

Guía Práctica Hacia la Investigación

Germán Harvey Alférez, Ph.D.

8 de julio de 2019

Tabla de Contenidos

| | Página |
|---|-----------|
| 1. Testificando A Través de la Investigación | 3 |
| 1.1. Un Llamado Divino al Estudio de la Ciencia | 5 |
| 1.2. La Investigación: Un Altar Moderno | 7 |
| 1.3. Cualidades de Un Investigador | 8 |
| 1.4. Objetivo y Organización de este Libro | 12 |
| 1.5. Orientación del Libro | 13 |
| 2. Generando la Idea Inicial | 17 |
| 2.1. Propuesta de Investigación | 20 |
| 2.2. Respondiendo Preguntas Relacionadas con la Generación de la Idea Inicial | 26 |
| 3. Desarrollando la Investigación | 31 |
| 3.1. Proyectos: el Motor Hacia la Investigación en el Salón de Clases | 33 |
| 3.2. Trabajando Uno a Uno | 38 |
| 3.3. Cuando las Cosas No Marchan Como Se Es- peraba | 40 |
| 3.4. Creación de Grupos de Investigación | 42 |
| 3.5. Trabajando en Equipo | 45 |
| 3.6. Financiando los Proyectos de Investigación . | 48 |
| 3.7. Diferencias Entre un Proyecto de Fin de Ca- rrera, Una Tesina de Maestría y Una Tesis de Doctorado | 51 |

| | |
|---|----|
| 3.8. Respondiendo Preguntas Relacionadas con el Desarrollo de la Investigación | 53 |
|---|----|

*El temor de Jehová es el principio de la
sabiduría, Y el conocimiento del
Santísimo es la inteligencia.*

Salomón

*A menos que el conocimiento de la
ciencia sea un peldaño para alcanzar los
más elevados propósitos, carece de valor.*

Elena G. de White en Mensajes para los Jóvenes

Capítulo 1

Testificando A Través de la Investigación

Corría el año 2018 cuando fui invitado por el Dr. Benjamin Clausen, investigador del Instituto de Investigación en Geociencia y catedrático de la Universidad de Loma Linda, Estados Unidos, para unirme a una expedición de investigación en Perú. El propósito de esta expedición consistió en estudiar la relación entre la geología en Perú y el registro de la historia de la tierra en el Génesis. Como experto en el área de ciencia de datos, mi rol consistió en aplicar esta ciencia en datos recabados durante la expedición para descubrir patrones de interés.

Al escuchar acerca de esta expedición y al saber que el punto de llegada del equipo de investigadores sería Juliaca, la Dra. Gladys Maquera, investigadora del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) de la República del Perú y catedrática en la Universidad Peruana Unión (UPeU) – sede Juliaca – amablemente me invitó a dictar una presentación acerca de investigación a docentes y alumnos de esta universidad.

El día de la presentación llegó y el salón de la UPeU estaba abarrotado de profesores, alumnos e investigadores

de toda la región. Sus ojos brillaban de gozo al saber que aprenderían más acerca de la investigación. En esa ocasión hablé acerca de mi propia experiencia como investigador, respondiendo preguntas y mostrando el potencial de la investigación como polo de desarrollo del país. Entre las preguntas que respondí estuvieron las siguientes: ¿Cuál es el primer paso para investigar? ¿En dónde buscar el estado del arte? ¿Cómo puedo obtener los fondos financieros necesarios para realizar mi investigación? ¿Qué diferencia hay entre publicar en una revista científica y en una conferencia científica?.

Las preguntas formuladas me abrieron el panorama hacia una realidad que es evidente no solamente en la UPeU sino en otras universidades adventistas en Latinoamérica: los docentes y alumnos queremos investigar. Sin embargo, se desconoce mucho acerca de los pasos para llegar a realizar investigaciones de alto impacto.

Con el fin de educar a la comunidad académica adventista en el quehacer investigativo, ese mismo año realicé dos presentaciones más acerca de investigación orientadas a las ciencias de la computación. La primer presentación fue en el 3er Congreso Internacional Adventista de Tecnología en el Centro Universitario Adventista de San Pablo (UNASP), Brasil. El título de mi presentación fue ¿Cómo Convertirte en un Científico de la Computación?. La segunda presentación, esta vez virtual, la dicté a alumnos de licenciatura en ingeniería en sistemas computacionales de la UPeU sede Tarapoto. Esta presentación la titulé ¿Cómo Perderle el Miedo a la Investigación? En estas dos presentaciones observé el mismo efecto que en la presentación que había tenido meses atrás en Juliaca: alumnos y docentes con muchas preguntas acerca de cómo materializar sus ideas en investigaciones relevantes.

1.1. Un Llamado Divino al Estudio de la Ciencia

En el relato de Daniel y sus amigos en Babilonia, la Biblia deja claro que Dios es la fuente de la sabiduría y de la inteligencia: «A estos cuatro muchachos Dios les dio conocimiento e inteligencia en todas las letras y ciencias; y Daniel tuvo entendimiento en toda visión y sueños» Daniel 1:17. Más adelante en el texto, Daniel declara que Dios: «da la sabiduría a los sabios, y la ciencia a los entendidos» Daniel 2:21.

Hoy en día esa sabiduría también está disponible para nosotros: «La sabiduría clama en las calles, Alza su voz en las plazas; Clama en los principales lugares de reunión; En las entradas de las puertas de la ciudad dice sus razones» Proverbios 1:20,21. Como docentes nos basta acudir a Dios para que él nos muestre cosas grandes y gocemos del don maravilloso de hacer ciencia: «Así ha dicho Jehová, que hizo la tierra, Jehová que la formó para afirmarla; Jehová es su nombre: Clama a mí, y yo te responderé, y te enseñaré cosas grandes y ocultas que tú no conoces» Jeremías 33:2,3.

En varias declaraciones, el rey Salomón, uno de los más grandes pensadores de la historia, nos insta a obtener sabiduría e inteligencia:

- «Cuando la sabiduría entrare en tu corazón, Y la ciencia fuere grata a tu alma, La discreción te guardará; Te preservará la inteligencia» Proverbios 2:10,11
- «Bienaventurado el hombre que halla la sabiduría, Y que obtiene la inteligencia» Proverbios 3:13
- «Recibid mi enseñanza, y no plata; Y ciencia antes que el oro escogido» Proverbios 8:10
- «El simple todo lo cree; Mas el avisado mira bien sus pasos» Proverbios 14:15

