tipo e-learning; en el que la innovación recae en la producción de conocimiento de forma jerarquizada.
- Para aplicar la metodología causal en la propuesta del modelo de educación piramidal para desarrollar procedimientos sistemáticos que conlleven a una especificación formal de la solución.
- Para diseñar una plataforma informática colaborativa tipo e-learning, bajo el modelo de educación piramidal en el cual cada usuario ejerza e intercambie el rol de docente y de discente.
- Para utilizar la herramienta informática y poder compartir conocimiento, con un nivel de calidad adecuado en cada una de las temáticas, a través de la aplicación de tres casos de estudio específicos, que realizará cada doctorando.
- En particular, las destrezas y actitudes del trabajo en equipo: esta investigación está planteada como parte de un proyecto de mayor alcance.

#### **2.6.1. Objetivos específicos:**

- Para profundizar en los conceptos formales relacionados con el diseño tecnológico y con la actividad de tomar las decisiones que producen las soluciones a los problemas en general, y a la creación de sistemas, equipos y métodos.
- Para contribuir al desarrollo de una plataforma didáctica colaborativa sobre los lenguajes de programación, soportado en una base conceptual causal.

- Para abordar el problema de educación piramidal con el fin de colaborar en el proceso de enseñanza-aprendizaje con el alumnado de la Universidad Tecnológica de El Salvador (Utec) para:
  - ✓ Verificar la adecuación de la plataforma didáctica educativa en el aprendizaje de los lenguajes de programación por medio de la educación piramidal.
  - ✓ Proporcionar conocimiento especializado de interés educativo en el ámbito de la Utec, el cual también puede ser aplicado a nivel de cualquier institución pública o privada.

## **2.7. Conclusión**

En este capítulo se ha desarrollado la especificación funcional que forma parte de la metodología causal, en la cual, el punto de partida es un problema de forma general, para luego contestar preguntas más específicas.

Algunas preguntas que se realizan son: ¿Qué? (...es lo que hay que hacer), ¿para qué? (...debe hacerse), entre otras según sea el caso.

Para formular la hipótesis, responderá solo a los dos problemas externos que se encuentran en las preguntas **¿qué?** y **¿para qué?**

Lo correcto para tomar decisiones de diseño es: primero decidir el modelo que caracterizará la solución, tomar decisiones sobre los factores esenciales de la solución y, finalmente, decidir sobre el contexto en el que tendrá lugar la creación de dicha solución.

Por lo tanto, se hace una clasificación de los factores de diseño, que, para el caso de Educación Piramidal, las respuestas concernientes al modelo *educación* (M), luego lo pertinente para proporcionar aprendizaje colaborativo estratificado se contesta a la

pregunta ¿con qué se hace? (factores esenciales, E), o el contexto para determinar ¿cuándo?, ¿quién? y ¿cuánto cuesta? (factores circunstanciales, C).

Por lo anterior, en la especificación funcional, interesa conocer el modelo, contestando a la pregunta *¿qué hacer?*

El diseño orientado al modelo que hemos justificado formalmente para obtener una solución a un problema intenta obtener una solución a través de una estrategia *divide et vinces* que canónicamente descompone el problema inicial en tres subproblemas: Subproblema modelo, subproblema específico y subproblema contextual.

La técnica para decidir el modelo que se propone para un problema es responder a la pregunta *¿Qué es?* Por ejemplo: la pregunta *¿Qué es educación piramidal?* se responderá con modelos: educación estratificada, educación colaborativa, tutorías jerarquizadas, etc.

Es necesario seguir los siguientes puntos para el modelo:

1. Proponer varios modelos, en la cual se pueda contestar la pregunta *¿qué es?* desde varios enfoques, que para el caso de educación piramidal se consideró el enfoque del docente, el punto de vista del discente y el enfoque de un pedagogo.
2. Se debe seleccionar uno de los modelos presentes, por lo que para contestar a la pregunta *¿qué es?*, se sigue el procedimiento siguiente: proponer un conjunto de ejemplos positivos, después proponer un conjunto de contra ejemplos o ejemplos negativos y por último proponer una restricción que establecerá una región en un subespacio compartido por todos los ejemplos positivos, de tal manera que esta región contenga la proyección de cada ejemplo.

En el caso que ya se tiene claro cuál es el modelo, entonces ya no es necesario realizar los puntos anteriores, es por ello, que para este trabajo no se hizo ese proceso.

Cuando ya se ha seleccionado el modelo se pasa a contestar la pregunta *¿para qué?*, cuyas respuestas provienen de los requerimientos realizados con anterioridad y que al final son los objetivos de la investigación.



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

# Capítulo 3

## 3. Especificación Estructural

### 3.1. Clasificación de los factores esenciales en la educación piramidal

Cuando se tiene un modelo del problema, para conocer cómo será la solución, primero se debe resolver el subproblema específico. Por lo tanto, hay que tomar decisiones adicionales para concretar las variables del problema que han sido ignoradas por el modelo, y para restringir la condición que define el modelo, por ejemplo: ¿cómo desarrollar una plataforma didáctica para el aprendizaje colaborativo estratificado?, el subproblema contextual tiene que ser resuelto mediante las siguientes preguntas: ¿cuándo?, ¿quién?, ¿dónde?, etc.

A continuación, se puede observar que:

1. El subproblema modelo permite saber la naturaleza de la solución
2. El subproblema específico permite saber cómo es la composición de la solución.
3. El subproblema contextual permite saber cómo hacer la solución.

#### 3.1.1. Evidencia empírica para clasificar los factores en la educación piramidal

Los factores esenciales E son respuestas a las preguntas *¿para qué?*, *¿cómo?* y *¿con qué?* Procediendo de la misma manera se clasifican los factores generales del diseño, un análisis fenomenológico de los factores esenciales sugiere la posibilidad de clasificarlos también.

En la tabla 3.1, se muestran las preguntas y sus respectivas respuestas para encontrar la solución sobre educación piramidal.

Tabla 3.1: Clasificación empírica de respuestas a preguntas acerca de factores esenciales para la educación piramidal.

<b>Preguntas esenciales para la educación piramidal</b>			
<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Rol</b>	<b>Clase</b>
<b>¿Para qué es?</b>	Fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje en cualquier área del saber	La utilidad que tiene	A
<b>¿Cómo?</b>	Estratificando el conocimiento en niveles, coexistiendo los roles docente y discente	Su funcionamiento	S
<b>¿Con qué se hace?</b>	Con una plataforma tipo e-learning	Los constituyentes	T

En la columna *rol*, se describe el papel que los factores obtenidos como respuestas de las preguntas juegan en la composición de la invención. Por lo tanto, la partición consta de las tres clases siguientes:

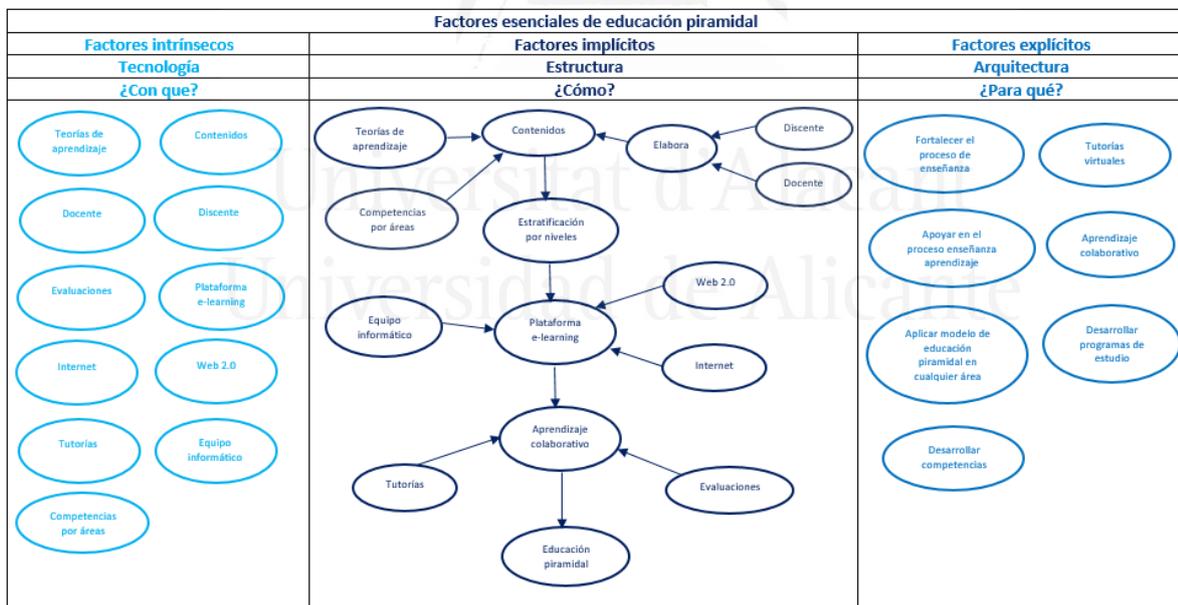
- Los factores de Clase A representan la utilidad, son los factores esenciales que la invención explícitamente exhibe al resto del mundo. Se perciben desde un punto de vista externo. Estos son los factores de arquitectura (funcionalidad) de la invención. Los llamamos factores explícitos o arquitectónicos. Su característica operativa debe extraerse de la hipótesis, y se obtiene respondiendo a la pregunta ¿para qué?
- Los factores de Clase S son los factores constructivos de la invención. Es decir, la estructura (structure) y los aspectos organizativos de la solución. Los llamamos factores implícitos o factores estructurales, y se obtienen respondiendo a la pregunta ¿cómo?
- Los factores de Clase T son ingredientes tecnológicos, es decir, representan la solución. Los llamamos factores intrínsecos o factores tecnológicos. Su funcionamiento característico es que son elementales por definición, y se obtienen al responder a la pregunta ¿con qué?

Por lo tanto, el papel de un factor esencial es el impacto que las decisiones de diseño tienen en la invención, es decir, en la actividad de obtener la solución. El papel de los factores explícitos (arquitectura) corresponde a deducirse de la hipótesis. Se inducirá el papel de los factores implícitos (estructura). El papel de los factores intrínsecos (tecnología) tiene que ser indirecto, a través de la estructura.

### 3.1.2. Relación de los factores esenciales de la educación piramidal

En la figura 3.1 se muestran los factores intrínsecos (componentes), implícitos (organización) y explícitos (rendimiento) correspondientes al caso de estudio educación piramidal.

Se puede observar que se ha elaborado un grafo relacionando cada uno de los elementos que componen la solución.



*Figura 3.1: Clases de factores esenciales: factores intrínsecos de educación piramidal, es constituyente, factores implícitos, la organización de la educación piramidal; y factores explícitos, la utilidad de la educación piramidal.*

### **3.1.2.1 Organización del grafo de Educación piramidal**

En el grafo que se elaboró y que puede apreciarse en la figura 3.2, sobre los Factores Implícitos (Estructura), se muestran las relaciones existentes entre los diferentes módulos del sistema. La ejecución inicia evaluando las teorías o paradigmas de aprendizaje, debido a que es necesario conocer cuál de las existentes se adapta mejor en el proceso de enseñanza aprendizaje, que para este caso es en la educación superior. Al tener clara la teoría o las teorías que pueden ser aplicadas, se elaboran los contenidos tomando en cuenta las competencias por área, los contenidos serán elaborados por el docente y discente, sabiendo que hay coexistencia de roles en determinado momento.

Cuando ya se han determinado las competencias y se tienen los contenidos, se hace una estratificación de niveles, teniendo en cuenta que son cuatro (Doctor, Máster, Ingeniero, Técnico), posteriormente se trabaja en el diseño de la plataforma e-learning que se adapta a las necesidades educativas, para lo cual se necesita de equipo informático con conexión a Internet y hacer uso de herramientas de la web 2.0.

A través de la plataforma desarrollada se pondrá en práctica el aprendizaje colaborativo, haciendo uso de tutorías virtuales y evaluaciones para medir el grado de aprendizaje que se ha producido en cada uno de los niveles, esto conlleva a que la educación piramidal se haya completado.

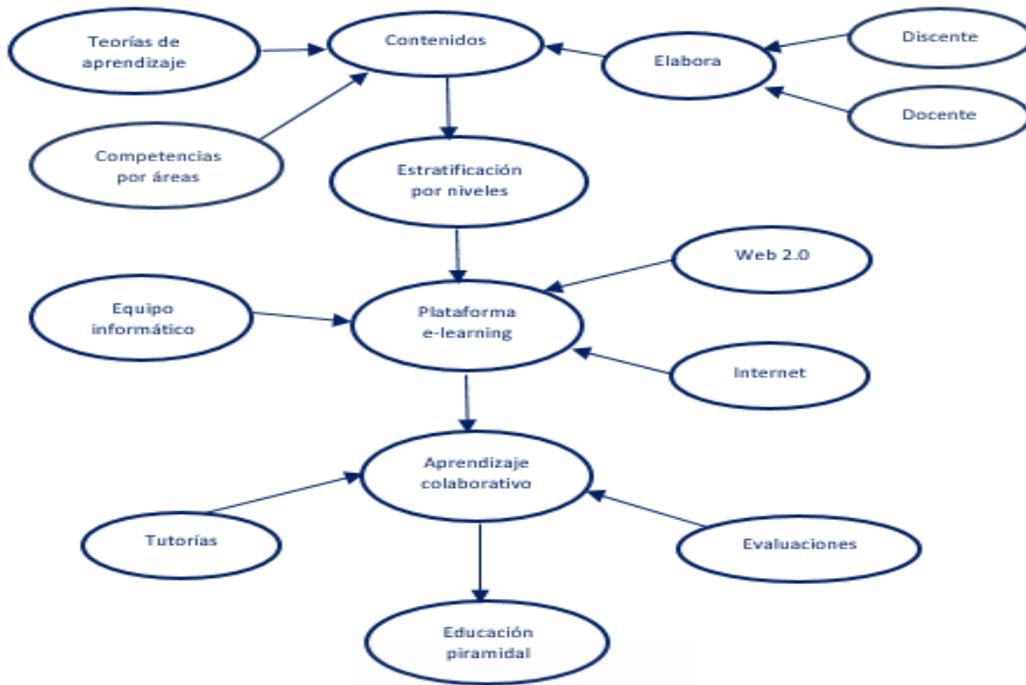


Figura 3.2: Grafo organizacional de Educación Piramidal

En la figura 3.3 se muestra la clasificación de los factores esenciales que ya se tenían pero que se han obtenido ahora formalmente, que incorpora de rigor a la distinción entre los factores de la arquitectura (explícito), la estructura (implícito) y la tecnología (intrínseca).

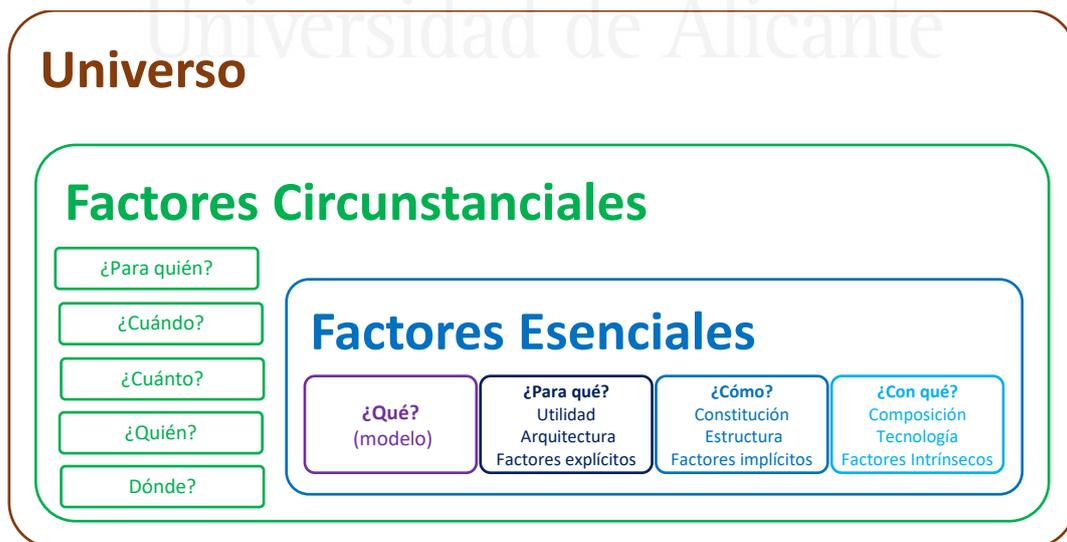


Figura 3.3: Clases de factores esenciales y su significado en las decisiones de diseño

### **3.2. Método científico y diseño Top-Down**

Las actividades de diseño se ordenan de la siguiente manera:

*Factores circunstanciales < tecnología < estructura < arquitectura < modelo*

Teniendo en cuenta que:

- La hipótesis constituye el hito inicial de la actividad de diseño.
- La hipótesis expresa el problema desde un punto de vista externo, esto corresponde al ámbito del modelo (aspectos abstractos) y la arquitectura (aspectos específicos).

Entonces, la secuencia formalmente correcta a seguir para tomar decisiones de diseño es lo que se establece, en primer lugar, el modelo del problema que caracterizará la solución. Posteriormente, tomar decisiones sobre la arquitectura del problema, seguido por las decisiones sobre la estructura y organización de la solución. Seguidamente, se deberán tomar decisiones sobre tecnología y, finalmente, las decisiones sobre el contexto en el que se produce la creación de dicha solución.

Por lo tanto, la secuencia coherente del diseño es de la siguiente manera:

*Modelo → arquitectura → estructura → tecnología → factores circunstanciales*

En cuanto a las preguntas *¿qué hacer?*, la secuencia coherente es:

*¿Qué es? → ¿Para qué? → ¿Cómo? → ¿Con qué? → otros*

Es de notar que la secuencia representa:

- El método Top-Down del diseño de ingeniería
- El método científico para crear conocimiento

En la figura 3.4 se observan todos los elementos que forman parte del diseño. Esto es parte de la hipótesis planteada para elaborar el modelo, el cual surge de responder a la pregunta *¿qué es?*, luego se realiza la especificación funcional contestando a la pregunta *¿para qué?* posteriormente se crea la especificación estructural mediante la pregunta

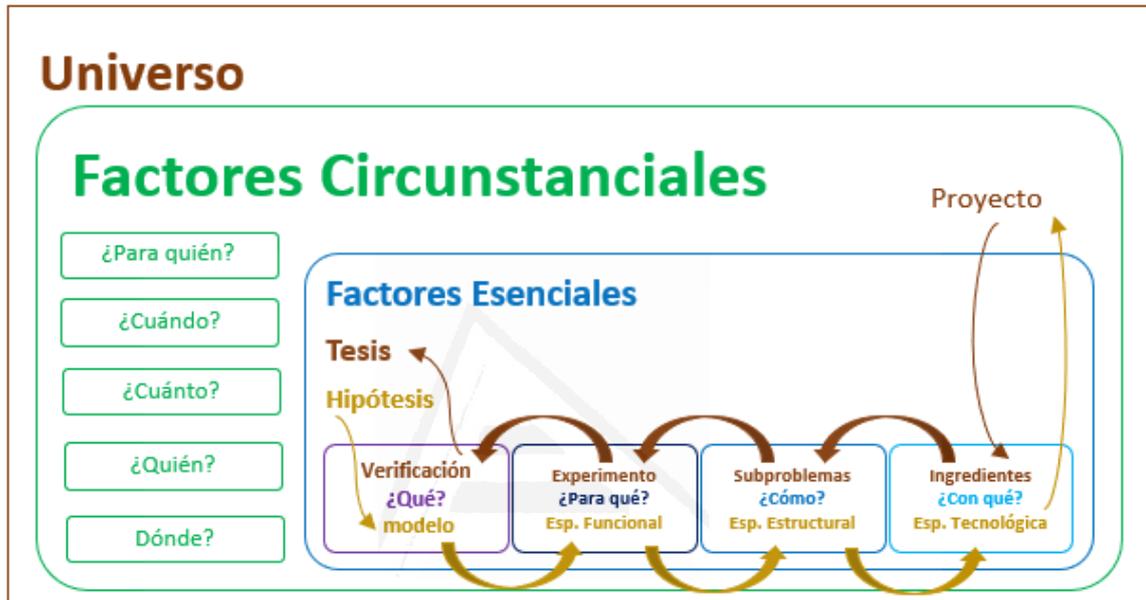
¿cómo?, para luego continuar con la especificación tecnológica al contestar la pregunta

¿con qué?

Los factores esenciales, lo forman la especificación funcional, estructural y tecnológica.

Los factores circunstanciales, se construyen contestando a preguntas ¿para quién?,

¿cuándo?, ¿cuánto?, ¿quién?, ¿dónde?, entre otras.



Diseño

modelo > arquitectura > estructura > tecnología > contexto

PROTOTIPO

Contexto < tecnología < estructura < arquitectura < modelo

Figura 3.4: Diseño de la secuencia causal coherente de la toma de decisiones y su proceso correspondiente para implementar un prototipo. Este es el diseño Top-Down de la secuencia de invenciones, así como el método científico para crear conocimiento.

### 3.3. Modelo: Educación Piramidal

La finalidad de los sistemas educativos es el aprendizaje, es por ello por lo que se debería invertir en recursos tecnológicos y humanos para lograr la calidad que se merece. Tener conciencia social para tener claro que el futuro de la sociedad depende de las nuevas generaciones, por lo que hay que trabajar con esmero y contar con personas comprometidas con el sistema educativo, para buscar metodologías y uso de las TIC para

optimizar la calidad de educación y aprendizaje, y que permitan alcanzar resultados esperados [101].

Hay que tener en cuenta que el uso de Internet ha cambiado considerablemente el sistema educativo tradicional, pero en educación, “Internet por sí sola no produce mejores o más eficientes estudiantes o profesionales si la formación previa de docentes e instituciones responsables no es acorde con los tiempos” [102].

Cada vez existe mayor afirmación del potencial que tienen Internet y las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) que estén relacionadas, tales como juegos electrónicos, redes sociales, entornos virtuales, blogs, wikis, videos, entre otros, los cuales juegan un papel importante en una educación y un aprendizaje menos formal. También como lo dice Antoni Badia [103] “las TIC posibilitan la creación de unas condiciones nuevas para la búsqueda, obtención, acceso, organización, tratamiento, transmisión y uso en general de la información que se gestiona en los contextos educativos”.

Es por ello por lo que se ha propuesto trabajar con un modelo llamado “Educación Piramidal”

El concepto de educación piramidal está muy relacionado con la definición de educación, con la diferencia que ahora se ha agregado el termino piramidal.

La educación piramidal sigue siendo educación, pero de forma jerarquizada, a través de tutorías de forma colaborativa entre personas con niveles educativos distintos.

El modelo de la Educación Piramidal propone enseñar y aprender contenidos en cualquier campo de la ciencia, haciendo uso del aprendizaje colaborativo y auxiliándose de una plataforma tipo e-learning; en la que la creación de conocimientos se realiza de forma jerarquizada.

La educación piramidal podrá utilizarse en un sistema formal o informal en el que cada uno de los participantes con acceso a Internet podrán utilizar la plataforma, desde cualquier lugar y hora que estimen conveniente.

La propuesta es de bajo costo, principalmente porque se apoya en la colaboración y en la coexistencia de roles en los participantes, con lo cual no se incurre en honorarios del docente y no requiere de altos costos en el uso de infraestructura tecnológica dado que la plataforma a utilizar es de código abierto, no se paga licenciamiento.

La educación piramidal, busca satisfacer las necesidades de los estudiantes, por medio de tutorías virtuales, debido al beneficio que se obtiene al considerar diversos factores como tiempo, lugar, distancia, lo que permite impactar en el proceso formativo, además de las ventajas que los docentes y estudiantes tienen con la coexistencia de roles y que el aprendizaje es de forma colaborativa.

Haciendo uso del paradigma de diseño orientado a modelo; primero se debe dar respuesta a las preguntas de diseño, las cuales se resumen en la tabla 3.2.

*Tabla 3.2. Respuestas a preguntas sobre modelo Educación Piramidal*

Marco conceptual sobre educación piramidal		
<i>Preguntas</i>	<i>Respuestas</i>	<i>Ámbito</i>
¿Qué es?	Un modelo de educación colaborativo.	Funcional
¿Para qué?	Fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje en cualquier área del saber.	Funcional
¿Cómo?	Estratificando el conocimiento en niveles, coexistiendo los roles docente y discente.	Estructural
¿Con qué?	Una plataforma de e-learning.	Estructural
¿Cuándo?	Podrán acceder desde cualquier lugar con acceso a Internet.	Circunstancial
¿Quiénes?	Sistema formal o informal.	Circunstancial

Partiendo de lo anterior se propone como marco para la definición de educación piramidal tres elementos que son parte de la metodología formal causal:

- **Especificación Funcional**

Modelo de educación colaborativo para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje en cualquier área del saber.

- **Especificación Estructural**

Estratificando el conocimiento en niveles, coexistiendo los roles docente y discente, a través de una plataforma de e-learning.

- **Proyecto de Ejecución (Circunstancial)**

Podrán acceder desde cualquier lugar con acceso a Internet, en un sistema formal o informal.

Uniendo los tres elementos, se puede definir la educación piramidal como:

*“Un modelo de educación colaborativo para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje en cualquier área del saber, estratificando el conocimiento en niveles, coexistiendo los roles docente y discente a través de una plataforma de e-learning, a la cual podrán acceder desde cualquier lugar con acceso a Internet, en un sistema formal o informal”.*

En este caso, se trata de fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje en los estudiantes de educación superior, en diferentes áreas del conocimiento, utilizando una plataforma virtual tipo e-learning de forma colaborativa.

Hay que tomar en cuenta que, en una sociedad digital, los estudiantes están muy inmersos en el uso de las nuevas tecnologías y debido a eso es de sacar provecho al buen uso de las herramientas existentes o adaptar las que ya existen a las necesidades propias de los estudiantes.

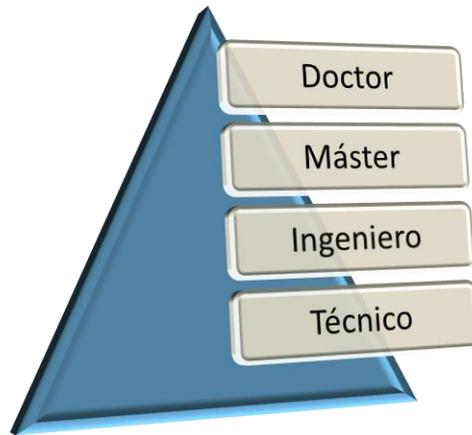
La educación piramidal, busca satisfacer las necesidades del alumnado, a través de tutorías virtuales, debido al beneficio que se obtiene al considerar diversos factores como tiempo, lugar, distancia, etc. Los cuales impactan en el proceso formativo, además de las ventajas que los docentes y estudiantes tienen con la coexistencia de roles y que el aprendizaje es de forma colaborativa.

La tutoría se concibe como un eje en la educación de los estudiantes, el cual enfatiza el aprendizaje auto dirigido y la formación integral. Si se considera que el fin último de todo proceso educativo es que los alumnos alcancen una formación basada en aprendizajes significativos y socialmente responsable, es claro que el logro de tan ambiciosa meta sólo será posible con el apoyo de un conjunto de elementos entre los que destacan las tutorías [104].

De acuerdo con Narro y Martiniano [105], se define la tutoría como “una intervención docente en el proceso educativo de carácter intencionado, que consiste en el acompañamiento cercano al estudiante, sistemático y permanente, para apoyarlo y facilitarle el proceso de construcción de aprendizajes de diverso tipo: cognitivos, afectivos, socioculturales y existenciales”.

Es por ello por lo que la educación piramidal parte de la tutoría entre los participantes de diferentes niveles de educación, para propiciar un ambiente de colaboración entre estos y poder aprovechar los conocimientos de los diferentes involucrados y que estos puedan intercambiar roles, siguiendo la lógica de una pirámide, en la cual el nivel más alto está la parte superior de la pirámide, tal y como se muestra en la figura 3.5.

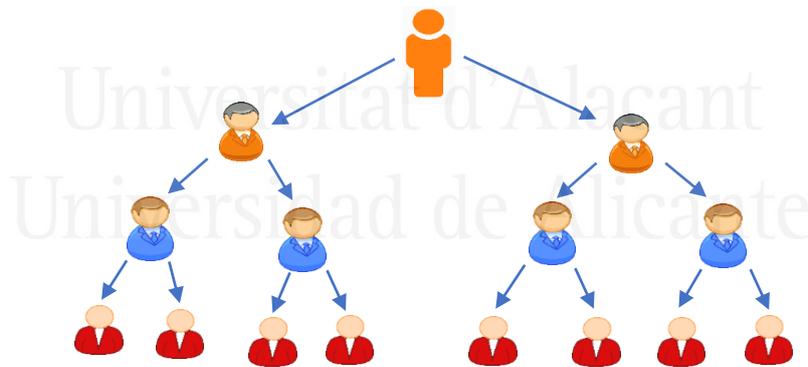
Lo que se pretende es que un estudiante de Doctorado pueda enseñar a un estudiante de Maestría, el estudiante de Maestría, a un estudiante de Ingeniería, un estudiante de Ingeniería a un estudiante del Técnico. En este escenario un docente, en algún momento de la cadena jerárquica que se propone se convertirá en discente y viceversa.



*Figura 3.5: Distribución de niveles en la educación piramidal*

### **Funcionamiento del modelo educación piramidal**

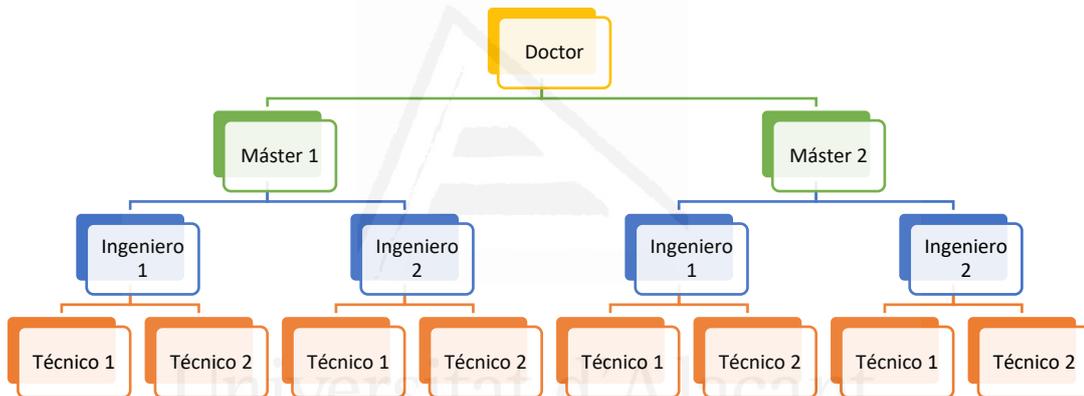
El proceso enseñanza aprendizaje será estratificado o piramidal, de acuerdo con el nivel de conocimiento que cada uno de los participantes pueda tener, tal y como se puede ver en la figura 3.6.



*Figura 3.6: Esquema piramidal estratificado en niveles*

La educación piramidal propone un modelo de aprendizaje colaborativo y con este facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje; a través del uso de una plataforma virtual. Es de notar que en este modelo se busca sacar ventaja de la coexistencia de los roles *docente y discente*.

Se propone en este diseño piramidal, por ejemplo, que un estudiante de Doctorado tenga a su cargo para poder tutorar a dos estudiantes de Máster, cada estudiante de Máster tenga a su cargo a dos estudiantes de Ingeniería y cada estudiante de Ingeniería a dos estudiantes del Técnico en Software, tal y como se muestra en la figura 3.7. Aunque esto solo es un ejemplo, debido a que en el caso real se trabajará con una muestra mayor, tomando estudiantes inscritos en un grupo de clase de determinada materia a los cuales se tendrá trabajando con el modelo de educación piramidal y se contrastará con otra sección de la misma asignatura que no trabajará con el modelo, para hacer una comparación en los resultados obtenidos.



*Figura 3.7: Diseño propuesto de la educación piramidal*

Los roles entre los participantes deberán coexistir, un miembro podrá ser docente en un nivel, mientras también será discente en otro nivel.

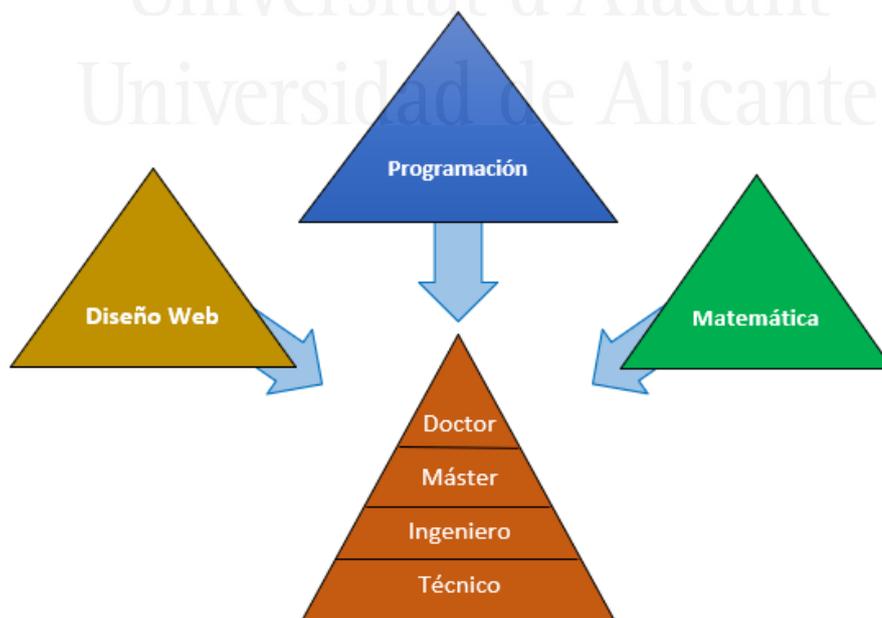
- El docente podrá crear, diseñar, impartir y evaluar contenidos.
- El discente podrá acceder a contenidos de aprendizaje producidos por el docente.

Es importante notar que este modelo propone que se tendrá una colaboración entre los distintos niveles de la pirámide de aprendizaje. En un momento un participante será

docente y en otro asumirá el rol de discente. Este ciclo se seguirá a través de la estructura piramidal.

Este modelo tiene la ventaja de adaptarse fácilmente a cualquier área de la ciencia o niveles educativos. Bajo esta óptica se posibilita la coexistencia de varias pirámides según las diferentes asignaturas o ciencias que el programa de estudio contemple. En un programa de estudio de Informática, será interesante reforzar las competencias que se consideren fundamentales para todo profesional a formar. Por ejemplo, la programación, el diseño web o la matemática, son áreas de conocimiento específicas y son importantes para el desarrollo de competencias particulares de cada área. En este caso deberán existir tres pirámides en las que se busca apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje para que los participantes puedan mejorar sus capacidades intelectuales, habilidades y destrezas profesionales, tal y como puede apreciarse en la *figura 3.8*.