- «En el rostro del entendido aparece la sabiduría; Mas los ojos del necio vagan hasta el extremo de la tierra» Proverbios 17:24
- «El corazón del entendido adquiere sabiduría; Y el oído de los sabios busca la ciencia» Proverbios 18:15
- «El alma sin ciencia no es buena, Y aquel que se apresura con los pies, peca» Proverbios 19:2
- «Gloria de Dios es encubrir un asunto; Pero honra del rey es escudriñarlo» Proverbios 25:2
- «Buena es la ciencia con herencia, y provechosa para los que ven el sol. Porque escudo es la ciencia, y escudo es el dinero; mas la sabiduría excede, en que da vida a sus poseedores» Eclesiastés 7:11,12
- «¿Quién como el sabio? ¿y quién como el que sabe la declaración de las cosas? La sabiduría del hombre ilumina su rostro, y la tosquedad de su semblante se mudará» Eclesiastés 8:1
- «Las palabras del sabio escuchadas en quietud, son mejores que el clamor del señor entre los necios. Mejor es la sabiduría que las armas de guerra; pero un pecador destruye mucho bien» Eclesiastés 9:17,18

En el libro *Consejos para los Maestros*, Elena G. de White ahonda en este llamado divino a ahondar en la ciencia [1]: «Aunque los principios y hábitos correctos son de la primera importancia entre las cualidades del maestro, es indispensable que él tenga conocimiento cabal de las ciencias. Las altas adquisiciones del saber deben combinarse con la integridad de carácter. Si sois llamados a ser maestros, sois llamados también a aprender. Si asumís la sagrada responsabilidad de enseñar a otros, asumís también el deber de

dominar todo asunto que queréis enseñar. No os conforméis con pensamientos embotados, una mente indolente, o una memoria floja. Es cosa noble enseñar; es cosa bienaventurada el aprender. El verdadero conocimiento es una posesión preciosa, y cuanto más tenga de él el maestro, tanto mejor será su trabajo... Dios es el autor de la ciencia. La investigación científica abre ante la mente vastos campos de pensamiento e información, capacitándonos para ver a Dios en sus obras creadas... Aunque los maestros necesitan piedad, necesitan también conocimiento cabal de las ciencias.»

1.2. La Investigación: Un Altar Moderno

Considero a la investigación como la herramienta más importante de testificación para que el mundo académico e industrial conozca el quehacer y el impacto de nuestras universidades adventistas. De hecho, creo que cada producto de investigación es un “altar” moderno, similar a los altares que el patriarca Abraham construía al llegar a un lugar. Estos altares modernos sirven para que el mundo sepa que hay un Dios en las universidades adventistas que nos guía en la realización de investigaciones que resuelven problemas relevantes.

Como adventistas, gozamos de un alto conocimiento en salud, educación y en otras áreas. Nuestra misión consiste en compartir este conocimiento con otros: «Vosotros sois la luz del mundo; una ciudad asentada sobre un monte no se puede esconder. Ni se enciende una luz y se pone debajo de un almud, sino sobre el candelero, y alumbra a todos los que están en casa. Así alumbre vuestra luz delante de los hombres, para que vean vuestras buenas obras, y glorifiquen a vuestro Padre que está en los cielos» Mateo

5:14-16.

En este contexto, pienso en tantos investigadores de alta alcurnia en universidades no adventistas y relaciono este pensamiento con lo dicho por el Apóstol Pablo: «¿Cómo, pues, invocarán a aquel en el cual no han creído? ¿Y cómo creerán en aquel de quien no han oído? ¿Y cómo oirán sin haber quien les predique?» Romanos 10:14.

El único camino para llegar con el evangelio a los investigadores que se mueven en las altas esferas científicas justamente consiste en producir investigaciones de alta calidad para entrar en esas esferas. Por ejemplo, en 2012 presenté los resultados de mi investigación en Innsbruck, Austria. A la hora de la comida me senté a la mesa con una doctoranda en computación de fe musulmana. Durante nuestra conversación le hablé acerca de lo que creemos como cristianos. Al terminar de comer, pudimos hablar un par de ocasiones más durante el evento acerca de religión. ¡Esa fue una magnífica oportunidad para testificar!

De hecho, una tendencia que he observado es que los investigadores escuchan con atención y guardan respeto hacia otros investigadores que tienen ideas profundas y resultados científicos avanzados, independientemente de su credo. Es por esto que si estás a su nivel, esto facilitará mucho el poder compartir con ellos las buenas nuevas de salvación.

1.3. Cualidades de Un Investigador

Si estás leyendo este libro es porque quieres ser un investigador o una investigadora. Las cualidades más importantes para serlo es tener sueños, pasión, curiosidad y creatividad. Además de estas cualidades, a continuación se enumeran otras que se necesitan para tener éxito en el camino de la investigación [2]:

- *Pasión, enfoque, entusiasmo e intereses en la investigación:* Los investigadores deben estar muy interesados y apasionados por su investigación para que puedan mantenerse enfocados y estudiar los problemas de investigación a profundidad durante semanas, meses o incluso años.
- *Curiosidad y creatividad:* Los investigadores deben ser altamente curiosos y creativos. A menudo hacen muchas preguntas, tanto en la investigación como en la vida cotidiana, y piensan «fuera de la caja» para obtener nuevas ideas y soluciones que la mayoría de las personas no han pensado.
- *Pensamiento crítico e independiente:* Los investigadores no solo deben seguir el conocimiento convencional y las opiniones establecidas. Deben pensar de forma independiente y hacer preguntas críticas (por ejemplo, ¿Qué está mal? ¿Cómo puedo mejorarlo?).
- *Tomar riesgos:* A menudo, las nuevas ideas no funcionan, o han sido exploradas y publicadas por otros. Los investigadores deben estar dispuestos a asumir riesgos en la exploración.
- *Alta integridad científica:* Los investigadores deben estar dispuestos a asumir riesgos y a fracasar, y deben ser honestos y transparentes sobre el fracaso. También deben ser sinceros al informar el resultado de su investigación.

Para el docente adventista, los estándares morales mediante los cuales se realiza todo trabajo de investigación deben seguir las pautas que da el apóstol Pablo: «Por lo demás, hermanos, todo lo que es verdadero, todo lo honesto, todo lo justo, todo lo puro, todo lo amable, todo lo que es de buen nombre; si

hay virtud alguna, si algo digno de alabanza, en esto pensad» Filipenses 4:8.

- *Aprendizaje rápido y fuertes habilidades analíticas y de resolución de problemas:* Los investigadores deben aprender rápidamente para obtener nuevos conocimientos y para tener las técnicas necesarias para la investigación. Deben tener buenas habilidades analíticas y de resolución de problemas para analizar, implementar y probar sus ideas nuevas.
- *Diligencia:* Los investigadores deben mantenerse enfocados, pensar profundamente y estudiar los nuevos problemas de investigación con gran profundidad. Pueden pasar meses o incluso años tratando de hacer un gran avance en su investigación.