Esas áreas de conocimiento pueden ser otras y no necesariamente tres, ya que puede haber más, las que se consideren al momento de trabajar con el modelo.



*Figura 3.8: Esquema de coexistencia de diferentes pirámides según las competencias a reforzar en un mismo plan de estudio*

Este enfoque es el que se aplica en la educación piramidal, debido a que lo que se persigue es una tutoría jerarquizada, en la que habrá personas con diferentes niveles educativos estratificados, tal es el caso de doctor, máster, ingeniero o licenciado y técnico. Esta forma de aprendizaje colaborativa será muy significativa, porque los conocimientos que cada uno tiene son diferentes y ayudarán en gran manera en el apoyo de nuevos aprendizajes. Solamente que en la educación piramidal todos aprenden, ya que por un lado el que era tutor en un nivel de la pirámide, se convierte en estudiante en el otro nivel y así sucesivamente.

### **3.4. Conclusión**

En este capítulo y el anterior se ha propuesto un método formal para la resolución de problemas con coherencia causal. Su marco teórico se basa en la relación binaria entre los elementos del conjunto de decisiones de diseño que se deben tomar para resolver los problemas. Este método causalmente coherente coincide con el método científico de creación de conocimiento y la técnica de arriba hacia abajo incluida en el enfoque basado en modelos que se sigue en ingeniería. Este método admite una interpretación intuitiva basada en responder a la pregunta **¿qué hacer?** de una manera ordenada.

Mientras que el método científico y la técnica de arriba hacia abajo siguen una secuencia causalmente coherente de decisiones de diseño, la de abajo hacia arriba carece de esa coherencia causal. Esto explica que el enfoque de abajo hacia arriba solo puede garantizar el resultado si se complementa con un conocimiento previo de la estructura de la solución, es decir, para resolver casos de problemas que pertenecen a una familia de problemas a través de soluciones ya conocidas. Por el contrario, para el método científico y la técnica de arriba hacia abajo, se demuestra la universalidad de su validez, incluso para resolver problemas cuya solución es desconocida.

Respondiendo a una serie de preguntas, el problema general se subdivide en subproblemas y se va solucionando de manera ordenada y no mediante la intuición o por conocimientos y habilidades con las que cuente el profesional encargado de darle solución al problema planteado.

Se finaliza este capítulo con el planteamiento de cómo se trabajará el modelo de educación piramidal, considerando los niveles de estudio que existen en la Universidad Tecnológica de El Salvador y como se relaciona la pirámide para el aprendizaje de los lenguajes de programación con otras dos pirámides en la enseñanza de otras asignaturas. Es de considerar, que este modelo se puede aplicar para el aprendizaje de cualquier área de la ciencia y se puede adaptar a cualquier nivel de estudio, ya sea formal o informal.

En la *figura 1.2* se mostraron los pasos del método causalmente coherente para tomar decisiones de diseño. Se ha representado la descomposición del problema inicial en una secuencia de los tres subproblemas canónicos (modelo, específico y contextual), así como los hitos relacionados con las especificaciones: funcional, estructural y proyecto de ejecución.

La *figura 3.9* compara la propuesta causalmente justificada con los métodos empíricos de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba.

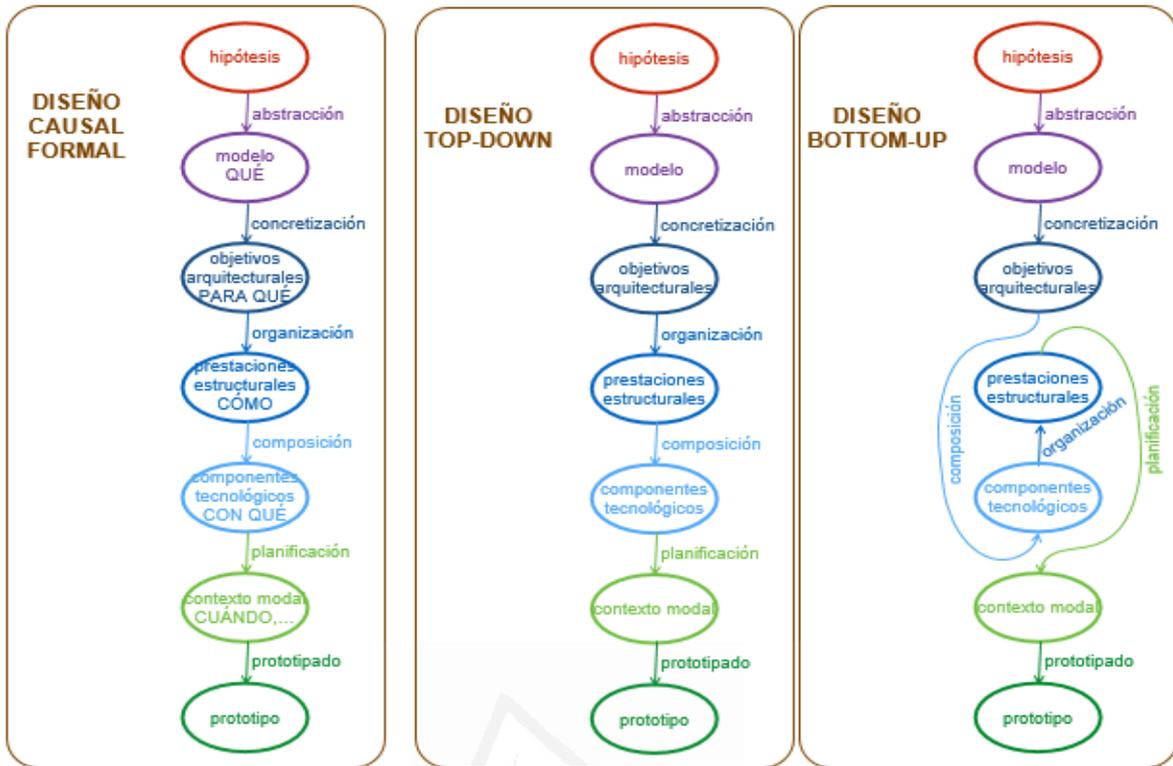


Figura 3.9: Comparación y diferencias entre nuestra propuesta de diseño formal causal y los métodos empíricos top-down y bottom-up

Fuente: Mario Nieto Hidalgo, Universidad de Alicante

# Capítulo 4

## 4. Proyecto de Ejecución

### 4.1. Decisiones de diseño acerca de los factores contextuales en la educación piramidal

Los factores circunstanciales caracterizan el contexto donde se lleva a cabo la realización de la solución. Este contexto es la solución al subproblema contextual, es decir, las respuestas a todas las demás preguntas relacionadas con el modelo y los factores esenciales: *¿cuándo?*, *¿quién?*, *¿cuánto?*, *¿dónde?*, etc.

La conclusión del análisis del estado del arte sobre el contexto de la implementación de una solución a un problema es que existen tantos procedimientos como autores o incluso como problemas, versiones, actualizaciones, etc. Cada profesional utiliza sus propios criterios para tomar decisiones de diseño contextuales, y lo hace siguiendo una secuencia particular, de acuerdo con sus propias preferencias e incluso utiliza uno diferente para resolver cada problema [106]. Esto está en línea con la ausencia de fundamento metodológico adecuado que menciona Preston [107].

No hay sistematización en la precedencia entre los factores circunstanciales ya que no tiene un significado conceptual.

Por ejemplo, la respuesta a la pregunta de *¿cuánto?*, está generalmente entre las primeras que deben afrontarse, causando un impacto significativo en la calidad de la solución.

También se puede encontrar soluciones basadas en las respuestas a la pregunta *¿quién es el autor?*, pero con la categoría del factor contextual.

Está claro conceptualmente que la justificación de las secuencias de acción para tomar decisiones de diseño sobre el subproblema contextual no depende del problema. Por lo

tanto, las secuencias se proponen arbitrariamente, utilizando formularios, plantillas, preferencias, etc. En resumen, el subproblema contextual trata aspectos externos del problema.

La consecuencia formal es que no hay relaciones binarias de orden causalmente inspiradas por el problema, en general. La consecuencia metodológica es que el contexto para resolver un problema es una actividad inherentemente paralela. Por lo tanto, cada solución al subproblema contextual se obtendrá teniendo en cuenta las restricciones de concurrencia particulares correspondientes.

Se puede proponer el siguiente modelo sobre el contexto de un problema:

“El contexto general de resolver un problema es una dificultad cuyo dominio es el conjunto de factores de diseño contenidos en las respuestas de preguntas circunstanciales relacionadas con el problema principal, excluyendo explícitamente los declarados en su hipótesis, y cuya restricción será cualquiera”.

Teniendo en cuenta que la solución del subproblema contextual es el proyecto de ejecución, se pueden indicar algunos modelos potenciales para el subproblema contextual en los siguientes ejemplos:

<b>Ejemplo</b>	<b>Subproblema contextual</b>
Hacer un teclado	Las instrucciones de montaje y el circuito electrónico.
Desarrollo de un sistema informático	El lenguaje de programación a utilizar y los requerimientos del cliente.
Educación piramidal	Memoria para su aplicación en la Universidad Tecnológica de El Salvador en el convenio Utec-UA en el período 2016-2020.

## **4.2. Caso de estudio: Lenguajes de Programación**

Se ha tomado a bien trabajar con los lenguajes de programación, precisamente porque son la base para las carreras de Ingeniería en Sistemas y Computación, Licenciatura en Informática y Técnico en Software en la Universidad Tecnológica.

El dominio de cualquier lenguaje de programación es imprescindible en los estudiantes de estas carreras, debido a que deben dar solución a problemas existentes en el mercado laboral. Sin embargo, para muchos estudiantes, estas materias son complejas y requieren de más tiempo para el desarrollo de los contenidos, lastimosamente no se dispone de tiempo extra, solamente en algunas materias hay estudiantes que van avanzados en sus carreras y con un buen rendimiento académico colaboran como instructores y en un día específico en la semana imparten hora y media de clase, llamada instructoría, las cuales son refuerzo de lo que ha dado en clase el profesor, pero la mayoría de estudiantes no asisten porque son en un horario diferente al de la asignatura que están cursando y en algunos casos llevan otras materias a esa hora o trabajan y no les dan permiso de asistir.

Debido a lo anterior, se puede apreciar que hay reprobación y en el peor de los casos deserción, porque no logran acoplarse y rendir de acuerdo con las exigencias de este tipo de asignaturas. Algunos estudiantes, llegan con malas bases de lógica computacional y, por lo tanto, la situación es peor, porque ellos requieren más atención y no se tiene el tiempo suficiente para ayudarles.

El objetivo de esta investigación es ayudar a los estudiantes que cursan las carreras antes mencionadas, en el aprendizaje de los lenguajes de programación, haciendo uso de la educación piramidal por medio de una plataforma virtual tipo e-learning, a través del aprendizaje colaborativo de forma estratificada.

El modelo de educación piramidal se aplicará en la Universidad Tecnológica de El Salvador específicamente en la Facultad de Informática y Ciencias Aplicadas dado que es la encargada de coordinar todas las carreras relacionadas con Tecnología.

En la facultad de Informática, se trabaja con cátedras las cuales pueden verse en la *figura 4.1*. Cada una de las cátedras, tiene un grupo de materias que son coordinadas por un profesor responsable.

Para el caso de los lenguajes de programación, estos pertenecen a la cátedra de Programación y son utilizados para las carreras de Ingeniería en Sistemas, Licenciatura en Informática y Técnico en Ingeniería de Software.



*Figura 4.1: Distribución de cátedras en la Escuela de Informática de la Universidad Tecnológica de El Salvador*

Las materias que involucran los lenguajes de programación son: Programación Orientada a Objetos, Programación I, II, III, IV y V.

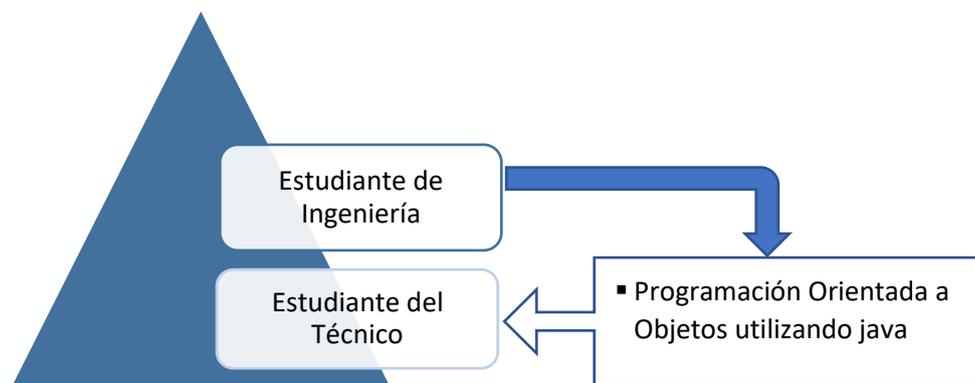
Los lenguajes de programación que se utilizan en dichas materias son: Java en modo consola utilizando JDK (Java Development Kit), NetBeans, Visual Studio con C#, Aplicaciones ASP, Java Script.

También en la cátedra de Desarrollo de software, se imparte otra asignatura llamada Desarrollo de la plataforma web, en la cual se hace uso de lenguajes como Java script y PHP.

A través de una plataforma virtual tipo e-learning, se desarrollarán los contenidos sobre lenguajes de programación y dependiendo del nivel educativo, así será el lenguaje de programación que se seleccionará para tutorar, tomando en cuenta que será colaborativo y en un ambiente fácil y amigable para trabajar.

#### **4.2.1. Propuesta de trabajo en la plataforma e-learning**

El nivel más bajo de la pirámide corresponde a los estudiantes del **Técnico en Ingeniería de Software**, por lo tanto, estos serán tutorados por estudiantes de **Ingeniería en Sistemas y Computación** que se encuentran en el segundo nivel de la pirámide como puede verse en la *figura 4.2* y las áreas en las que realmente necesitarán apoyo es en Programación Orientada a Objetos porque a la vez están cursando Programación I y no tienen las bases de esa materia, en esta asignatura se estudia el lenguaje Java en modo consola, apoyándose del kit de desarrollo de java (JDK) y Netbeans.

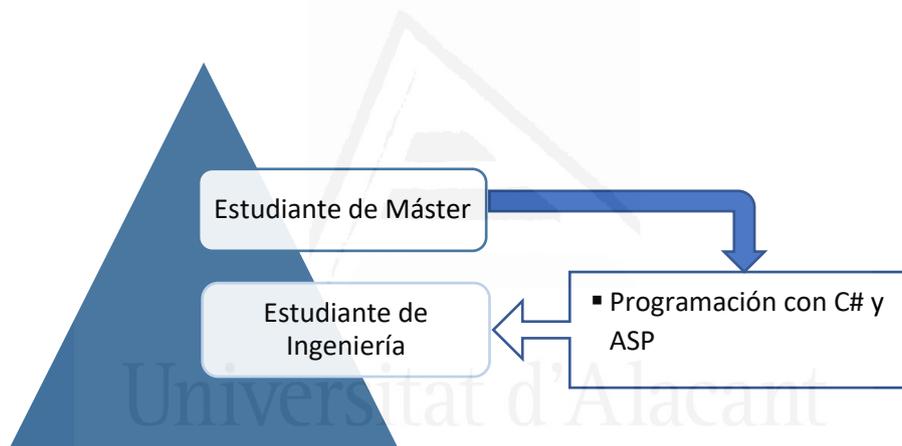


*Figura 4.2: Distribución de Técnicos e Ingenieros en la educación piramidal*

**Las unidades principales de contenidos para tomar en cuenta son:**

- Clases y objetos
- Métodos y Constructores
- Polimorfismo
- Herencia

En el tercer nivel de la pirámide están los estudiantes del **Máster** y estos deberán tuturar a los estudiantes de **Ingeniería**, en este caso se tomarán en cuenta a los estudiantes que se encuentren en cuarto ciclo de la carrera, cursando la materia de Programación II, en la cual se trabaja con Visual Studio, programando en C# con ASP, vea la *figura 4.3*.



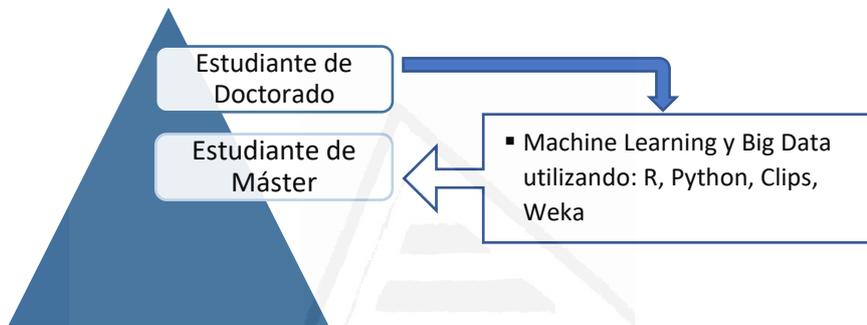
*Figura 4.3: Distribución del Ingeniero y Máster en la educación piramidal*

Las unidades principales para considerar son las siguientes:

- Componentes y Controles para el diseño de un sitio Web
- Aplicaciones web utilizando controles de acceso a datos
- Diseño de aplicaciones web, utilizando base de datos y el modelo de capas con MVC
- El lenguaje Integrated Query para la creación de aplicaciones seguras

En el nivel más alto de la pirámide se encuentra el estudiante del **Doctorado**, este deberá tutorar los estudiantes del **Máster**, sin embargo, a este nivel, un Doctor no le va a enseñar a programar a un Máster, porque esas competencias ya las adquirió en su debido momento en su carrera de pregrado, por lo tanto, se tomará en cuenta la parte de toma de decisiones, utilizando modelos de programación juntamente con análisis de datos, que son los que le servirán en su ámbito laboral.