En este aspecto a la diligencia, Elena G. de White menciona: «Sobre todos los otros habitantes de la tierra, el hombre cuya mente ha sido educada por la Palabra de Dios sentirá que debe dedicarse con mayor diligencia a la lectura de la Biblia, y a un estudio concienzudo de las ciencias; porque su esperanza y su vocación son mayores que las de cualquier otro. Cuanto más íntimamente esté relacionado un hombre con la Fuente de todo conocimiento y sabiduría, tanto más podrá ser ayudado intelectual y espiritualmente. El conocimiento de Dios es la educación esencial, y todo verdadero obrero estudiará constantemente para obtener este conocimiento» [1].

- *Buena capacidad de comunicación:* A medida que los investigadores difunden sus resultados a través de manuscritos o artículos, es extremadamente importante que aprendan a escribir bien. Deben ser buenos «narradores de historias», esto es, conocer a su audiencia (lectores) y convencer a otros para que crean rápi-

damente en su historia (al aceptar sus documentos que describen los resultados). También deben poder presentar sus ideas de manera clara y convincente en conferencias. Asimismo, como docentes universitarios imparten cursos, por lo que deben aprender a ser buenos instructores y amar dar clases.

Asimismo, el lograr resultados científicos debe llevarnos a servir a otros docentes y a alumnos en el camino de la investigación. De hecho, para un docente adventista no hay lugar para el egoísmo ni la envidia académica: «¿Quién es sabio y entendido entre vosotros? Muestre por la buena conducta sus obras en sabia mansedumbre» Santiago 3:13.

También, como docentes adventistas debemos reconocer que nuestro fin último consiste en conocer a Dios: «Así dijo Jehová: No se alabe el sabio en su sabiduría, ni en su valentía se alabe el valiente, ni el rico se alabe en sus riquezas. Mas alábase en esto el que se hubiere de alabar: en entenderme y conocerme, que yo soy Jehová, que hago misericordia, juicio y justicia en la tierra; porque estas cosas quiero, dice Jehová» Jeremías 9:23,24. Con respecto a este punto, Elena G. de White menciona: «Maestros, sea vuestra jactancia en Dios, no en la ciencia, no en los idiomas extranjeros ni en ninguna otra cosa que sea meramente humana. Sea vuestra más alta ambición el practicar el cristianismo en vuestra vida» [1].

Asimismo, como docentes debemos ser humildes al reconocer que aunque tenemos un vasto campo de investigación, el conocimiento de lo divino es alto y maravilloso que no podemos entender (Salmo 139:6). También, es importante contar con la humildad de recibir consejos por parte de otros investigadores que nos sirvan para mejorar nuestro trabajo. Esto es principalmente importante al momento de recibir los resultados de revisiones de artículos científicos y al trabajar con asesores de tesis que suelen llenar de comentarios y correcciones el documento que se

ha escrito. Al hacer caso a estos comentarios se estará en capacidad de mejorar el trabajo. Por el contrario, creer que el trabajo ya está listo y hacer caso omiso a las correcciones hará que la investigación se retrase. En este aspecto, el rey Salomón dice: «Hiere al escarnecedor, y el simple se hará avisado; Y corrigiendo al entendido, entenderá ciencia» Proverbios 19:25. «Cuando el escarnecedor es castigado, el simple se hace sabio; Y cuando se le amonesta al sabio, aprende ciencia» Proverbios 21:11.

1.4. Objetivo y Organización de este Libro

Este libro presenta una guía concisa y práctica para que docentes en universidades adventistas en Latinoamérica entren en el mundo de la investigación sin mucho preámbulo. El primer paso para caminar, consiste en lanzarse al agua. Este libro busca precisamente animar al lector a lanzarse a concebir ideas, desarrollar estas ideas y contarle a otros los resultados. Con este fin, el libro está organizado en tres capítulos que describen los tres pasos clave en el proceso de investigación: generación de la idea inicial en el Capítulo 2, desarrollo de la investigación en el Capítulo 3 y difusión de los resultados de la investigación en el Capítulo ??.

La Figura 1.1 muestra el proceso descrito en este libro. Este es un proceso iterativo e incremental. Es iterativo pues en cada iteración del paso se pueden refinar los productos resultantes en las iteraciones previas. Asimismo, es posible regresar a pasos anteriores en cualquier momento con el fin de realizar refinamientos. Con el fin de evitar entrar a un punto de iteraciones interminables, el investigador debe marcar un hito o punto de corte, entregar los resultados, y especificar el trabajo futuro por hacer en proyectos subsecuentes. Asimismo, el proceso es incremental pues la

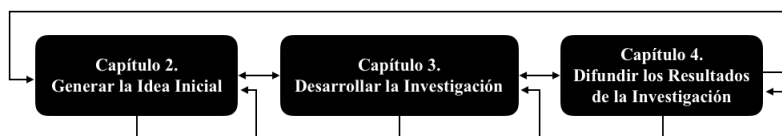


Figura 1.1: Proceso de investigación y organización del libro.

investigación se va fortaleciendo paso a paso, proyecto tras proyecto.

En cada capítulo describo ejemplos con mis propias vivencias que me han dado resultado en el mundo de investigación. Mi deseo es que estas vivencias sean de utilidad para el lector. Aunque los ejemplos vienen mayormente del mundo de las ciencias de la computación, el libro está escrito de tal forma que pueda ser aprovechado por lectores de otra áreas del conocimiento.

1.5. Orientación del Libro

Los Departamentos de Educación de la División Interamericana y la División Sudamericana de la Iglesia Adventista del Séptimo Día han hecho grandes esfuerzos en la realización de encuentros de investigadores adventistas durante este quinquenio. No obstante, a pesar de estos esfuerzos, aún somos pocos los que nos hemos aventurado a investigar. Más aún, en mis visitas a diferentes universidades adventistas a lo largo de América he evidenciado que el desconocimiento de la sencillez y belleza de la investigación por parte de docentes puede llevar al miedo a investigar y a la procrastinación en esta área.

Por lo tanto, este libro está dirigido a docentes en universidades adventistas en Latinoamérica que quieren entrar al mundo de la investigación de forma ágil. Es por esto que este libro presenta una guía práctica introductoria y “al

grano” para que el docente dirija a sus alumnos en proyectos de investigación en el salón de clases o en proyectos de investigación de alto impacto.

Cada docente es a la vez un investigador. Es imposible desasociar estos dos roles. Por lo tanto, este libro sirve como herramienta para que la investigación sea un asunto de todos en universidades adventistas.

Pero aunque el conocimiento de la ciencia es poder, el que Jesús vino en persona a impartir es un poder aún mayor. La ciencia de la salvación es la ciencia más importante que se ha de aprender en la escuela preparatoria de la tierra.

Elena G. de White en Consejos para los Maestros

Capítulo 2

Generando la Idea Inicial

El momento más difícil y crucial en cualquier investigación es la generación de la idea que servirá como semilla para la investigación. En mis cursos suelo decirles a mis alumnos que aunque ellos pueden realizar una investigación para resolver cualquier problema, hay problemas interesantes y otros problemas que no lo son tanto. La clave consiste en encontrar problemas interesantes. Si el problema es poco interesante, llevará a un resultado de bajo impacto y generará poco interés para los lectores de los resultados. En este aspecto, mi asesor de tesis doctoral, el Dr. Vicente Pelechano, solía decirme que lo más importante en cualquier investigación es encontrar la “idea feliz”. Esta idea feliz deberá ser lo suficientemente sólida para engranar y sostener el resto de la investigación. La pregunta consiste entonces en dónde encontrar problemas interesantes.

El primer paso para encontrar problemas interesantes consiste en pensar dentro del contexto de una línea de investigación previamente establecida en la universidad en donde se labora. La *línea de investigación* marca el contexto sobre el cuál se desarrollan diversos proyectos. Tal como se muestra en la Figura 2.1, se puede pensar en la línea de

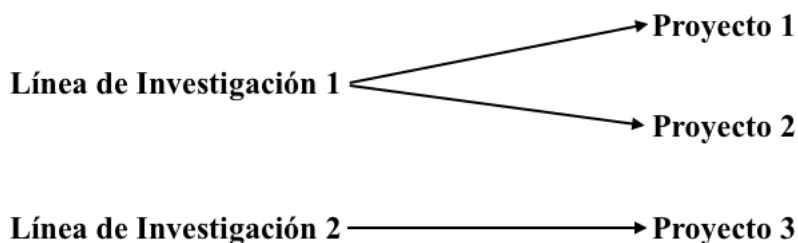


Figura 2.1: Ejemplo de líneas de investigación con sus proyectos resultantes.

investigación como un tronco del cuál se desprenden varios proyectos que funcionan como ramas del tronco. En caso de no existir una línea de investigación en el área de interés del investigador, ésta se puede construir teniendo en cuenta que no solamente un solo proyecto se desarrollará en esta línea sino que varios proyectos, preferiblemente conectados entre ellos, se desarrollarán dentro de la línea.

En la Tabla 2.1 se presenta el ejemplo de una línea de investigación que propuse en la Universidad de Montemorelos. En esta línea se han desarrollado varios proyectos de investigación cuyos resultados han servido para generar publicaciones científicas.

Ya dentro del contexto de una línea de investigación, el investigador podrá proponer proyectos para resolver problemas dentro de esta línea. Para lograrlo, el investigador puede acudir a su experiencia o a la lectura de literatura científica para saber hacia dónde va marchando la ciencia en la línea de interés. Propongo que el lector se enfoque en la sección de trabajo futuro al final de artículos científicos con el fin de conocer los «temas calientes» (*hot topics* en inglés) que aún no se han resuelto.

Asimismo, tanto las líneas de investigación como los proyectos de investigación en estas líneas deberían tender a estar dentro del marco de la cosmovisión de la Iglesia Adventista del Séptimo Día. Ésto con el fin de apoyar la misión

| | |
|--|--|
| <i>Título de la línea</i> | Ciencia de Datos |
| <i>Dependencias e instancias a la cual está adscrita</i> | Instituto de Ciencia de Datos, Facultad de Ingeniería y Tecnología |
| <i>Descripción</i> | La ciencia de datos es un campo multidisciplinario que utiliza métodos, procesos, algoritmos y sistemas científicos para extraer conocimientos de datos en diversos formatos, tanto estructurados como no estructurados. La ciencia de datos emplea técnicas y teorías extraídas de muchos campos dentro del contexto de las matemáticas, la estadística, las ciencias de la información y las ciencias de la computación. |
| <i>Transferencia de resultados</i> | 1) Apoyar a la Universidad de Morelia y a otras instituciones de la Iglesia Adventista del Séptimo Día a descubrir patrones mediante ciencia de datos que lleven a la toma de decisiones estratégicas. 2) Educar en ciencia de datos a los alumnos de ingeniería de la Universidad de Morelia, y a administradores y tecnólogos de la Iglesia Adventista del Séptimo Día |

Tabla 2.1: Ejemplo de definición de línea de investigación.

de la iglesia con el quehacer científico. Por ejemplo, hace un tiempo atrás dirigí un proyecto de investigación titulado “Desarrollo de Software para la Aplicación de Ciencia de Datos en la Ventana 10/40. Caso de Estudio: Análisis de Datos en la Unión de Medio Oriente y Norte de África” [3]. Este proyecto, dentro de la línea de Ciencia de Datos, fue motivado por la Gran Comisión. Otras áreas afines con nuestra cosmovisión son la salud y la educación. Con lo anterior no quiero decir que otras investigaciones que no estén directamente relacionadas con nuestra cosmovisión adventista no se desarrollen en nuestras instituciones. Lo que intento decir es que debe existir una tendencia intencionada hacia la realización de un mayor número de investigaciones relacionadas con nuestra cosmovisión.

Con el fin de compartir las líneas de investigación tanto con los alumnos como con los colegas que puedan estar interesados en unirse a ellas, las universidades adventistas pueden contar con un portal con la lista de los proyectos de investigación dentro de sus respectivas líneas. Esta lista puede organizarse por facultad y por docente. Por ejemplo, la Figura 2.2 muestra un ejemplo de la lista de proyectos de investigación de la *Primary Care Unit* de la Universidad de Cambridge¹. Asimismo, se pueden utilizar reuniones de facultad y jornadas de investigación para compartir estos proyectos.

2.1. Propuesta de Investigación

La *propuesta de investigación* es un documento que describe las ideas subyacentes de una investigación en un tema determinado. Dicha propuesta describe el proceso completo de la investigación y puede ser utilizada para

¹<https://www.phpc.cam.ac.uk/pcu/research/research-projects-list/>

UNIVERSITY OF CAMBRIDGE

Study at Cambridge | About the University | Research at Cambridge

Quick links | Search

Department of Public Health and Primary Care / Primary Care Unit / Research / Research Projects List

Primary Care Unit

Home | News & Talks | About Us | **Research** | Education & Training | Information for researchers | People | PCU Intranet

Research Projects List

[Back to Research Top Page](#)

This is a list of current projects that the Unit is running or collaborating in. Please use the Left Hand Menu to see the projects with either their own website or more information – see below for one-page summaries of current research projects in which the Unit is involved. The SEARCH BOX below on the right is the best way to filter for a list (e.g. Name of contact, or Abbreviation of Group Name)

To submit a new Project, please use this form [STAFF ONLY]

You may find older or completed projects in our [Archived Projects list](#). You may also wish to search for [BHRU projects directly on their website](#)