Entre los elementos que se han considerado están Machine Learning y Big Data. Esto debido a las tendencias actuales, tal y como se muestra en la *figura 4.4*.



*Figura 4.4: Distribución del Máster y Doctor en la educación piramidal*

Se ha seleccionado Machine Learning, porque actualmente es parte de la realidad en la que se está viviendo y que ya está transformando las empresas juntamente con la aplicación de Big Data para la toma de decisiones estratégicas respecto a sus productos o servicios y la personalización de su atención. No se está hablando que es una expectativa del futuro, porque es con lo que actualmente se está trabajando en muchas organizaciones. Machine Learning es una rama de la inteligencia artificial que emplea un conjunto de algoritmos catalogados como Aprendizaje Automático, otorgando la autonomía necesaria a los ordenadores y sistemas informáticos para que aprendan de sus errores u optimicen sus aciertos sin intervención humana. La finalidad de su uso es que las personas no realicen trabajos que pueden automatizarse para maximizar la eficiencia, de esa manera no serán necesarias las continuas programaciones.

Los sistemas de Machine Learning trabajan con patrones complejos a partir de inmensos volúmenes de datos, procesándolos para predecir el comportamiento. Esa capacidad que tienen para mejorar sin ayuda externa les permite desarrollar sus propios modelos para descubrir tendencias, por ejemplo, en los gustos de los consumidores, que son extraídos de las redes sociales, compras en línea o por cualquier otro medio en la web. Basan su funcionamiento en una experiencia o conocimiento previo que los orienta en sus decisiones, logrando la aplicación de esta tecnología en múltiples áreas que incluyen a las empresas, pero también la medicina o hasta la educación.

El tiempo en el que realizan estos procesos es en fracciones de segundo, ya sea en corregir sus errores y precisan una gran capacidad de almacenamiento que ha sido resuelto con la utilización de cloud computing, la nube que posibilita el guardado de archivos, programas o sistemas en un entorno virtual ilimitado. Dan seguimiento a los cambios en su ámbito, en el caso del Machine Learning aplicado a los negocios facilitan la monitorización de los precios en el mercado o las preferencias de los clientes [108].

Debido a la enorme cantidad de datos que se pueden almacenar y procesar, Machine Learning tiene una relación con Big Data, debido a que no es posible pensar en Big Data en el que no se utilice datos masivos e inteligencia artificial.

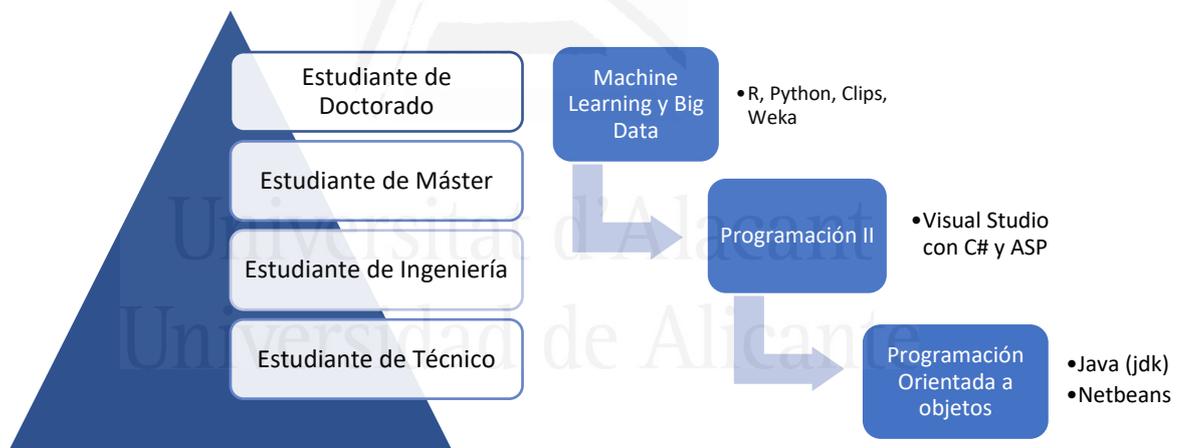
Sabemos que hoy en día las empresas manejan grandes volúmenes de datos que humanamente sería imposible analizar cada conexión entre ellos para poder tomar decisiones que beneficien los servicios que brindan, además con las herramientas tradicionales de base de datos existentes tampoco sería posible el almacenamiento, procesamiento y análisis de la inmensa cantidad y de los diferentes tipos de datos con los que se trabajan en las organizaciones.

Los programas que se utilizan en este tipo de tecnología son muchos, sin embargo, en este caso de estudio se trabajará con los siguientes:

- R (Este software se puede utilizar para dos propósitos, uno, para análisis estadístico y dos, como lenguaje de programación).
- Python (Se trata de un lenguaje de programación multiparadigma, ya que soporta orientación a objetos, programación imperativa y, en menor medida, programación funcional. Es un lenguaje interpretado, usa tipado dinámico y es multiplataforma).
- Clips, Weka (para trabajar con inteligencia artificial)

En este caso se reforzarán o se adquirirán nuevos aprendizajes sobre cada uno de estos programas y como aplicarlos en un ambiente real, además de conocer sobre reconocimiento de patrones.

Finalmente, la pirámide completa puede apreciarse en la *figura 4.5*.



*Figura 4.5: Diagrama completo de la educación piramidal*

### **4.3. Especificación y diseño**

#### **4.3.1. Propuesta metodológica para el aprendizaje de los lenguajes de programación**

##### **Conjetura inicial**

Para validar el desarrollo del modelo de educación piramidal propuesto en el proyecto de investigación.

- Propuesta metodológica común como apoyo al aprendizaje de los lenguajes de programación.

##### **Especificación funcional**

- Nombre del problema: Programa de estudio para el aprendizaje de los lenguajes de programación
- **Modelo: ¿Qué es?**
  - Un sistema de aprendizaje de competencias de los lenguajes de programación.
- **Objetivos: ¿para qué?**
  - Para apoyar el aprendizaje de los lenguajes de programación.
  - Para lograr mayores habilidades y destrezas en el uso de un lenguaje de programación determinado.
  - Para aprender las diferentes metodologías y técnicas de cualquier lenguaje de programación estudiado.

## **Especificación estructural**

- **Estructura de la solución: ¿Cómo?**
  - Requerimientos para satisfacer el objetivo de apoyar el aprendizaje de los lenguajes de programación.
    - ✓ Con colaboración en los conocimientos básicos de los lenguajes de programación.
    - ✓ Con aportación de nuevo conocimiento en un lenguaje de programación determinado.
    - ✓ Trabajando en equipo, dirigido por cada tutor dependiendo del nivel en la pirámide.
  - Requerimientos para lograr mayores habilidades y destrezas en el uso de un lenguaje de programación determinado
    - ✓ Teniendo en cuenta la capacidad de análisis y diseño de problemas.
    - ✓ Conocer la sintaxis propia del lenguaje de programación estudiado.
    - ✓ Practicar solucionando diferentes tipos de problemas.
  - Requerimientos para aprender las diferentes metodologías y técnicas de cualquier lenguaje de programación.
    - ✓ Analizando las diferentes técnicas de programación.
    - ✓ Aplicando reglas y sintaxis del lenguaje de programación seleccionado.
    - ✓ Haciendo uso de metodología en la solución de problemas.
- **Tecnología de la solución: ¿Con qué?**
  - Componentes para satisfacer el requerimiento de colaborar con los conocimientos básicos de los lenguajes de programación

- ✓ Estudio sobre análisis del problema y lógica computacional.
- ✓ Estudio general de los elementos básicos que componen un programa.
- ✓ Estudio general sobre los diferentes lenguajes de programación.
- Componentes para satisfacer el requerimiento de aportación de nuevo conocimiento.
  - ✓ Estudio sobre un lenguaje de programación específico.
  - ✓ Compartir nuevos elementos de programación que no son los tradicionales.
  - ✓ Compartir nuevas técnicas de programación.
- Componentes para satisfacer el requerimiento de trabajo en equipo dirigido por cada tutor dependiendo del nivel en la pirámide.
  - ✓ Motivando para que todos los integrantes del equipo trabajen en tareas asignadas.
  - ✓ Trabajando de forma colaborativa en el desarrollo de un programa o sistema.
- Componentes para satisfacer el requerimiento de la capacidad de análisis y diseño de problemas.
  - ✓ Solucionando problemas con dificultad moderada.
  - ✓ Estudiando las herramientas de análisis y diseño de sistemas.
- Componentes para satisfacer el requerimiento del conocimiento de la sintaxis propia del lenguaje de programación estudiado.
  - ✓ Estudiando los diferentes elementos del lenguaje de programación seleccionado.

- ✓ Estudiando las palabras reservadas propias del lenguaje de programación estudiado.
- Componentes para satisfacer el requerimiento de la practica solucionando diferentes tipos de problemas.
  - ✓ Resolver guías de trabajo de forma individual.
  - ✓ Resolver problemas de forma grupal.
- Componentes para satisfacer el requerimiento del análisis de las diferentes técnicas de programación.
  - ✓ Técnica de escritura de código.
  - ✓ Técnicas de análisis del problema.
- Componentes para satisfacer el requerimiento de la aplicación de reglas y sintaxis del lenguaje de programación seleccionado.
  - ✓ Conocer la estructura del lenguaje de programación seleccionado.
  - ✓ Estudio de las reglas para el uso del lenguaje de programación.
  - ✓ Estudio de la sintaxis propia del lenguaje de programación.
- Componentes para satisfacer el requerimiento de la metodología en la solución de problemas.
  - ✓ Estudio de las fases de resolución de problemas, aplicadas al lenguaje de programación seleccionado.
  - ✓ Estudio de las diferentes metodologías aplicadas en la solución de problemas.

### **Proyecto de ejecución: Contexto de realización**

- Prototipo

- Curso complementario para el aprendizaje de los lenguajes de programación.
- Contexto
  - ¿Cuándo se realiza?: durante un año
  - ¿Dónde?: en la Universidad Tecnológica de El Salvador.
  - ¿Para quién?: para estudiantes de los niveles de doctorado, máster, ingeniería y técnico en software.
  - ¿Cuál es el requisito de acceso?: depende del nivel dentro del esquema piramidal.
  - ¿Quién lo imparte?: de forma colaborativa con cada uno de los participantes de cada nivel educativo.
  - Plan económico: ¿Cuánto cuesta?, ¿Quién lo financia?
    - Precio normalizado
    - Aún no se ha definido

# Capítulo 5

## 5. Desarrollo de la Plataforma tipo e-learning

### 5.1. Generalidades

Para proponer la solución y validar el modelo Educación Piramidal se desarrollará una plataforma que integre la robustez de un Sistema de Gestión de Contenidos (CMS) y la facilidad y efectividad en el manejo de cursos virtuales de un LMS (Learning Management System), con esto se podrá tener un portal que sea dinámico, versátil y eficiente.

Para el desarrollo del portal se utilizará Joomla por ser un CMS versátil, multiplataforma y muy potente. Los archivos de instalación se pueden descargar del sitio web oficial de Joomla <https://www.joomla.org/>.

Para la administración de cursos virtuales se utilizará Moodle por ser un LMS potente, multiplataforma y que se integra con facilidad con Joomla. Los archivos de instalación pueden descargarse del sitio web oficial de Moodle: <https://moodle.org/>.

También se descargará un complemento importante para la integración de ambas plataformas: este complemento se denomina Joomdle, el cual se convertirá en un puente para fusionar ambas plataformas. Los archivos de instalación se descargarán del sitio: <http://www.joomdle.com/>.

Los participantes podrán tener una agradable experiencia al momento de llevar sus cursos virtuales.

### **5.1.1 Plataformas de E-learning**

Enseñanza virtual o e-learning o es una de las palabras muy utilizadas en la educación. En poco tiempo se ha vuelto parte del vocabulario utilizado por una minoría de expertos en las aplicaciones de la tecnología en la enseñanza a ser empleado por múltiples instituciones, empresas y agentes educativos y esto se debe a las ventajas que conlleva hacer uso de la enseñanza virtual, considerando que dos de las más importantes características son la ubicuidad y movilidad.

E-learning puede ser definido como una modalidad de enseñanza-aprendizaje a través del cual se busca diseñar, poner en práctica y evaluar un curso o plan formativo que ha sido implementado por medio del uso de TIC. Puede definirse como una educación ofrecida a personas que geográficamente están dispersas, que interactúan de forma asíncrona, utilizando recursos informáticos y de telecomunicaciones. El proceso formativo tiene lugar a través de un aula virtual y en esta logra la interacción profesor-estudiante [109].

El entorno virtual que se utilizará contará con recursos informático tecnológico, personal capacitado, así como un modelo educativo adecuado e innovador para crear un ambiente que facilite el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto para generar una forma de enseñar y de aprender en la que los actores asuman nuevos roles de participación ante la necesidad de capacitación continua.

En una sociedad digital, se debe estar familiarizado con este tipo de tecnologías o herramientas que permitan el aprendizaje de una forma no tradicional al que se está acostumbrado desde la antigüedad, aprovechando al máximo el acceso a Internet que la gran mayoría de personas tiene en la actualidad, ya sea en los centros educativos, trabajo o en el hogar.

#### **5.1.1.1. Moodle**

Moodle es una plataforma para el manejo, producción y administración de cursos vía web. Creada por docentes para docentes, es de fácil manejo y con Open Source (código fuente abierto). Hoy en día hay muchos docentes que conforman una comunidad Moodle se dedican a asesorar a docentes que quieran iniciarse en el manejo de esta plataforma. Al ser de código abierto (Open Source), esta comunidad mejorará continuamente la plataforma. Fue creada por Martin Dougiamas, que se basó en principios del constructivismo social [110].

#### **5.1.2. Plataformas CMS**

Un sistema de gestión de contenidos (CMS, por sus siglas en inglés) es una aplicación informática utilizada para la creación, edición, administración y publicación de información de una forma fácil, organizada y que no requiere de conocimientos especializados sobre edición digital. Generalmente la interfaz administrativa es sencilla y amigable, permitiendo que cualquier persona pueda administrar sus propios contenidos web sin necesidad de tener conocimientos técnicos ni saber lenguaje HTML, y sin recurrir a un especialista cada vez que se requiera actualizar los contenidos. Esto permite que los contenidos que produce una organización fluyan de manera más rápida y directa a los usuarios [111].

Estas herramientas permiten manejar de manera independiente el contenido por una parte y el diseño por otra. De esta manera se puede manejar el contenido y darle cada día un diseño nuevo, además de permitir la publicación en el sitio a varios editores de forma fácil y controlada. Como ejemplo, los editores que cargan el contenido al sistema y otro de nivel superior que permite que aquel sea visible a todo el público. Los CMS se conocen principalmente por ser el software que se utiliza para facilitar la gestión de las webs [112]

### **5.1.2.1. Joomla**

Joomla es un potente CMS que permite crear sitios web elegantes, dinámicos e interactivos de forma simple. Este gestor de contenidos surge en el 2005 como resultado de una división del proyecto Mambo. La primera versión de Joomla integraba el núcleo de Mambo, pero con nuevo software libre y muchos cambios importantes en el código. A partir de esta versión, muchos colaboradores, comunidades y diseñadores respaldaron el proyecto, que evolucionó hasta convertirse en lo que es hoy en día: uno de los CMS más usados y conocidos del mercado. Para extraer todo el potencial de Joomla, se requiere cierto conocimiento y experiencia, ya que su máxima versatilidad se obtiene de la integración, adaptación y desarrollo de nuevos módulos [113].

Uno de los puntos fuertes de Joomla es su magnífica comunidad. Fruto de la gran participación de los usuarios, el sistema se encuentra en continua actualización frente a vulnerabilidad, nuevas funcionalidades y extensiones. La fortaleza de su comunidad dispone de un soporte muy completo a través de webs oficiales, foros y todo tipo de documentación generada. Otra de las características destacadas de Joomla es la versatilidad que ofrece el sistema a través de plantillas, extensiones y adaptaciones [113]. Existen cientos de módulos, componentes y complemento (plugins) que extienden la funcionalidad original del CMS: gestión de archivos, gestión de contactos, sistema de búsqueda, tiendas online, bolsas de trabajo, integración con redes sociales, gestión de noticias, sistemas de encuestas [113].

### **5.1.3. Integración de Moodle y Joomla.**

La necesidad de integrar servicios en Joomla ha llevado a utilizar puentes (bridges) que realicen esta tarea de forma transparente al usuario que será el destinatario de dichos

servicios, pero no siempre con una integración amigable para el desarrollador o implementador del servicio en el backend [113]

Integrar los servicios entre sí permitirá unificar accesos, gestionar de forma común usuarios y, a través de Joomla, administrar desde un solo lugar los cursos, los alumnos y todas las tareas administrativas [113].

Joomla es una extensión desarrollada por el español Antonio Durán Terrés y liberada para Joomla 1.5 o 1.7, compatible con Joomla 2.5 y 3.x, bajo licencia no comercial, lo que permite que la integración de la herramienta de e-learning más conocida y basada en código de fuentes abiertas, Moodle, pueda conectar con Joomla [113] .