Current Projects

Show 100 entries

Search:

| Project Title | Start Date | End Date | Contact Link | Entry Date | SPCR | Group Link |
|--|------------|------------|--|------------|------|-----------------------|
| ACE - Understanding hospital Admissions Close to the End of life (ACE) Study | 2012-09-01 | 2017-12-31 | Dr Stephen Barclay (PEOLC) | 2013-03-21 | | PEOLC |
| ADDITION - A randomised controlled trial of the cost-effectiveness of a program of screening and intensive multifactorial intervention for Type 2 diabetes in primary care | 2000-10-01 | 2017-10-30 | Dr Kate Williams (CV) | 2009-04-14 | | CV |
| ADDITION++ SYR FOLLOW UP - Addition Facilitated Project - 5 year follow up | 2007-11-01 | 2020-12-31 | Dr Kate Williams (CV) | 2007-11-29 | SPCR | CV |
| ADERCS - A qualitative exploration of adaptations to eating in response to possible cancer symptoms | 2018-04-01 | 2018-12-31 | Ms Elka Humphrys (TI) | 2018-05-03 | | TI |
| ADHER-APP - Adherence App Study | 2019-01-01 | 2019-12-31 | Mr James Jamison (BSG) | 2018-12-21 | | BSG |
| BHRU AG1007 - Increasing public acceptability of effective | 2016-01-01 | 2017-12-31 | Ms Sapha Codling (BHRU) | 2017-03-18 | | BHRU |

Figura 2.2: Lista de proyectos de la *Primary Care Unit* de la Universidad de Cambridge.

solicitar patrocinio de la investigación que se desea realizar, aprobación para realizar ciertos experimentos, o como un requisito antes de comenzar una disertación académica. El aspecto clave de una propuesta de investigación consiste justamente en organizar las ideas que se tienen en la mente en un escrito que sirva para organizarlas, justificarlas y para cubrir «huecos mentales» que aún se tengan.

La escritura de una propuesta de investigación toma tiempo y esfuerzo. Por lo tanto, es importante que antes de escribirla se tenga la convicción de que el problema a resolver es interesante y que se cuenta con la pasión para trabajar en un proyecto de investigación que resuelva dicho problema.

Es por esto que recomiendo que antes de escribir la propuesta de investigación se dedique un buen tiempo para pensar en ideas de interés. Esto es principalmente impor-

tante para los alumnos que comienzan a investigar, pues en lugar de que comiencen el camino de la investigación escribiendo un documento con la propuesta, lo cuál se les puede hacer aburridor, disfruten la generación de ideas. Asimismo, aunque existen formatos de estilo que algunas universidades solicitan en el documento con la propuesta de investigación, se debe evitar que los alumnos vean la aplicación de dichos formatos como un fin en sí mismo.

Una propuesta de investigación se evalúa sobre el costo y el impacto potencial de la investigación, y sobre la solidez del plan propuesto para llevarla a cabo. Una propuesta de investigación sirve para convencer a otros que el proyecto de investigación a realizar es de valor. Las propuestas de investigación generalmente abordan varios puntos críticos, incluyendo los siguientes²:

- *Título:* Este debe ser conciso y descriptivo. A menudo, los títulos se expresan en términos de una relación funcional, pues estos indican claramente las variables independientes y dependientes. Un título llamativo no solo estimula el interés del lector, sino que también lo predispone favorablemente hacia la propuesta.
- *Resumen:* Este es un breve resumen de aproximadamente 300 palabras. Debe incluir la pregunta de investigación, la justificación del estudio, la hipótesis (si existe), la metodología y los resultados principales que se espera obtener.
- *Introducción:* La introducción proporciona los antecedentes o el contexto necesarios del problema de investigación. Cómo explicar la justificación de la investigación es quizás lo más delicado en la redacción de propuestas. Para tal fin, en primer lugar es recomendable ubicar la pregunta de investigación en el

²http://www.meaning.ca/archives/archive/art_how_to_write_P_Wong.htm

contexto de un tema «caliente» (*hot topic* en inglés) o de una área más antigua que siga siendo viable. En segundo lugar, proporcione un contexto histórico breve pero apropiado. En tercer lugar, proporcione el contexto contemporáneo en el que la pregunta de investigación propuesta ocupa el escenario central. Finalmente, identifique los autores principales en el área y consulte las publicaciones más relevantes y representativas.

La introducción generalmente comienza con una declaración general del área del problema, con un enfoque en un problema de investigación específico, a lo que seguirá la racionalización o justificación del estudio propuesto. La introducción generalmente cubre los siguientes elementos:

1. Indique el problema de la investigación, que a menudo se conoce como el propósito del estudio.
2. Proporcione el contexto y establezca el escenario para la pregunta de investigación de tal manera que muestre su necesidad e importancia.
3. Presente las razones del estudio propuesto e indique claramente por qué vale la pena hacerlo.
4. Describa brevemente los principales problemas y sub-problemas que abordará su investigación.
5. Identifique las variables independientes y dependientes del (los) experimento(s). Alternativamente, especifique el fenómeno que desea estudiar.
6. Indique la hipótesis o teoría, si la hay. Para la investigación exploratoria o fenomenológica, es posible que no tenga ninguna hipótesis. No confunda la hipótesis con la hipótesis nula estadística.

7. Establezca la delimitación o los límites de su investigación propuesta para proporcionar un enfoque claro.
 8. Opcionalmente, proporcione definiciones de conceptos clave.
- *Estado del arte:* El estado del arte o revisión de la literatura cumple varias funciones importantes:
1. Asegura que no se está «re-inventando la rueda». Quizás, investigadores en otros países ya han solucionado la pregunta que buscamos responder. Por lo tanto, es importante dedicar un buen tiempo al estudio del estado del arte para tener una visión general de lo que ya se ha hecho en el dominio de investigación.
 2. Otorga créditos a aquellos que han sentado las bases para la investigación a realizar.
 3. Demuestra su conocimiento en el problema de investigación.
 4. Demuestra su comprensión en los temas teóricos y de investigación relacionados con la pregunta de investigación.
 5. Muestra su habilidad para evaluar críticamente la información relevante de la literatura.
 6. Indica su habilidad para integrar y sintetizar la literatura existente.
 7. Proporciona nuevos conocimientos teóricos o desarrolla un nuevo modelo como marco conceptual para su investigación.
 8. Convince al lector de que la investigación propuesta hará una contribución significativa y sustancial a la literatura.

En esta sección utilice subtítulos para poner orden y coherencia. Asimismo, esta sección no consta simplemente en listar un resumen de cada trabajo relacionado. Es necesario presentar una discusión relacionada con el trabajo. Esta discusión debe responder preguntas tales como: ¿Qué le hace falta al trabajo en cuestión? ¿Cómo se puede mejorar el trabajo en cuestión? En todo caso, la discusión siempre debe tener un tono respetuoso. Asimismo, es útil tener en mente que se está contando una historia a la audiencia que se debe contar de forma estimulante y amena.

Finalmente, el estado del arte se debe buscar en libros y artículos científicos de alto impacto, por ejemplo en Elsevier³, IEEEExplore⁴, y Springer⁵. Por lo tanto, recomiendo evitar referencias a blogs o sitios web de dudosa procedencia en la sección de estado del arte. Aún, recomiendo evitar artículos de conferencias científicas o de revistas científicas de editoriales no reconocidas.

- *Metodología*: Esta es una sección muy importante porque indica cómo se planea abordar el problema de investigación. En esta sección se proporciona el plan de trabajo y se describen las actividades necesarias para la finalización del proyecto.

En estudios cuantitativos, la sección de metodología generalmente consiste en las siguientes secciones: diseño (¿Se aplicará un cuestionario o un experimento de laboratorio?), sujetos o participantes (¿Qué tipo de procedimiento de muestreo se utilizará?), instrumentos (¿Son válidos y confiables?), y procedimiento (¿Cómo planea realizar el estudio? ¿Qué actividades

³<https://www.elsevier.com>

⁴<https://ieeexplore.ieee.org/>

⁵<https://www.springer.com>

están involucradas? ¿Cuánto tiempo se tarda?)

- *Resultados esperados:* En esta sección se describen los tipos de datos que se recopilarán y los procedimientos estadísticos que se utilizarán para responder a la pregunta de investigación o probar la hipótesis.
- *Discusión:* En esta sección es importante convencer al lector de la necesidad y del impacto potencial de la investigación propuesta. Es por esto que los resultados se deben comunicar con entusiasmo y confianza sin exagerar sus méritos. Por lo tanto, también se deben mencionar las limitaciones y las debilidades de la investigación propuesta, que pueden estar justificadas por el tiempo y el dinero.

2.2. Respondiendo Preguntas Relacionadas con la Generación de la Idea Inicial

Para finalizar este capítulo, comparto mis respuestas a preguntas con respecto a la generación de la idea inicial.

- *¿Quién define las ideas de investigación?* Una pregunta frecuente que me llega es si las ideas de los proyectos de investigación deben provenir de los alumnos o de los docentes. Esta pregunta tiene dos posibles respuestas. En primer lugar, considero que lo más conveniente y lógico es que los docentes, con más experiencia en su área del conocimiento, sean quienes definan los proyectos de investigación. Ellos le comunicarán a los alumnos estos proyectos con el fin de captar su interés y armar equipos de trabajo. No obstante, los alumnos tienen ideas brillantes que si

entran dentro del contexto de alguna línea de investigación y están dentro de los conocimientos de algún docente en esta línea, pueden ser consideradas para definir un nuevo proyecto de investigación.

- *¿A qué nivel de excelencia en investigación podemos llegar en las universidades adventistas en Latinoamérica?* No hay límite en los logros a alcanzar. He visto el alto nivel de las investigaciones y los resultados presentados por docentes adventistas en diferentes países. El objetivo ahora consiste en que la investigación sea un asunto de todos los docentes, no solamente de un equipo élite de investigación.
- *¿Se pueden generar investigaciones a pesar de las limitaciones financieras en nuestras universidades?* Creo que las limitaciones nos sirven para ser más creativos en la búsqueda de soluciones de bajo costo y alto impacto. Esto lo he evidenciado en múltiples proyectos de investigación de origen humilde pero que han desembocado en resultados más allá de lo esperado. La gran ventaja que tenemos en nuestras instituciones adventistas es que contamos con la dirección divina en nuestros emprendimientos, aún en medio de estrecheces y obstáculos. «Nuestro Padre celestial tiene, para proveernos de lo que necesitamos, mil maneras de las cuales no sabemos nada. Los que aceptan el principio de dar al servicio y la honra de Dios el lugar supremo, verán desvanecerse las perplejidades y percibirán una clara senda delante de sus pies» [4]. En caso de necesitar recursos financieros, la Sección 3.6 presenta ideas que se pueden seguir para obtenerlos.
- *¿Puedo tomar un proyecto desarrollado por otros investigadores y volverlo a desarrollar?* Esta es una pregunta recurrente especialmente en el contexto de proyectos

de fin de carrera a nivel de licenciatura. Por ejemplo, investigadores en China construyeron un robot para resolver un problema específico y publicaron los resultados en alguna revista científica. Ahora, un investigador en una universidad adventista quiere realizar el mismo proyecto con sus alumnos. Esto no es investigación sino la *réplica* de otros investigadores. Un caso diferente es que con base en el estado del arte se proponga extender o mejorar los resultados previos. Esto sí es investigación.

- *¿La investigación es un asunto de pocos docentes?* Por un lado, en algunas ocasiones he escuchado a docentes que mencionan que en su rol no encuentran necesario investigar. Ven a la investigación como un asunto de pocos, de una «élite» que sabe cómo hacerlo. Por otro lado, hay docentes que gustan poco de la enseñanza en clase y que quisieran estar todo el tiempo investigando.

Ninguno de estos extremos es sano. Creo firmemente que todo docente en nuestras universidades adventistas debe ser a la vez un investigador. A su vez, todo aquel que ama la investigación debe llegar a ser un mentor que guíe a sus discípulos a realizar investigaciones con él. Parafraseando Eclesiastés 12:9, cuánto más sabio es un docente, tanto más enseña sabiduría a sus alumnos; y hace escuchar, y hace escudriñar, y realiza muchas investigaciones.

El ideal es que los docentes se convierten en docentes investigadores, tal como lo define el Compromiso Educativo de la Universidad de Montemorelos: «El docente investigador es un experto en su disciplina y mantiene un espíritu inquisitivo, intelectualmente inquieto para continuar aprendiendo y transfiriendo el conocimiento para la resolución de problemas. Ha-

ce aportes al conocimiento, ya sea para la generación del conocimiento básico de su disciplina o para la aplicación de este conocimiento de forma innovadora. Tiene un espíritu generoso para compartir lo que sabe. Trabaja de modo colaborativo e interdisciplinario de modo que potencia sus aportes con el diálogo erudito con colegas, utilizando las herramientas tecnológicas» [5].

*La verdadera ciencia y la inspiración
están en perfecta armonía. La falsa
ciencia es algo independiente de Dios. Es
ignorancia presuntuosa.*

Elena G. de White en Mensajes para los Jóvenes

Capítulo 3

Desarrollando la Investigación

Hace ya varios años empecé a dictar mis primeros cursos universitarios. En ese tiempo yo venía del contexto de la investigación y de la ingeniería de software, y era la primera vez que dictaba algún curso. Al aceptar el reto, hice lo mejor posible para dictar mis clases. No obstante, al mirar en retrospectiva, encuentro que mis clases eran mucho más teóricas que prácticas. Asimismo, creía que las clases y la investigación eran dos entes separados. Por lo tanto, pensaba que para hacer investigación sería necesario requerir muchas veces de tiempo adicional, que no tenía en ese tiempo, debido a las clases y demás ocupaciones.