## **5.2. Requerimientos para la instalación de la plataforma**

### **5.2.1. Requerimientos para instalar Joomla**

Los requerimientos necesarios que hay que tener en cuenta para instalar Joomla son los siguientes [114]:

- Servidor <http://www.apache.org>; o Microsoft IIS 7 o superior (<http://www.iis.net>)
- Servidor de bases de datos: MySQL 5.0.4 o superior (<http://www.mysql.com>).
- Intérprete del lenguaje PHP 5.3 o superior (<http://www.php.net>).
- Soporte XML (eXtensible Markup Language), lenguaje de marcado ampliable o extensible, desarrollado por el sitio web Consortium (W3C).
- Soporte Zlib, configurado en PHP. Zlib es una librería de compresión gratuita, cuyo propósito es plantear una librería de compresión estable y libre de errores, que pueda ser usada en cualquier máquina o sistema operativo, y que permitirá a PHP leer archivos comprimidos en formato ZIP.

### **5.2.2. Requerimientos para instalar Moodle**

Los requerimientos necesarios que se deberán tener en cuenta para instalar Moodle son los siguientes [115]:

- Servidor web Apache o IIS este debe de estar configurado correctamente para servir archivos PHP.
- Intérprete del lenguaje PHP 5.3 o superior.
- Un gestor de base de datos. MySQL y PostgreSQL son las bases de datos para desarrollo primario, las más completamente probadas y las que tienen abundante documentación y soporte. La base de datos de Oracle no está completamente soportada y tampoco recomendada.
- MySQL - versión mínima 5.1.33; Moodle 2.7 requiere MySQL 5.5.31
- MariaDB - versión mínima 5.3.5 (reemplazo completo para MySQL)
- PostgreSQL - versión mínima 8.3
- MSSQL - versión mínima 9.0
- Oracle - versión mínima 10.2 (no recomendada)
- Navegador mínimo para acceder Moodle: versiones recientes de Firefox, Internet Explorer 9, Safari 6, Google Chrome 11 reciente (versiones inferiores podrían funcionar, pero no están completamente soportadas).

### **5.3. Funcionalidad de la plataforma**

Luego de investigar en diferentes medios información relevantes sobre Moodle y Joomla, se identificaron características, requerimientos de instalación y todos aquellos aspectos que ayudarán a montar el portal colaborativo. Se procedió a comprar un hosting y a instalar Joomla y Moodle. Después de realizado el proceso de instalación, se verificó que funcionarían correctamente y se procedió a instalar y configurar Joomla.

### **5.3.1 Perfiles de usuario**

La plataforma Wiks ha sido construida partiendo de la base conceptual de Moodle que fue diseñado por un educador e informático (Martin Dougiamas), basándose en los principios pedagógicos del constructivismo social. Es un entorno virtual de aprendizaje de código abierto con licencia GNU.

Wiks es un entorno virtual de aprendizaje que adapta su interfaz y privilegios de acceso en función de los diferentes roles o perfiles de usuario, posee un diseño modular lo que permite al profesor agregar contenidos con relativa facilidad. Los usuarios que se utilizan en la plataforma Wiks son:

- Administrador/Gestor
- Profesor con permiso de edición
- Profesor tutor
- Estudiante

#### **5.3.1.1 Administrador**

El administrador de un Entorno Virtual de Aprendizaje es el encargado de la gestión administrativa de los cursos y de la configuración y mantenimiento del entorno. Las funciones principales del administrador son:

- Configuración y mantenimiento de la plataforma Wiks (Entorno, Administración de los módulos, nuevas versiones, etc.).
- Gestión de los usuarios:
  - Dar de alta a los usuarios
  - Autenticación de los usuarios

- Asignación de los perfiles a cada uno de los usuarios (profesor, tutor, alumno).
- Gestión de los cursos:
  - Creación de cursos
  - Mantenimiento de cursos.

### **5.3.1.2. Profesor**

El profesor es el responsable del desarrollo e implementación de los cursos. Para el caso de la plataforma Wiks se utilizará el modelo educación piramidal a través del cual se realizará la transmisión de conocimiento y el desarrollo de competencias. En el modelo educación piramidal coexisten los roles docente y discente, una forma práctica e innovadora para el desarrollo de conocimiento.

Es importante que antes de comenzar a desarrollar un curso en una plataforma tipo e-learning se debe conocer en profundidad las posibilidades y limitaciones de esta, realizando un análisis de las herramientas que posee a nivel de:

- Gestión y administración
- Comunicación
- Desarrollo de contenidos
- Desarrollo de materiales interactivos
- Colaboración
- Evaluación y seguimiento
- Personalización

En un Entorno Virtual de Aprendizaje se pueden distinguir dos tipos de profesores:

- a. **El profesor:** quien se ocupa del diseño del curso, además del seguimiento de los alumnos. Su papel es fundamental dado que en estos entornos debe cuidarse

especialmente: la calidad del diseño instruccional de los materiales y actividades propuestos, la adecuación y relevancia de los contenidos y la idoneidad de las actividades o tareas.

Sus funciones principales en el entorno virtual de aprendizaje son:

- En el diseño del curso:
  - Es el encargado de configurar el formato del curso.
  - Diseñar los materiales, los recursos y las actividades que se han de realizar durante el curso.
  - Decidir las fechas de entrega de las actividades por parte de los alumnos.
  - Establecer el sistema de evaluación
- En el seguimiento y tutorización:
  - Asignación de los profesores tutores.
  - Coordinar la labor de los profesores tutores, así como prestarles apoyo durante el curso.
  - Formación de grupos de alumnos y asignación del tutor
  - Altas y bajas de los alumnos en el curso.
  - Seguimiento y tutorización a los alumnos del curso.

b. **El profesor tutor:** quien se encarga de desarrollar un seguimiento y evaluación de los alumnos. En cierto modo, un profesor que refuerza al profesor o profesores en su labor de seguimiento del curso.

Entre sus funciones se puede señalar las siguientes:

- Conocer al alumno, tanto en sus aspectos personales como en aquellos relacionados tanto con los conceptos del curso como su familiaridad con los

medios tecnológicos. Esto se puede realizar a partir de la ficha que los alumnos llenan cuando se inscriben en el curso.

- Motivar a los alumnos para que participen activamente en el curso.
- Tomar la iniciativa para con aquellos alumnos que no mantienen un contacto desde hace algún tiempo, enviándoles un correo electrónico.
- Responder a los alumnos en todas aquellas dudas que les planteen durante el curso, de forma rápida y eficaz.
- Seguimiento del alumnado en las distintas actividades que realicen, así como prestarle materiales de apoyo si es necesario.
- Corregir y devolver a los alumnos los ejercicios propuestos.

#### **5.3.1.2. Estudiante**

Son los usuarios a los cuales van dirigidos los cursos. En este tipo de aprendizaje es fundamental la participación del estudiante en su aprendizaje, ya que existe una cierta autonomía de este, proporcionada por el propio entorno. Para poder realizar un curso online es necesario que el estudiante sea autónomo en sus aprendizajes, responsable y organizado, asimismo resulta fundamental el nivel de motivación.

Entre las actividades que ha de realizar el estudiante están:

- Participar activamente en el curso: actividades, foro de debates, tutorías, etc.
- Colaboración en todas las actividades grupales o individuales.
- Envío de las actividades a realizar dentro de la fecha establecida.

#### **5.4. Diseño de la plataforma**

La plataforma se desarrolló haciendo uso de las herramientas Moodle y Joomla. Esta se denomina Wiks, debido a que es un portal de aprendizaje en línea a través del cual los

usuarios podrán interactuar e intercambiar conocimiento en los diferentes niveles que se proponen en la metodología Educación Piramidal que se aborda en este documento de tesis doctoral.

Para acceder al sitio: <https://yadaline.com/jwiki/>



Figura 5.1: Portal plataforma de educación colaborativa Wiks  
Fuente: Sitio Web Wiks – [yadaline.com/jwiki](https://yadaline.com/jwiki/)

Para hacer uso de la plataforma los usuarios deben estar inscritos en alguno de los cursos que se han desarrollado para validar el modelo de educación piramidal. El sistema web desarrollado es muy sencillo de utilizar, los participantes luego de ser inscritos deberán identificarse en el portal. La *figura 5.2*, muestra el proceso que se debe seguir para el ingreso a los cursos inscritos por un participante, sea este un docente o discente.



Figura 5.2: Identificación de usuarios en plataforma Wiks

## 5.5. Integración

Luego de identificarse el usuario podrá acceder a los cursos inscritos, lo cual dependerá del perfil que tenga definido y del nivel que ocupe en la pirámide. Vea la *figura 5.3*.



Figura 5.3: Identificación de usuario dentro de la plataforma Wiks

Dentro de la plataforma Wiks se implementa el esquema educación piramidal que responde al proceso de coexistencia de roles entre docente y discente. A continuación, se describen los diferentes perfiles que se asocian en la plataforma.

- Nivel 1 – Estudiante del Técnico, asume el rol de discente. Ver *figura 5.4*.
- Nivel 2 – Estudiante de Grado (Ingeniería), asume el rol de discente y el rol de docente para el nivel 1 – estudiante del técnico. Ver *figura 5.5*.
- Nivel 3 – Estudiante de Maestría, asume el rol de discente y el rol de docente para el nivel 2 – estudiante de grado (Ingeniería). Ver *figura 5.6*.
- Nivel 4 – Estudiante de Doctorado, asume el rol de docente para el nivel 3 – estudiante de maestría. Ver *figura 5.7*. Pero, además, tiene acceso a todos los niveles de la pirámide.

**Programación Nivel Técnico**

Área personal > Mis cursos > PROGNT > Participantes > Estudiante de Técnico Programación

**Estudiante de Técnico Programación**

Mensaje + Añadir a tus contactos

**Detalles de usuario**

Dirección de correo  
ept@yadaline.com

País  
El Salvador

Ciudad  
San Salvador

**Privacidad y Políticas**

Resumen de conservación de datos

**Detalles del curso**

Perfiles de curso  
Programación Nivel Técnico

Roles  
Estudiante

**Miscelánea**

ver todas las entradas del blog

Notas

Mensajes en foros

Foros de discusión

**Informes**

Registros de hoy

Todas las entradas

Diagrama de informe

Informe completo

Resumen de Calificaciones

**Actividad de accesos**

Último acceso al curso  
Nunca

*Figura 5.4: Perfil del Estudiante de Técnico*

## Programación Nivel Grado

Área personal > Mis cursos > PROGNG > Participantes > Estudiante de Grado Programación

**NAVEGACIÓN**

- Área personal
- Inicio del sitio
- Páginas del sitio
- Mis cursos
  - ▶ IWNT
  - ▶ PROGND
  - ▶ PROGNM
  - ▼ PROGNG
    - Participantes
      - Blogs de curso
      - Notas
      - Estudiante de Doctorado Programación
      - Estudiante de Grado Programación
    - Insignias
    - Competencias
    - Calificaciones
  - ▶ General
  - ▶ Componentes
  - ▶ Controles para diseño de un sitio...
  - ▶ Aplicaciones web utilizando controles de

**Estudiante de Grado Programación**

Mensaje + Añadir a tus contactos

**Detalles de usuario**

Dirección de correo  
epg@yadaine.com

País  
El Salvador

Ciudad  
San Salvador

**Privacidad y Políticas**

Resumen de conservación de datos

**Detalles del curso**

Perfiles de curso  
Programación Nivel Grado  
Programación Nivel Técnico

Roles  
Estudiante

**Miscelánea**

- Perfil completo
- ver todas las entradas del blog
- Notas
- Mensajes en foros
- Foros de discusión

**Informes**

- Registros de hoy
- Todas las entradas
- Diagrama de informe
- Informe completo
- Resumen de Calificaciones

**Actividad de accesos**

Último acceso al curso  
Nunca

Figura 5.5: Perfil del Estudiante de Grado

Área personal > Mis cursos > PROGNG > Participantes > Estudiante de Grado Programación

**NAVEGACIÓN**

- Área personal
- Inicio del sitio
- Páginas del sitio
- Mis cursos
  - ▶ IWNT
  - ▶ PROGND
  - ▶ PROGNM
  - ▼ PROGNG
    - Participantes
      - Blogs de curso
      - Notas
      - Estudiante de Doctorado Programación
      - Estudiante de Máster Programación
    - Insignias
    - Competencias
    - Calificaciones
  - ▶ General
  - ▶ Componentes y
  - ▶ Controles para el diseño de un sitio...
  - ▶ Aplicaciones web utilizando

**Estudiante de Máster Programación**

Mensaje + Añadir a tus contactos

**Detalles de usuario**

Dirección de correo  
epm@yadaine.com

País  
El Salvador

Ciudad  
San Salvador

**Privacidad y Políticas**

Resumen de conservación de datos

**Detalles del curso**

Perfiles de curso  
Programación Nivel Grado

Roles  
Profesor

**Miscelánea**

- Perfil completo
- ver todas las entradas del blog
- Notas
- Mensajes en foros
- Foros de discusión

**Informes**

- Registros de hoy
- Todas las entradas
- Diagrama de informe
- Informe completo
- Resumen de Calificaciones

**Actividad de accesos**

Último acceso al curso  
Nunca

Figura 5.6: Perfil del Estudiante de Grado



Figura 5.7: Perfil del Estudiante de Grado

## 5.6. Aplicación en el caso de estudio: Lenguajes de Programación

Una de las principales aportaciones del modelo educación piramidal es que superpone dos paradigmas: aprender mediante el estudio (sobre todo para conocer y para conocer cómo) y aprender mediante la enseñanza (que es más adecuada para aprender cómo hacer) por tal motivo se presenta los resultados de un caso de estudio desarrollado para cada uno de los niveles.

En el nivel 1 – Estudiante del técnico; el cual recibe sus clases del Nivel 2 – Estudiante de Grado (Ingeniería)

- La **competencia** por desarrollar en el nivel 1 – estudiante del técnico es:
  - ✓ Crear aplicaciones básicas utilizando los conceptos de la programación orientada a objetos.

- **Elementos de competencia.**

- ✓ Identificar un lenguaje orientado a objetos para la resolución de problemas.
- ✓ Aplicar la sintaxis y el proceso de compilación de Java.
- ✓ Crear Clases y Objetos.
- ✓ Crear métodos y constructores
- ✓ Aplicar la herencia y el polimorfismo en una clase.

La *figura 5.8* es un ejemplo de cómo se ha estructurado la temática en la plataforma para el Nivel 1 (estudiante del técnico), pero todos los niveles tienen la misma estructura, considerando que se les presenta la temática a través de un recurso de Lección, luego tienen asignaciones o ejercicios que realizar para que puedan poner en práctica la teoría o los ejemplos que se les presentan y además queda activo un foro, para que entre los participantes (discentes) y el docente puedan responder a dudas que se tenga en los temas vistos. También en el foro pueden colaborar entre los discentes en la solución de los ejercicios de la tarea.



*Figura 5.8: Estructura de un curso en plataforma*

Para el Nivel 2 – Estudiante de grado (Ingeniería) el cual recibe sus clases del Nivel 3 – Estudiante de Máster, queda de la siguiente manera:

- Competencia:
  - ✓ Desarrollar aplicaciones Web utilizando las tecnologías WCF
- Elementos de competencia:
  - ✓ Crear Componentes y Controles para el diseño de un sitio web.
  - ✓ Construir aplicaciones web utilizando controles de acceso a datos.
  - ✓ Diseñar aplicaciones web con acceso a base de datos y el modelo de Capas de datos usando WCF.
  - ✓ Aplicar el lenguaje Integrated Query para crear aplicaciones seguras y generación de reportes.

En la *figura 5.9* se muestra como está estructurada la temática para uno de los temas a desarrollar.

<b>Programación con C# y ASP</b>	<input type="checkbox"/>
Generalidades	<input type="checkbox"/>
Competencias	<input type="checkbox"/>
<hr/>	
<b>Componentes y Controles para el diseño de un sitio Web</b>	
<i>Lección</i>	<input type="checkbox"/>
Componentes y controles para el diseño de un sitio web	<input type="checkbox"/>
<i>Ejercicios</i>	<input type="checkbox"/>
Controles web - Parte I	<input type="checkbox"/>
Controles Web - Parte II	<input type="checkbox"/>
Cookies y sesiones	<input type="checkbox"/>
Páginas maestras	<input type="checkbox"/>
Validación de credenciales	<input type="checkbox"/>
<i>Foros</i>	<input type="checkbox"/>
Foro de consultas	<input type="checkbox"/>

*Figura 5.9: Estructura del curso para el nivel 2 de la pirámide*

Para el Nivel 3 – Estudiante de Máster el cual recibe sus clases del Nivel 4 – Estudiante de Doctorado, queda de la siguiente manera:

- Competencia:
  - ✓ Adquirir los conocimientos necesarios para aplicar Machine Learning y Big Data para minimizar el trabajo de las personas y para la toma de decisiones.
  
- Elementos de competencia:
  - ✓ Crear las bases necesarias de Machine Learning y el reconocimiento de patrones para poder aplicarlas posteriormente.
  - ✓ Identificar los comandos necesarios para programar en R.
  - ✓ Identificar los elementos fundamentales que se utilizan en Clips y Weka para aplicarlos en Inteligencia Artificial.
  - ✓ Desarrollar pequeños programas con Python para conocer el lenguaje y aplicarlo en Machine Learning.

En la *figura 5.10* se muestra como está estructurada la temática para los contenidos a desarrollar.