Después de los años aprendí que es posible desarrollar investigaciones de calidad dentro del salón de clases. Las clases y la investigación no son dos cosas aisladas, sino parte del mismo proceso de enseñanza-aprendizaje. Tal como suele decir el Dr. Ismael Castillo, rector de la Universidad de Morelia, “el salón de clases es un escenario para la investigación”. En este escenario, el docente funge el rol de «entrenador». Él o ella dicta las reglas de juego y los alumnos juegan dentro de la cancha.

Dentro de las clases, las investigaciones a realizar pueden ser de dos tipos:

1. Al inicio del curso el profesor le señala un proyecto de investigador a desarrollar con los alumnos durante el semestre. El profesor comunica el objetivo final y la justificación del proyecto. Asimismo, el docente les indica las fechas en las cuáles los alumnos realizarán las entregas del proyecto. En un convenio entre docente y alumnos se puede decidir si los alumnos trabajarán en equipos o individualmente, así como la división de las tareas a realizar. En todo caso, es importante que sea el mismo alumno quien decida sobre cuál tarea trabajará de acuerdo a sus gustos y las habilidades que quiere desarrollar.
2. El alumno (o equipo de alumnos) propone una idea a desarrollar como proyecto de curso. Esta idea debe enmarcarse dentro de alguna de las líneas de investigación previamente definidas en la facultad. En este caso, el alumno puede ser quien tenga la flexibilidad de definir su calendario de trabajo y sus productos a entregar previo acuerdo con el docente.

He utilizado estos dos tipos de estrategias de investigación en el salón de clases. En ambos casos, en cada sesión reviso los avances de los alumnos en el proyecto. A continuación tomo tiempo para dictar un tema nuevo e inmediatamente, en el mismo salón de clases, los alumnos aplican el conocimiento nuevo en el proyecto. Si alguien tiene una pregunta, me acerco para guiarle. Gracias a que cada alumno está trabajando en lo que le gusta, el salón se convierte en un espacio de trabajo animado que sirve para compartir ideas.

Aún, el desarrollo del plan de clases se puede ajustar con el fin de incluir actividades tales como el estudio de alguna nueva herramienta o de artículos científicos que sirvan resolver ciertas situaciones que se encuentren en

el desarrollo del proyecto. Es por esto que a la estrategia de enseñanza la he denominado “enseñanza a la carta”: el estudiante hace lo que le gusta y el docente satisface las necesidades de conocimiento del alumno de acuerdo con estos gustos.

3.1. Proyectos: el Motor Hacia la Investigación en el Salón de Clases

En mi experiencia he descubierto que la estrategia de enseñanza basada en proyectos es ideal para el desarrollo de investigaciones dentro del aula de clases. De acuerdo con el Centro de Recursos para la Enseñanza y el Aprendizaje (CREA) de la Universidad de Morelos, el objetivo de esta estrategia consiste en diseñar o producir un objeto, o profundizar en un tema y comunicarlo de modo ordenado¹. El producto es un objeto o montaje, o monografía. Una de sus formas básicas está centrada “en el proceso de elaboración de un producto”. Otra forma utiliza la elaboración de una monografía como estrategia para que el estudiante profundice en una temática de una o varias asignaturas, a la vez que favorece el desarrollo de competencias lingüísticas, para aprender a aprender, digitales, de autonomía e iniciativa [6].

Desde que empecé a aplicar la estrategia basada en proyectos en mis cursos he notado que mis alumnos gustan más de las clases al aplicar lo aprendido en el proyecto desde el mismo inicio del semestre. Mediante la aplicación de esta estrategia, mis estudiantes han ido del *saber* al *saber hacer*. De hecho, varios resultados de los proyectos realizados en clase han sido publicados en las memorias de

¹<http://crea.um.edu.mx>

congresos científicos de alto impacto².

Por ejemplo, a continuación se describen los resultados que encontré al aplicar la estrategia de enseñanza basada en proyectos en dos cursos. Recomendando que el lector revise los materiales relacionados con esta estrategia en el sitio web del CREA³.

Reconociendo imágenes en un dron

En la materia titulada Reconocimiento de Imágenes de la Licenciatura de Ingeniería de Sistemas Computacionales de la Universidad de Morelos les propuse a mis alumnos desarrollar un proyecto para que un dron reconociera imágenes mediante una red neuronal profunda (ver la Figura 3.1).



Figura 3.1: Trabajando con mis alumnos en el salón de clases en el proyecto del dron (Créditos: Pulso).

²<http://harveyalferez.com/publications>

³<http://crea.um.edu.mx/recursos/estrategiasdeensenanza/proyectos/>

Los objetivos de aprendizaje al aplicar la estrategia de proyectos fueron los siguientes (a qué competencias apuntó):

- Entrenar una red neuronal profunda con figuras geométricas a ser reconocidas por un dron.
- Construir la arquitectura computacional para reconocer imágenes recibidas mediante una cámara montada en el dron.
- Enviar señal específica al navegador del dron al reconocer alguna figura geométrica.

En el desarrollo del proyecto, en primer lugar mis alumnos se informaron acerca de cómo poder resolver el problema mediante el estudio de los resultados de otros proyectos de investigación similares y videos de demostración. Luego se realizó la planificación del proyecto. En este paso organizamos en clase los productos a realizar en cada uno de los exámenes parciales y en el examen final. Luego, dividimos las operaciones a construir en equipos pequeños. Para la realización del proyecto se realizaron tareas en clase y en casa. Con este fin, una parte del tiempo de la clase se dedicó a la realización del proyecto y otra parte a explicar y describir nuevos conceptos necesarios para la implementación de las operaciones a construir. Una vez concluidas las tareas, los alumnos evaluaron su trabajo y se realizó una discusión final acerca de los resultados conseguidos (éxitos, errores y vivencias).

En cada examen parcial los estudiantes realizaron la entrega de los siguientes avances del proyecto:

- *Primer examen parcial:* En equipos mis estudiantes estudiaron un código fuente para lograr algún aspecto de visión por computador en el dron. Para comenzar, el código fuente se ejecutó en una computadora portátil. Por ejemplo, ellos pusieron hojas de diferentes

colores en frente de la cámara web de la computadora. La computadora tenía que reconocer que la imagen correspondía a una hoja de un color específico.

- *Segundo examen parcial:* En equipos ejecutaron el código fuente del primer examen parcial en una computadora de una sola tarjeta usando una cámara montada en el dron. Además, extendieron el código fuente con por lo menos dos filtros de reducción de ruido vistos en clase con el fin de mejorar la calidad de la imagen recibida por la cámara.
- *Tercer examen parcial:* En equipos utilizaron TensorFlow⁴, corriendo en la computadora de una sola tarjeta, para lograr que el dron reconociera objetos específicos captados desde la cámara web. El dron realizó alguna acción de acuerdo con la clasificación obtenida con un modelo de red neuronal convolucional previamente entrenado.
- *Examen final:* Todos los equipos unieron sus resultados para que el dron realizara el reconocimiento de diversos objetos y realizara operaciones de acuerdo con los objetos reconocidos.