<b>Machine Learning y Big Data</b>	<input type="checkbox"/>
Generalidades	<input type="checkbox"/>
Competencias	<input type="checkbox"/>
<hr/>	
<b>Introducción a Machine Learning</b>	
Lección	<input type="checkbox"/>
Introducción a Ciencia de Datos y Machine Learning	<input type="checkbox"/>
Reconocimiento de patrones	<input type="checkbox"/>
Foros	<input type="checkbox"/>
Foro de discusión	<input type="checkbox"/>
<hr/>	
<b>Introducción a R</b>	
Lección	<input type="checkbox"/>
Software R	<input type="checkbox"/>
Introducción al análisis de datos con R	<input type="checkbox"/>
Introducción a la minería de texto	<input type="checkbox"/>
Introducción al análisis de grafos	<input type="checkbox"/>
Asignaciones	<input type="checkbox"/>
Guía de ejercicios con R	<input type="checkbox"/>
Enlaces	<input type="checkbox"/>
Introducción a Ciencia de datos con R	<input type="checkbox"/>
Introducción a R	<input type="checkbox"/>
Como Instalar R	<input type="checkbox"/>
RStudio	<input type="checkbox"/>
Aprendizaje del Software Estadístico R	<input type="checkbox"/>
R DataMining	<input type="checkbox"/>

Figura 5.10: Estructura del curso para el nivel 3 de la pirámide

## 5.7. Validación

Los participantes del curso del **nivel 1 – estudiante del técnico** revisaron una diversidad de lecturas, guías prácticas, ejercicios, wikis colaborativas a través de las cuales desarrollaron sus conocimientos y habilidades en las temáticas presentadas.

Para realizar la prueba piloto se tuvo la participación de 27 estudiantes del Nivel 2 – Estudiantes de grado (Ingeniería) asumiendo el rol de docentes y 81 del nivel 1 – Estudiantes del Técnico en Software asumiendo el rol de discentes. El ejercicio realizado responde al proceso que se describe

en la *figura 3.6* “Esquema piramidal, estratificado en niveles”. En este caso cada estudiante del nivel 2, tiene a su cargo a 3 estudiantes del nivel 1.

Al finalizar cada una de las unidades principales del módulo, que se trataba sobre Programación Orientada a Objetos utilizando Java como lenguaje de programación, los estudiantes hicieron un control de lectura para determinar el nivel de aprendizaje adquirido, además se trabajó con guías de ejercicios, las cuales eran de forma individual, pero podían colaborarse para darle solución a cada uno de los ejercicios propuestos, para ello, siempre estuvo activo un foro de consultas, en el que los estudiantes planteaban sus dudas y cada uno de los docentes responsables les respondían, pero entre los mismos estudiantes podían colaborar respondiéndose mutuamente.

Para realizar las pruebas del método, se tomó en cuenta a los estudiantes de la asignatura Programación Orientada a Objetos sección 01 del ciclo 02-2019, dicha sección tenía 100 estudiantes inscritos, por lo que se tomó a 81 de ellos que no trabajaron con el modelo de educación piramidal, para hacer una comparación de resultados con los otros 81 estudiantes de la sección 04, la cual tenía 94 inscritos, pero solo se tomaron 81, los cuales trabajaron con el modelo. En la *Figura 5.11*, se observa el cuadro de notas de la primera evaluación con estudiantes que no trabajaron con educación piramidal, ellos solo contaban con su docente presencial y el apoyo de un instructor asignado a la asignatura,

Se puede observar que los resultados no son muy favorables para muchos de ellos, debido a que no presentaron actividades y eso les afectó en el promedio, sin embargo, hay algunos que han logrado salir bien, pues son estudiantes disciplinados. Es de considerar que la nota para aprobar una asignatura en la Universidad Tecnológica de El Salvador debe ser mayor o igual a 6.0.

Debido a la protección de los datos personales, no se reflejan los nombres, únicamente aparecen como estudiante y un número correlativo. Además, como la muestra es de 81 estudiantes, no aparece el cuadro completo, solamente una parte.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE EL SALVADOR							
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y CIENCIAS APLICADAS							
FACULTAD DE INFORMÁTICA							
CUADRO DE NOTAS PRIMERA EVALUACIÓN CICLO 01-2019							
ASIGNATURA: PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS SEC. 02							
No.	Apellidos	Nombres	Control de lectura	Guía Clases y Objetos	Ejercicio práctico 10%	Examen 60%	Promedio
1	Estudiante 1		7,5	6,0	5,6	6,0	6,1
2	Estudiante 2		6,0	7,0	0,0	3,0	3,8
3	Estudiante 3		8,3	6,0	6,5	5,0	5,7
4	Estudiante 4		0,0	0,0	4,0	3,0	2,2
5	Estudiante 5		8,0	7,7	7,0	7,2	7,4
6	Estudiante 6		6,0	0,0	0,0	3,0	2,4
7	Estudiante 7		9,0	8,5	8,5	8,0	8,3
8	Estudiante 8		6,2	0,0	0,0	5,0	3,6
9	Estudiante 9		5,5	6,0	5,0	6,0	5,9
10	Estudiante 10		8,0	4,0	3,2	7,0	6,1
11	Estudiante 11		6,5	5,5	8,0	5,4	5,8
12	Estudiante 12		4,8	6,3	6,5	5,5	5,7
13	Estudiante 13		0,0	4,5	4,5	8,0	6,2
14	Estudiante 14		7,5	7,0	7,0	7,7	7,5
15	Estudiante 15		8,0	9,0	7,8	8,2	8,3
16	Estudiante 16		6,3	4,6	0,0	5,0	4,6
17	Estudiante 17		4,1	5,5	3,3	6,0	5,4
18	Estudiante 18		5,2	6,9	4,8	6,7	6,4
19	Estudiante 19		8,1	7,5	5,0	7,1	7,1
20	Estudiante 20		2,5	5,0	7,0	8,0	6,8
21	Estudiante 21		0,0	6,0	5,0	7,0	5,9
22	Estudiante 22		4,8	0,0	6,0	8,4	6,1
23	Estudiante 23		6,7	7,0	4,2	5,5	5,8
24	Estudiante 24		8,5	8,3	7,7	7,8	8,0
25	Estudiante 25		4,0	8,0	6,3	6,0	6,2

Figura 5.11: Cuadro de notas de estudiantes sin Educación Piramidal

Los que trabajaron con educación piramidal, tenían a su docente presencial y el instructor, pero a la vez contaban con el apoyo de estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas que eran sus tutores o docentes, lo cual les ayudó considerablemente en su aprendizaje. En la figura 5.12, se muestra el cuadro de notas de los estudiantes que estuvieron con el modelo de educación piramidal y los resultados son completamente diferentes a los estudiantes que no estuvieron con el modelo. Se puede observar que nadie tiene nota de 0.0, pues todos presentaron actividades y obtuvieron muy buenos resultados en las actividades realizadas y en el examen. Esto debido a la tutoría y el trabajo colaborativo con el que contaron cada uno de ellos.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE EL SALVADOR							
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y CIENCIAS APLICADAS							
FACULTAD DE INFORMÁTICA							
CUADRO DE NOTAS PRIMERA EVALUACIÓN CICLO 02-2019							
ASIGNATURA: PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS SEC. 04							
No.	Apellidos	Nombres	Control de lectura	Guía Clases y Objetos	Ejercicio práctico 10%	Examen 60%	Promedio
1	Estudiante 1		9,0	9,0	8,5	9,0	<b>9,0</b>
2	Estudiante 2		9,5	7,6	8,7	9,5	<b>9,0</b>
3	Estudiante 3		8,0	6,5	7,4	7,0	<b>7,0</b>
4	Estudiante 4		10,0	9,0	8,5	9,0	<b>9,1</b>
5	Estudiante 5		8,0	6,0	7,4	8,6	<b>7,9</b>
6	Estudiante 6		8,0	8,0	8,5	8,6	<b>8,4</b>
7	Estudiante 7		8,7	10,0	8,5	8,9	<b>9,1</b>
8	Estudiante 8		7,7	7,0	8,5	7,2	<b>7,3</b>
9	Estudiante 9		8,0	8,1	8,4	6,5	<b>7,2</b>
10	Estudiante 10		9,5	8,4	6,5	7,5	<b>7,8</b>
11	Estudiante 11		6,5	7,8	8,7	9,0	<b>8,5</b>
12	Estudiante 12		8,4	7,9	7,7	8,5	<b>8,3</b>
13	Estudiante 13		9,7	8,2	8,6	7,9	<b>8,2</b>
14	Estudiante 14		8,7	6,5	6,0	7,8	<b>7,5</b>
15	Estudiante 15		7,9	8,1	7,6	9,2	<b>8,7</b>
16	Estudiante 16		7,2	8,0	7,0	8,5	<b>8,1</b>
17	Estudiante 17		8,8	7,8	9,3	8,0	<b>8,2</b>
18	Estudiante 18		7,1	6,5	8,4	8,3	<b>7,8</b>
19	Estudiante 19		6,0	7,8	8,0	7,6	<b>7,5</b>
20	Estudiante 20		8,5	9,0	8,7	9,3	<b>9,1</b>
21	Estudiante 21		9,0	8,7	8,4	7,5	<b>8,0</b>
22	Estudiante 22		6,0	7,9	8,0	9,3	<b>8,6</b>
23	Estudiante 23		8,0	7,5	9,1	7,9	<b>8,0</b>
24	Estudiante 24		7,6	8,8	8,2	7,0	<b>7,5</b>
25	Estudiante 25		8,2	9,3	7,5	8,0	<b>8,2</b>

Figura 5.12: Cuadro de notas de estudiantes con el método de Educación Piramidal

Al realizar los gráficos para hacer las comparaciones de los resultados en los promedios, podemos observar en la *figura 5.13*, que hay notas bien bajas, aunque hay notas muy buenas, porque siempre hay estudiantes que se esfuerzan en su rendimiento, en cambio al observar la *figura 5.14*, se muestran los resultados con los estudiantes que estuvieron trabajando con educación piramidal y para este caso, la nota mínima fue de 7.0, por lo que queda evidenciado que los resultados fueron completamente superiores y esto debido a que estos estudiantes contaron con el apoyo a parte del profesor presencial, con tutores o docentes que estuvieron colaborando en su aprendizaje.

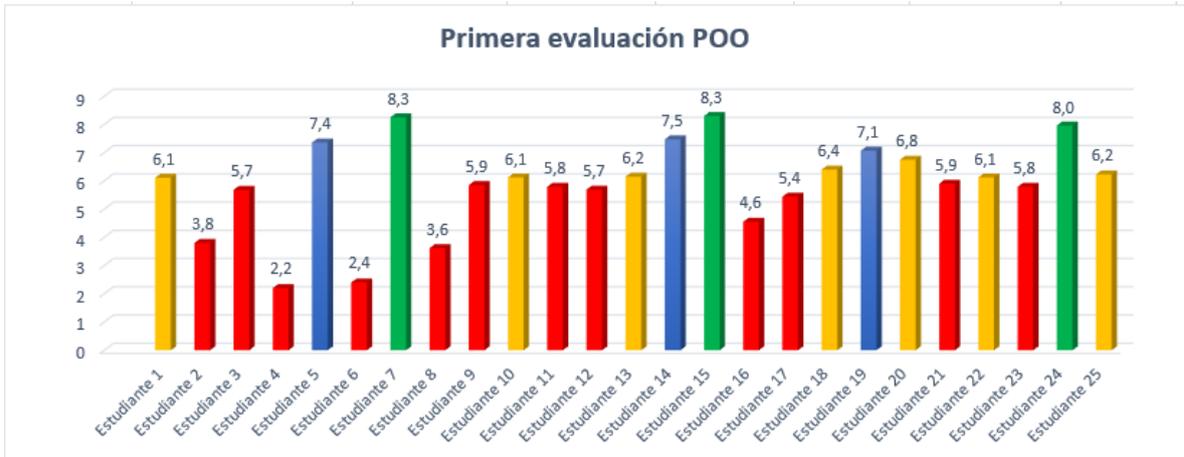


Figura 5.13: Gráfico que muestra el promedio de estudiantes sin Educación Piramidal

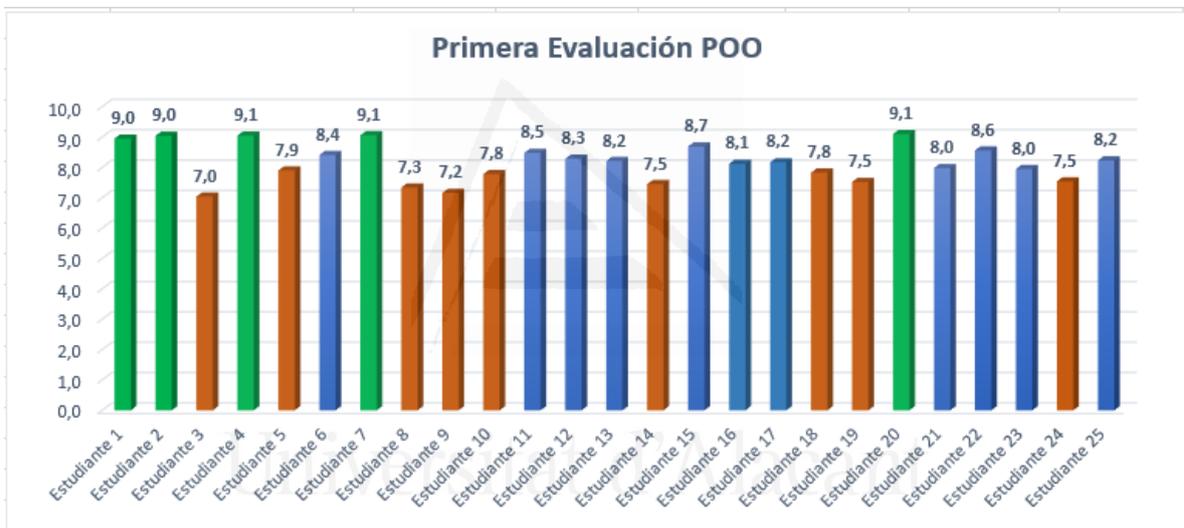


Figura 5.14: Gráfico que muestra el promedio de estudiantes con Educación Piramidal

Con respecto a los participantes del curso del **nivel 2 – estudiante de Ingeniería en Sistemas**, la prueba piloto se realizó con 9 personas del nivel 3 – estudiantes del máster como docentes y 27 personas del nivel 2 - estudiantes de ingeniería como discentes.

En este nivel, el área a reforzar fue la programación orientada a la web haciendo uso de ASP.Net, para lo cual, los estudiantes tuvieron que revisar una serie de materiales proporcionados y la realización de guías prácticas, además de controles de lectura para determinar si habían comprendido los temas.

En este nivel, la parte práctica era la más importante, pues el estudiante aprende haciendo y de esa manera, al momento de no comprender como resolver un problema, acudían a sus tutores y ellos los ayudaban, al igual que entre los mismos estudiantes se apoyaban de forma colaborativa.

Los estudiantes de Ingeniería en Sistemas estaban cursando la materia de Programación II en la sección 01 del ciclo 02-2019, ese grupo tenía 78 estudiantes inscritos, de los cuales se seleccionaron 27 de ellos para trabajar con el modelo de educación piramidal y los otros 27 estudiantes de la misma sección, no trabajaron con el modelo, para hacer la comparación de los resultados obtenidos en la primera evaluación. En la *figura 5.15* se muestra el cuadro de notas de los estudiantes sin educación piramidal y en la *figura 5.16* el cuadro de notas con los estudiantes que, si estuvieron con el modelo, en los cuales se logra apreciar los resultados obtenidos.

Hay que considerar que en esta asignatura trabajan mucho con ejercicios prácticos y muchos de ellos no logran hacerlos, ya sea porque no entienden o por cualquier otro motivo y eso hace que las notas no sean favorables en el promedio.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE EL SALVADOR							
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y CIENCIAS APLICADAS							
FACULTAD DE INFORMÁTICA							
CUADRO DE NOTAS PRIMERA EVALUACIÓN CICLO 02-2019							
ASIGNATURA: PROGRAMACIÓN II SEC. 01							
No.	Apellidos	Nombres	Práctica 10%	Guía Ejercicios	Control Lectura	Examen 60%	Promedio
1	Estudiante 1		6,0	7,0	7,0	6,2	6,4
2	Estudiante 2		0,0	4,2	5,0	5,5	4,6
3	Estudiante 3		7,2	7,0	8,0	6,0	6,5
4	Estudiante 4		8,0	0,0	6,5	4,0	3,9
5	Estudiante 5		8,5	8,0	7,5	8,0	8,0
6	Estudiante 6		7,0	7,0	8,0	7,5	7,4
7	Estudiante 7		6,5	6,0	4,5	5,0	5,3
8	Estudiante 8		5,0	7,3	8,0	7,0	7,0
9	Estudiante 9		8,0	7,5	8,5	8,0	8,0
10	Estudiante 10		7,2	8,0	7,4	8,0	7,9
11	Estudiante 11		8,0	0,0	2,5	3,5	3,2
12	Estudiante 12		7,3	8,0	5,0	6,0	6,4
13	Estudiante 13		5,5	7,6	6,2	4,5	5,4
14	Estudiante 14		8,0	6,5	7,6	8,0	7,7
15	Estudiante 15		5,0	0,0	7,0	6,0	4,8
16	Estudiante 16		8,2	8,3	7,7	8,0	8,1
17	Estudiante 17		3,5	7,0	6,0	6,5	6,3
18	Estudiante 18		6,0	6,3	8,0	7,0	6,9
19	Estudiante 19		7,1	6,5	7,0	7,5	7,2
20	Estudiante 20		0,0	6,0	6,3	7,0	6,0
21	Estudiante 21		7,0	4,5	7,0	4,0	4,7
22	Estudiante 22		6,0	8,0	6,8	6,0	6,5
23	Estudiante 23		0,0	4,0	6,5	8,0	6,3
24	Estudiante 24		8,0	7,0	8,0	7,5	7,5
25	Estudiante 25		8,0	8,0	7,0	8,5	8,2
26	Estudiante 26		4,6	6,8	5,6	4,3	5,0
27	Estudiante 27		8,0	5,4	6,2	7,0	6,7

Figura 5.15: Cuadro de notas de la primera evaluación de los estudiantes de Programación II sin Educación Piramidal

En cuanto a los estudiantes que formaron parte del modelo de educación piramidal, es de recordar que ellos estuvieron como docentes de los estudiantes del Nivel 1, pero ahora son discentes, recibiendo apoyo de estudiantes del Máster, lo cual ha sido favorable porque los resultados que han obtenido son muy superiores a aquellos que no estuvieron con el modelo.