Descubriendo la relación entre diabetes y caries

En la materia titulada Diseño de Software Inteligente de la Maestría en Ciencias Computacionales de la Universidad de Morelos le propuse a mis dos alumnos dedicar el tiempo completo de clase para realizar un proyecto que resolviera algún problema interesante en el área de odontología. Con esto en mente, todas las clases del semestre se realizaron en un aula de la Escuela de Odontología de

⁴<https://www.tensorflow.org/>

la universidad. Asimismo, trabajamos con dos profesores y dos alumnos de dicha escuela.

En las primeras clases discutimos diversos temas en los cuáles podríamos trabajar. Básicamente, encontramos que a pesar de los asombrosos adelantos relacionados con las comodidades y el bienestar de la vida, y aún con la higiene y el tratamiento de las enfermedades, resulta alarmante el aumento de los padecimientos que impactan a nivel epidemiológico. Por ejemplo, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, al año 2014, 422 millones de adultos sufren diabetes⁵. En México la diabetes es un problema de salud pública altamente relevante. De acuerdo con el Instituto Nacional de Salud Pública de México, desde el año 2000, la diabetes mellitus en México es la primera causa de muerte entre las mujeres y la segunda entre los hombres⁶. Asimismo, el 14 por ciento de los adultos en México tiene diabetes. Se estima que podrían ser 80,000 muertes por año⁷.

Trabajos previos habían demostrado que la diabetes estaba muy relacionada con la caries dental, ya que estas comparten factores de riesgo similares. Nuestra contribución en ese trabajo [7] consistió en corroborar la relación entre diabetes y caries dental, encontrada en la literatura, mediante la aplicación de técnicas de ciencia de datos en historias clínicas de una clínica universitaria ubicada en el noreste de México. Nuestro trabajo se conectó con la tendencia actual de diferentes instituciones relacionadas con la ciencia para establecer estrategias y servicios efectivos de promoción de la salud, los cuales pueden cristalizarse en una cultura de corresponsabilidad y auto-cuidado de la población en lo referente a la diabetes y su impacto en la

⁵<https://www.who.int/diabetes/global-report/es/>

⁶<https://www.insp.mx/avisos/3652-diabetes-en-mexico.html>

⁷<https://www.insp.mx/presencia-insp/3877-diabetes-causa-muerte-mexico.html>

salud oral.

3.2. Trabajando Uno a Uno

A lo largo de los años he descubierto que para que los alumnos logren avances significativos en sus investigaciones y para que los resultados de las investigaciones trasciendan a publicaciones de alto impacto, es necesario que el docente trabaje uno a uno a ellos. Es decir, ya sea en la oficina del docente o en el salón de clases, se requiere de sesiones individuales en persona. Esto lo he descubierto no solamente en alumnos de licenciatura sino también en alumnos de posgrado. La idea consiste en que el docente aplique una estrategia ágil iterativa e incremental de trabajo. Cada semana se puede realizar por lo menos una iteración en la que el docente se reúna con cada uno de sus alumnos aconsejados para:

1. *Revisar el avance del proyecto o de la publicación científica:* Si el alumno tuvo un bajo avance en las tareas previamente asignadas, el rol del docente consiste en animar al alumno a mejorar en los aspectos que atrasaron el trabajo. Asimismo, el docente debe mantener siempre claro el norte del proyecto para que el alumno no se desvíe de los objetivos propuestos. El tono de las conversaciones en las revisiones debe ser ameno y franco.
2. *Contestar preguntas:* Ya que un proyecto de investigación se realiza para obtener respuestas que posiblemente ni aún el docente conoce, tanto el docente como el alumno pueden tomar el tiempo de la reunión para buscar respuestas a estas soluciones.
3. *Corregir “en caliente” el artículo:* Para lograr este fin, en lo personal me ha funcionado sentarme con cada

uno de mis alumnos en frente de la computadora. Mientras vamos revisando juntos el proyecto o la publicación, vamos realizando correcciones. De esta forma el alumno aprende de los comentarios del docente y se agiliza mucho el proceso para las siguientes iteraciones.

4. *Asignar nuevas tareas para la siguiente iteración:* Este es un proceso incremental pues en cada iteración el trabajo va creciendo y tomando forma. Con el fin de organizar el trabajo, recomiendo que el docente y el alumno concuerden en un calendario de trabajo y lo dejen por escrito. En cada iteración se revisará el calendario y la solución a las tareas.

Con el fin de que el alumno vea a la investigación como algo emocionante, cada reunión del docente con el alumno se debe tomar como una oportunidad para animarle y facilitarle el camino. De hecho, he descubierto que cuando el alumno se apasiona con el proyecto los resultados pueden ser maravillosos. Por ejemplo, Myriam González, una de mis alumnas en el curso de Taller de Inglés Conversacional, llegó a apasionarse tanto en un proyecto que le propuse que, al finalizar este curso, publicamos los resultados en un artículo en una conferencia científica internacional [8]. Lo fascinante es que aunque este era un curso de apenas de segundo año de carrera y Myriam no había tomado ningún curso en inteligencia artificial, la motivación en el proyecto le sirvieron para lograr el reto.

Finalmente, vale la pena mencionar que ya que el proyecto de investigación se desarrolla mediante un esfuerzo conjunto de docentes y alumnos, los resultados se deben considerar como resultados del equipo, no solamente del docente o solamente del alumno. En este aspecto, en el Capítulo ?? se tratan los temas de derechos de autor y de publicaciones científicas.

3.3. Cuando las Cosas No Marchan Como Se Esperaba

No todo es color de rosa en el camino de la investigación. Aunque los alumnos empiezan muy motivados el camino de la investigación, hay momentos en los cuáles la idea inicial de investigación requiere un cambio de dirección o quizás el alumno siente que cierta parte del proyecto no resulta tal como él o ella pensaba. Presento algunos ejemplos que muestran alguna situación problemática y cómo se solucionó. En todos estos casos los problemas se convirtieron en oportunidades para re-dirigir alguna parte de la investigación y seguir adelante:

- *Ajustando la idea inicial:* Cristófer Marín, uno de los alumnos más brillantes que han pasado por mis cursos, tuvo el deseo de realizar un proyecto de investigación en el área de odontología. Este deseo surgió después de varias conversaciones que él tuvo con compañeros de cuarto en el dormitorio que estudiaban odontología. Después de varias iteraciones vimos interesante realizar la detección de diferentes tipos de caries mediante la aplicación de una red neuronal artificial en fotografías dentales. Aunque la idea sonó interesante en un inicio, nos topamos con el problema de que ciertos tipos de caries no pueden ser detectados en