En los resultados se puede observar que las notas son mayores que 7.0 y por consiguiente ningún reprobado.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE EL SALVADOR							
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y CIENCIAS APLICADAS							
FACULTAD DE INFORMÁTICA							
CUADRO DE NOTAS PRIMERA EVALUACIÓN CICLO 02-2019							
ASIGNATURA: PROGRAMACIÓN II SEC. 01							
No.	Apellidos	Nombres	Práctica 10%	Guía Ejercicios 20%	Control Lectura 10%	Examen 60%	Promedio
1	Estudiante 1		10,0	8,5	9,5	9,5	<b>9,4</b>
2	Estudiante 2		9,5	9,0	10,0	8,8	<b>9,0</b>
3	Estudiante 3		8,5	8,9	9,0	8,0	<b>8,3</b>
4	Estudiante 4		9,7	10,0	8,5	9,2	<b>9,3</b>
5	Estudiante 5		7,0	8,5	7,6	8,5	<b>8,3</b>
6	Estudiante 6		8,2	7,0	8,0	8,3	<b>8,0</b>
7	Estudiante 7		7,5	8,0	7,5	8,0	<b>7,9</b>
8	Estudiante 8		7,0	8,8	9,0	8,7	<b>8,6</b>
9	Estudiante 9		8,5	7,8	8,4	9,0	<b>8,7</b>
10	Estudiante 10		6,3	7,9	8,0	8,5	<b>8,1</b>
11	Estudiante 11		8,3	9,0	7,5	8,7	<b>8,6</b>
12	Estudiante 12		9,0	8,7	9,5	9,0	<b>9,0</b>
13	Estudiante 13		8,6	9,0	8,0	7,5	<b>8,0</b>
14	Estudiante 14		8,9	7,5	8,5	7,7	<b>7,9</b>
15	Estudiante 15		8,6	8,5	9,0	8,4	<b>8,5</b>
16	Estudiante 16		9,2	9,0	8,7	8,0	<b>8,4</b>
17	Estudiante 17		8,4	7,5	9,0	8,7	<b>8,5</b>
18	Estudiante 18		7,8	9,5	8,4	8,0	<b>8,3</b>
19	Estudiante 19		8,2	9,0	7,7	8,5	<b>8,5</b>
20	Estudiante 20		9,0	9,5	10,0	9,0	<b>9,2</b>
21	Estudiante 21		8,0	9,7	8,6	8,0	<b>8,4</b>
22	Estudiante 22		7,6	8,8	9,5	9,0	<b>8,9</b>
23	Estudiante 23		9,3	8,5	9,0	8,7	<b>8,8</b>
24	Estudiante 24		7,5	8,0	8,5	9,2	<b>8,7</b>
25	Estudiante 25		9,3	7,5	8,0	8,1	<b>8,1</b>
26	Estudiante 26		8,7	9,6	8,4	9,0	<b>9,0</b>
27	Estudiante 27		8,3	8,0	7,5	8,7	<b>8,4</b>

Figura 5.16. Cuadro de notas de la primera evaluación de los estudiantes de Programación II con Educación Piramidal

Al comparar los resultados de ambos grupos de estudiantes, los que no estuvieron con educación piramidal son muy variables, hay muchos reprobados y los que logran aprobar tienen nota mayor que 8.0, en algunos casos comienzan bien pero luego hay una tendencia a la baja, en otros es fluctuante, pero no logran mantenerse en un buen resultado, además hay muchas notas por debajo de 6.0.

Es de mencionar que, en esta asignatura, algunos estudiantes traen malas bases de materias que son prerrequisito y eso hace que en la primera evaluación los resultados no son favorables para muchos de ellos.

En cuanto a los estudiantes que sí estuvieron con el modelo, se observa una clara diferencia, debido a que los resultados son bastante parejos y aunque se logra apreciar fluctuación en los resultados, estos son mínimos y se mantienen las notas mayores que 7.0 lo cual es muy propicio para los estudiantes que estuvieron trabajando con el modelo de educación piramidal.

Se logra apreciar que la tutoría de sus docentes máster y la colaboración entre compañeros les favoreció en los resultados obtenidos.

En el caso del **nivel 3 – estudiantes del máster**, la prueba piloto se realizó con tres estudiantes del Doctorado en Informática como docentes y 9 estudiantes del máster como discentes.

Es de considerar, que, en este nivel de la pirámide, los estudiantes del máster han logrado desarrollar las competencias necesarias en el área de programación en la carrera de pre grado, por lo tanto, la forma de evaluar este nivel fue mediante ejercicios prácticos dependiendo de los temas que se desarrollaban, debido a que se trabajó la temática de Machine Learning y Big Data, en los cuales se trabaja con lenguajes que en la carrera no se impartieron, pero la lógica ya la tienen desarrollada, por lo tanto, pueden hacer uso de cualquier lenguaje de programación y únicamente adaptarse a la sintaxis propia del lenguaje a estudiar, por esa razón, se trabajó con casos de estudios, guías de ejercicios y foros de discusión para darle solución a los problemas planteados. Para este nivel no se consideró resultados en notas, debido a que para ellos lo más importante fue contar con el apoyo de un Doctor para realizar las consultas sobre diferentes temas de la maestría, por lo tanto, esto les resultaba de gran ayuda, porque a pesar de contar con su docente presencial, también tenían ayuda adicional.

# Capítulo 6

## 6.1 Conclusiones

Al finalizar esta tesis doctoral, haciendo uso del método causal para la creación del modelo de Educación Piramidal a través de una plataforma e-learning, ha traído consigo el cumplimiento de los objetivos propuestos, entre ellos he perfeccionado la capacidad de trabajo en equipo y, por lo tanto, he adquirido criterio y habilidades para propagarlo en la Universidad Tecnológica de El Salvador. El trabajo en equipo con otros dos doctorandos ayudó a dar solución a un problema de gran envergadura y que concierne a cualquier nivel educativo, sobre todo hoy en día en el que el uso de la educación virtual es imprescindible. Esta tesis es el primer paso para implantar la Educación Piramidal en la Universidad Tecnológica, en colaboración con el resto del equipo de las otras dos tesis doctorales, lo cual considero que será de mucho beneficio para la comunidad educativa.

Además, con esta investigación se logró adquirir habilidades en mayéutica, a través de la metodología causal, mediante el enfoque del método top-down. Inicialmente no fue fácil, porque no estaba acostumbrada a trabajar de esa manera, sin embargo, es una metodología muy importante en el aprendizaje de cualquier área de la ciencia.

Me ha permitido adquirir conocimiento metodológico, las habilidades y las actitudes adecuadas para realizar investigación mediante el método científico.

Con esta tesis se propone un modelo de educación piramidal mediante el aprendizaje colaborativo, interactivo, utilizando una plataforma tipo e-learning; en el que la innovación recae en la producción de conocimiento de forma jerarquizada, en el cual cada usuario ejerce e intercambia el rol de docente y de discente.

Con la herramienta informática desarrollada se podrá compartir conocimiento, con un nivel de calidad adecuado en cada una de las temáticas, a través de la aplicación de tres casos de estudio específicos, que realizó cada doctorando. Es una herramienta que integra de forma adecuada las TIC y la educación, potenciando la responsabilidad y compromiso colaborativo de los participantes en la temática a desarrollar en la plataforma. Además, esta herramienta permite la creación de bancos de datos con recursos digitales importantes, para desarrollar metodologías de aplicación que generen conocimiento a partir de estos mismos datos, en cualquier disciplina, también, es un instrumento tecnológico extrapolable, aplicable a diferentes áreas del conocimiento permitiendo con facilidad estar al servicio de intereses a escala masiva de la sociedad y adaptable a la estructura académica de cada institución educativa, es decir, la pirámide no es rígida, sino que dependerá de los niveles académicos con los que se cuente en la institución donde se aplique el modelo.

Algo muy importante también es que el modelo propuesto es de bajo costo, principalmente porque se apoya en la colaboración y en la coexistencia de roles en los participantes, con lo cual no se incurre en honorarios del docente y no requiere de altos costos en el uso de infraestructura tecnológica dado que la plataforma a utilizar es de código abierto, no se paga licenciamiento.

Al aplicar el modelo de Educación Piramidal para el aprendizaje de los lenguajes de programación, ha resultado de gran ayuda para los participantes, debido a que les sirvió de refuerzo a elementos importantes de acuerdo con cada nivel en la pirámide, la metodología utilizada en la plataforma del modelo Educación Piramidal, fue muy amigable y fácil de utilizar, además de contar con temas de interés, materiales bien elaborados, guías de ejercicios, foros y en algunos niveles controles de lectura para autoevaluar su aprendizaje, lo cual fue de gran ayuda y motivación en su aprendizaje.

## **6.2. Limitaciones**

Durante todo el proceso de la tesis tuvimos reuniones sistemáticas con el equipo y con nuestro director, quien nos iba guiando en todo el proceso, aunque tuvimos limitantes en cuanto a tiempo y espacio para poder trabajar de lleno en la investigación, sin embargo, a pesar de las limitantes, logramos finalizar este proyecto que ha sido de mucho beneficio para la población estudiantil.

Aunque en esta investigación se proporciona una metodología top-down para la solución de problemas, no se puede obligar a que todos los que realizan investigación seleccionen esta metodología y no la bottom-up, aunque también se pueden utilizar las dos para sacar provecho a ambas.

Se ha comprobado que mediante la metodología causal basada en top-down se obtiene una solución más ordenada y sin arbitrariedades, la cual trae muchos beneficios y un mayor aprendizaje para el investigador. Todavía hay mucho por hacer, sobre todo en nuestro medio, en una sociedad de América Latina, la cual no está acostumbrada a resolver los problemas utilizando esta metodología, por lo general, se hace uso del método bottom-up, pero es un reto que tenemos por delante, enseñar a otros esta nueva forma de dar solución a un problema.

Con respecto a la plataforma para la educación piramidal, para efectos de esta investigación se contrató los servicios de alojamiento y dominio web propios, además, por ser una prueba, no se cobra la inscripción, pero para que este modelo sea sostenible en el tiempo, se requerirá posteriormente un pago de membresía por parte de los estudiantes de las instituciones que quieran formar parte de este proyecto educativo, el cual no se ha estimado por el momento.

Las pruebas que se realizaron en los niveles de la pirámide fue una muestra pequeña, la cual sirvió para comprobar el funcionamiento de la plataforma, además los estudiantes

fueron seleccionados al azar, considerando grupos de clase en las materias seleccionadas, pero para realizar un estudio más amplio y real, se requiere una muestra mayor y con estudiantes de todo tipo, es decir, que su rendimiento académico sea heterogéneo para una mejor validación del modelo.

También dentro de la plataforma, será necesario agregar otros elementos, como redes sociales, para que puedan interactuar con el tutor en tiempo real.

### **6.3. Trabajo Futuro**

El trabajo futuro tomará en cuenta algunas de las limitaciones que se han tenido en esta investigación.

La posibilidad de mejorar la plataforma y de incluir otras áreas de la ciencia sería de gran utilidad para los estudiantes, a lo mejor, pasar una encuesta sobre las materias que les gustaría que se incluyeran en el modelo piramidal, así como dar la oportunidad de incluirla no solamente a nivel de las carreras de Informática, sino en otras facultades.

También pensar que no solamente se puede trabajar en la educación formal, sino que puede ser para educación informal, además sería de gran utilidad poder implementarlo en la educación media, solo que en este caso cambiaría los niveles de la pirámide, pero siempre trabajando con el mismo concepto.

Contar con un host propio y poder ofrecer otros cursos que sean de interés para la población, siguiendo la metodología de la educación piramidal.

También, la intención es continuar trabajando con el equipo investigador de la Universidad de Alicante, con la finalidad de implantar la educación piramidal en la UTEC como tecnología de ayuda al estudio universitario y en El Salvador para la lucha contra la brecha digital.

La Universidad de Alicante ha desarrollado una plataforma basada en la Escuela Piramidal, llamada “Paideia”, la cual ha sido implementada en el CEP Virgen de los Dolores, esta plataforma es orientada al sistema educativo y basada en el concepto de educación integral, la cual ha sido perfeccionada para adaptarla de manera que sirva como una herramienta útil dentro de la complicada situación coyuntural que se está viviendo como consecuencia del COVID-19. Es una plataforma digital orientada a asistir complementariamente en el proceso educativo.



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

# Referencias

- [1] B. Muldial, «“La educación en América Latina enfrenta una crisis silenciosa, que con el tiempo se volverá estridente”», 2020.
- [2] A. M. Boom, «LA EDUCACIÓN EN AMÉRICA LATINA: UN HORIZONTE COMPLEJO,» *REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN*, nº 49, pp. 163-179, 2009.
- [3] MINED, «Ley de Educación Superior,» Diario Oficial No.11, Tomo 402 de fecha 20 de enero de 2014., San Salvador, 2013.
- [4] N. Unidas, «un.org,» 30 agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>. [Último acceso: 23 enero 2021].
- [5] MINED, «Ministerio de Educación,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.mined.gob.sv/>. [Último acceso: 15 octubre 2020].
- [6] J. M. García Chamizo y M. Nieto Hidalgo, *Formulación algebraica del metodo arriba hacia abajo de diseño tecnológico*, 2015.
- [7] K. Kundert, «A Formal Top-Down Design [En linea],» 2001.
- [8] M. Mantyla, «A modeling system for top-down design of assembled products,» *IBM Journal of Research and Development*, vol. 34, nº 5, pp. 636-659, 1990.
- [9] M. Nieto Hidalgo, *Gait analysis using computer vision for the early detection of elderly syndromes. A formal proposal*, Alicante, España: Universidad de Alicante, 2017.
- [10] N. Unidas, «Objetivos de Desarrollo Sostenible. "Transforming our world: The 2030 agenda for Sustainable development",» N/A, N/A, 2015.
- [11] I. Bokova, «Resumen del informe de seguimiento de la educación en el mundo,» N/A, N/A, 2016.
- [12] J. J. P. Arias, «Crecimiento exponencial de la información. Del big data al small data,» Real Academia Galega de Ciencias, Santiago de Compostela, 2016.
- [13] Banco Mundial, «Tecnologías digitales: Su enorme potencial de desarrollo aun escapa a los 4000 millones de personas que no tienen acceso a Internet,» Banco Mundial, Washington, 2016.
- [14] I. Álvarez, A. Ayuste, B. Gros , V. Guerra y T. Romañá, «Construir Conocimiento con soporte tecnológico para un aprendizaje colaborativo,» *Revista Iberoamericana de Educación*, nº 36, pp. 2-3, 2005.
- [15] M. N. Hidalgo, «Gait analysis using computer vision for the early detection of elderly syndromes. A formal proposal,» Alicante, España, 2017.

- [16] E. Ander Egg, «Métodos y Técnicas de Investigación,» de *Métodos y Técnicas de Investigación Social (Vol. III): Como organizar el trabajo de investigación*, Buenos Aires, Lumen Humanitas, 2000.
- [17] T. Sierra Bravo, *Técnicas de Investigación Social*, Madrid: Paraninfo S.A, 1994.
- [18] M. Artigas, «Lógica y ética en Karl Popper,» *Anuario Filosófico*, nº 34, pp. 101-118, 2001.
- [19] M. Sánchez Campos, «Thomas S. Kuhn,» *Philosophica: Enciclopedia filosófica on line*, 2007.
- [20] U. Toledo Nickels, «Ciencia y pseudociencia en Lakatos,» *Revista de Epistemología de Ciencias Sociales*, nº 5, pp. 51-60, 1999.
- [21] EcuRed, «EcuRed,» agosto 2014. [En línea]. Available: [https://www.ecured.cu/Metodolog%C3%ADa\\_Epistemol%C3%B3gica\\_de\\_Imre\\_Lakatos](https://www.ecured.cu/Metodolog%C3%ADa_Epistemol%C3%B3gica_de_Imre_Lakatos). [Último acceso: 12 agosto 2019].
- [22] M. BUNGE, *La ciencia, su método y su filosofía*, Buenos Aires: Debolsillo, Siglo Veinte, 1979.
- [23] A. Ruiz-Villalba, «La importancia del método científico,» Universidad de Málaga, España, 2005.
- [24] E. Schele Stoller, «Estudios Cavernarios,» 28 noviembre 2017. [En línea]. Available: <https://estudioscavernarios.com/2017/11/28/popper-y-el-metodo-cientifico/>. [Último acceso: 12 agosto 2019].
- [25] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado y M. d. P. Baptista Lucio, *Metodología de la Investigación*, Mexico: McGraw Hill, 2010.
- [26] E. Contributors, «Método Científico,» 24 junio 2019. [En línea]. Available: [https://www.ecured.cu/index.php?title=Especial:Citar&page=M%C3%A9todo\\_cient%C3%ADfico&id=3425253](https://www.ecured.cu/index.php?title=Especial:Citar&page=M%C3%A9todo_cient%C3%ADfico&id=3425253). [Último acceso: 12 agosto 2019].
- [27] P. B. Medawar, *Advice to a Young Scientist*, New York, United State: Library of Congress Cataloging in Publication Data, 1979.
- [28] M. M. Gómez, *Introducción a la metodología de la investigación científica*, Argentina: Brujas, 2006.
- [29] T. S. Kuhn, *La estructura de las revoluciones*, Mexico: Fondo de Cultura Económica, 1971.
- [30] J. D. Marín Gallego, «Del concepto de paradigma en Thomas S. Kuhn, a los paradigmas de las Ciencias de la cultura,» *Magistro*, vol. I, nº 1, pp. 73-78, 2007.
- [31] G. Ritzer, *Sociology: A multiple paradigm science*, en *American Sociologist*, 1975, pp. 10, 156-167.

- [32] L. F. Marín, «La noción de paradigma,» *Signo y pensamiento*, vol. XXVI, nº 50, pp. 34-45, 2007.
- [33] S. Godin, «Stop Stealing Dream: ¿What is School for?,» N/A, N/A, 2012.
- [34] J. C. Candray, «Financiamiento de la educación en El Salvador: un análisis más allá del porcentaje del PIB. Período 2000-2018,» *Realidad y Reflexión*, nº 47, pp. 122-146, 2018.
- [35] J. Alvarado, «El Faro,» 7 diciembre 2017. [En línea]. Available: [https://elfaro.net/es/201712/el\\_salvador/21219/Cada-a%C3%B1o-hay-menos-presupuesto-para-salvar-la-educaci%C3%B3n.htm](https://elfaro.net/es/201712/el_salvador/21219/Cada-a%C3%B1o-hay-menos-presupuesto-para-salvar-la-educaci%C3%B3n.htm). [Último acceso: 2020 octubre 15].
- [36] M. d. Hacienda, «mh.gob.sv,» 1 octubre 2020. [En línea]. Available: <https://www.mh.gob.sv/pmh/es/Novedades/14403-Gobierno-presenta-Proyecto-de-Presupuesto-2021.html>. [Último acceso: 2021 marzo 06].
- [37] B. Mundial, «Gasto Público en Educación,» Banco Mundial, 2019.
- [38] K. Barquero, «Costa Rica invierte en educación más que cualquier país de OCDE,» *La República .Net*, 7 agosto 2017.
- [39] S. T. y. A. R. S. Jorge E Martínez Iñiguez, «Problemáticas relacionadas con la acreditación de la calidad de la educación superior en América Latina,» *Innovación Educativa*, México, 2017.
- [40] M. A. Fabara Perez, «Las tecnologías en el mejoramiento de los procesos educativos en la Educación Superior en América Latina,» vol. 4, nº 11, pp. 704-718, 2017.
- [41] S. Pfeiffer, «Effects of Industry 4.0 on vocational education and training (ITA manuscript 15-04),» N/A, N/A, 2015.
- [42] A. Aloudat, «Serving Higher Education with Technology-Disrupting Higher Education with Tecnology. Computing Education from Enroment to Employment,» N/A, N/A, 2017.
- [43] S. Cueto, «Innovación y Calidad en educación en América Latina,» N/A, N/A, 2016.
- [44] N. Martínez, «Educación a distancia en El Salvador ¿por qué no?,» N/A, N/A, 2015.
- [45] UNESCO, «Migración, desplazamiento y educación,» Unesco, Paris, 2018.
- [46] S. Victor, «Instructional Design and the Digital Divide: Some Ethical Considerations,» de *Proceedings of ED-MEDIA 2010--World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications*, Toronto, 2010.
- [47] MINED, «mined.gob.sv,» 22 enero 2021. [En línea]. Available: <https://www.mined.gob.sv/noticias/noticias.html>. [Último acceso: 23 enero 2021].
- [48] B. Calderón, «La prensa Gráfica,» 5 enero 2021. [En línea]. Available: <https://www.laprensagrafica.com/elsalvador/Entrega-de-computadoras-a->

estudiantes-comenzara-en-enero-anuncia-ministra-de-Educacion-20210105-0041.html. [Último acceso: 23 enero 2021].

- [49] F. García, J. Portillo y J. R. Manue, «Nativos digitales y modelos de aprendizaje,» *Universidad del País Vasco*, pp. 1- 11, 2008.
- [50] M. D. L. S. Loya Salas, «Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en educación en América Latina: una política educativa,» *Cultura científica y tecnológica*, vol. 11, nº 52, 2017.
- [51] L. Lombardero, *Trabajar en la era digital*, Madrid: LID, 2015.
- [52] D. Reig, *Socionomía*, Madrid: Deusto, 2012.
- [53] J. C. Almenara, «Reflexiones sobre la brecha digital y la educación,» *Inmanencia*, vol. 4, nº 2, pp. 14-26, 2014.
- [54] R. Martínez Santiago, «Reformas educativas: mitos y realidades,» *Revista Iberoamerica de Educacion*, nº 27, pp. 155-175, 2001.
- [55] J. Cabero, «Technologies of Information and Communication for inclusion: reformulating the “digital gap”,» *International Journal of Educational Research and Innovation*, nº 9, pp. 16-30, 2017.
- [56] T. Díaz, «La función de las TIC en la transformación,» *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*, pp. 155-176, 2015.
- [57] N. Selwyn, «Degrees of Digital Division: Reconsidering Digital Inequalities and Contemporary Higher Education,» *Open Journal of Statistics*, vol. 7, nº 1, 2010.
- [58] J. E. Garcia, «Una nueva meta para la educación Latinoamericana del Bicentenario,» *Calidad, equidad y reformas*, pp. 19-34, 2009.
- [59] D. H. Shunk, *Teorías del Aprendizaje. Una perspectiva educativa*, México: Pearson, 2012.
- [60] G. M. Osorio, «Sectormatematica,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.sectormatematica.cl/.../09%20Paradigmas%20de%20Aprendizaje.doc>. [Último acceso: 20 11 2018].
- [61] S. Bolaños, A. Delgado, C. Mileth, G. Melissa y Q. Jenny, «constructivismo.webnode.es,» 2011. [En línea]. Available: <https://constructivismo.webnode.es/paradigma-constructivista/>.
- [62] E. Contributors, «Constructivismo (Pedagogía),» *EcuRed*, 13 10 2013. [En línea]. Available: [https://www.ecured.cu/index.php?title=Especial:Citar&page=Constructivismo\\_%28Pedagog%C3%ADa%29&id=2064435](https://www.ecured.cu/index.php?title=Especial:Citar&page=Constructivismo_%28Pedagog%C3%ADa%29&id=2064435). [Último acceso: 2018 12 3].
- [63] A. J. Medina C., «El legado de Piaget,» *educere*, vol. 3, nº 9, pp. 11 - 15, 2000.

- [64] J. T. Jaume Almenara, «Desarrollo Cognitivo: Las Teorías de Piaget y de Vygotsky,» Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, 2007-2008.
- [65] O. C. Mimenza, «Psicología y Mente,» 2018. [En línea]. Available: <https://psicologiaymente.com/psicologia/teoria-cognitiva-jerome-bruner>. [Último acceso: 01 12 2018].
- [66] A. Torres, «Psicología y Mente,» 2018. [En línea]. Available: <https://psicologiaymente.com/desarrollo/aprendizaje-significativo-david-ausubel>. [Último acceso: 02 12 2018].
- [67] W. Palomino N., «educarchile,» [En línea]. Available: <http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/Teor%C3%ADa%20del%20aprendizaje%20significativo%20de%20David%20Ausubel.pdf>.
- [68] P. R. Management, «Studies in the Context of the E-learning Initiative: Virtual Models of European Universities,» Europa, 2004.
- [69] CFP, «Centro de Formación Permanente,» Universidad de Sevilla, 2007. [En línea]. Available: <https://cfp.us.es/e-learning-definicion-y-caracteristicas>. [Último acceso: 10 noviembre 2018].
- [70] H. E. Traverso , L. B. Prato, L. N. Villoria, G. A. Gómez Rodríguez, C. Priegue, R. M. Caivano y M. L. Fissore, «Herramientas de la Web 2.0 aplicadas a la educación,» [En línea]. Available: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/27532/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/27532/Documento_completo.pdf?sequence=1).
- [71] M. M. Lucero, «Entre el trabajo colaborativo y el aprendizaje colaborativo,» *Revista Iberoamericana de Educación*, nº 33, 2003.
- [72] Unesco, «La educación Superior en el siglo XXI. Visión y acción,» de *Conferencia mundial sobre la Educación Superior*, Paris, 1998.
- [73] B. A. Díaz, *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*, México: McGraw Hill, 2000.
- [74] L. A. Franco, «Un acercamiento al aprendizaje colaborativo en educación superior. El aprendizaje colaborativo al alcance de todos,» *ER Linguística*, diciembre 2014.
- [75] J. Tudge, Vygotsky, la zona de desarrollo próximo y la colaboración entre pares : connotaciones para la práctica del aula, Buenos Aires, 2001.
- [76] Tudge, Vigotsky: la zona de desarrollo próximo y su colaboración en la práctica de aula, Nueva York: Universidad de Cambridge, 1994.
- [77] M. E. Calzadilla, «Aprendizaje Colaborativo y Tecnologías de la Información y Comunicación,» *OEI-Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 29, nº 1, pp. 1 - 10, 2002.

- [78] D. W. Johnson y A. Others, «Cooperative learning: Increasing College Faculty Instructional Productivity,» *ERIC*, nº 4, p. 168, 1991.
- [79] VÁSQUEZ y J. JONHSON, «The impact of cooperative learning on the performance and retention of US Navy Air Traffic Controller Trainees,» *The Journal of Social Psychology*, vol. 6, nº 133, pp. 769-783, 1993.
- [80] IEEE, «IEEE, Computer Society,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.computer.org/profiles/tony-hoare>. [Último acceso: 16 agosto 2019].
- [81] E. Contributors, «Charles Antony Richard Hoare,» EcuRed, 15 julio 2019. [En línea]. Available: [https://www.ecured.cu/index.php?title=Charles\\_Antony\\_Richard\\_Hoare&oldid=3458398](https://www.ecured.cu/index.php?title=Charles_Antony_Richard_Hoare&oldid=3458398). [Último acceso: 16 agosto 2019].
- [82] F. Gortázar Bellas, R. Martínez Unanue y V. Fresno Fernández, *Lenguajes de programación y procesadores*, Madrid: Editorial Universitaria Ramón Areces, 2016.
- [83] P. J. Deitel y H. M. Deitel, *Cómo programar en Java*, México: Pearson Educación, 2008.
- [84] J. García Ruíz, M. Hernández López y J. A. Loaiza Brito, «Pensamiento Sistémico y desarrollo de competencias, en el aprendizaje de los lenguajes de programación,» *ANFEI Digital*, vol. I, nº 2, pp. 1- 5, 2016.
- [85] K. Kundert, «Principles of top-down mixed-signal design,» *The Designer Guide Community*, 2003.
- [86] C. V., A. Galstyan y K. Lerman, «Top-Down vs Bottom-up Methodologies in Multi-Agent System Design,» *Autonomous Robots*, vol. III, nº 24, pp. pp. 303 - 313, 2008.
- [87] M. Mantyla, «A modeling system for top-down design of assembled products,» *IBM Journal of Research and Development*, vol. 34, nº 5, pp. 636-659, 1990.
- [88] X. Chen, S. Gao, Y. Yang y S. Zhang, «Multi-level assembly model for top-down design of mechanical products,» *Computer-Aided Design*, vol. 44, nº 10, pp. 1033-1048, 2012.
- [89] V. Crespi, «Top-Down vs Bottom-up Methodologies in Multi-agent System Design,» 2008.
- [90] S. E. Alarcon Adrea, «CASE para ingeniería de requisitos,» 2008.
- [91] D. C. Schmidt, «Model-driven engineering.,» vol. 32(2):25, 2006.
- [92] B. Grady, R. James y J. Ivar, «The Unified Modeling Language User Guide,» *Addison Wesley*, vol. 1, nº 1, 1998.
- [93] L. M. Favre, «Model Driven Architecture (MDA),» nº 10.4018 / 978-1-61520-649-0.ch002, 2010.
- [94] J. Hutchinson, J. Whittle, M. Rouncefield y S. Kristoffersen, «Empirical Assessment of MDE in Industry,» *ICSE '11*, vol. 33, pp. 471-480, 2011.

- [95] J. Whittle, J. Hutchinson y M. Rouncefield, «The State of Practice in Model-Driven Engineering,» *IEEE Xplore Digital Library*, vol. 31, nº 3, pp. 79 - 85, 2014.
- [96] K. Balasubramanian, A. Gokhale, G. Karsai, J. Sztipanovits y S. Neema, «Developing applications using model-driven design environments,» vol. 39, pp. 33- 40, 2006.
- [97] B. Barry, «Anchoring the software process,» vol. 13(4), pp. 73-82, 1996.
- [98] A. L. Buchetti, «La mayéutica y su aplicación como técnica de aprendizaje,» *Reflexión Académica en Diseño y Comunicación*, vol. IX, pp. 82-83, 2008.
- [99] M. Landry, «A Note on the Concept of 'Problem',» *Organization Studies*, vol. 16, nº 2, pp. 315 - 343, 1995.
- [100] G. P. Agre, «The Concept of Problem,» *Educational Studies*, vol. 13, nº 2, pp. 121-142, 1982.
- [101] A. Grzegorek, «Aprendizaje, conocimientos y contenidos en educación,» *Papeles Salmantinos de Educación*, vol. 1, nº 2, pp. 1-13, 2003.
- [102] D. Covi Druetta y R. López González, «Aprendizaje y educación en la era digital: ¿una primavera estudiantil?,» *Revista Latinoamericana de Comunicación*, nº 117, pp. 41 - 47, 2012.
- [103] A. Badia, «Ayuda al aprendizaje con tecnología en la educación superior,» *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, vol. 3, nº 2, pp. 1 - 15, 2006.
- [104] M. Molina Aviles, «La tutoría. Una estrategia para mejorar la calidad de la educación superior,» *Universidades*, vol. 1, nº 28, pp. 35-39, 2004.
- [105] J. Narro Robles y G. Martiniano Arredondo, «La tutoría. Un proceso fundamental en la formación de los estudiantes universitarios,» *Perfiles Educativos*, nº 35, pp. 132-151, 2013.
- [106] C. Banville y M. Landry, «Can the Field of MIS be Disciplined?,» *Communications of the ACM*, vol. 32, nº 1, pp. 48-60, 1989.
- [107] A. M. Preston, «The “problem” in and of management information systems,» *Accounting, Management and Information Technologies*, vol. 1, nº 1, pp. 43-69, 1991.
- [108] Universia, «Universia España,» 12 09 2017. [En línea]. Available: <http://noticias.universia.es/ciencia-tecnologia/noticia/2017/09/12/1155659/machine-learning-como-usa-big-data.html>. [Último acceso: 04 012 2018].
- [109] M. A. Moreira, «Tecedu Web,» 20 09 2015. [En línea]. Available: <http://tecedu.webs.ull.es/textos/eLearning.pdf>.
- [110] viu, «Universidad Internacional de Valencia,» 21 marzo 2018. [En línea]. Available: <https://www.universidadviu.com/caracteristicas-tipos-y-plataformas-mas-utilizadas-para-estudiar-a-distancia/>. [Último acceso: 10 noviembre 2020].

- [111] U. N. A. d. M. UNAM, «Computo Academico, UNAM,» 18 10 2015. [En línea]. Available: <http://www.ru.tic.unam.mx:8080/bitstream/DGTIC/81750/1/mod4.pdf>.
- [112] C. L. D. Parra, «McGraw Hill Interamericana de España,» 20 09 2015. [En línea]. Available: [https://www.mhe.es/secundaria/informatica/8448168933/archivos/Software/Ud07/ud\\_7\\_cms-IIjornadas.pdf](https://www.mhe.es/secundaria/informatica/8448168933/archivos/Software/Ud07/ud_7_cms-IIjornadas.pdf).
- [113] Bilib, «Gestion de Contenidos Web,» 21 10 2015. [En línea]. Available: [http://www.bilib.es/uploads/media/estudio\\_sistemas\\_gestion\\_contenidos\\_web\\_cms.pdf](http://www.bilib.es/uploads/media/estudio_sistemas_gestion_contenidos_web_cms.pdf).
- [114] Intef, «Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de formación del profesorado,» 21 10 2015. [En línea]. Available: [http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/99/cd/mod\\_02/requerimientos\\_d\\_el\\_servidor.html](http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/99/cd/mod_02/requerimientos_d_el_servidor.html).
- [115] Moodle, «Requisitos de instalación Moodle,» 13 9 2015. [En línea]. Available: [https://docs.moodle.org/all/es/Requisitos\\_para\\_instalaci%C3%B3n\\_de\\_moodle\\_2.6](https://docs.moodle.org/all/es/Requisitos_para_instalaci%C3%B3n_de_moodle_2.6).



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante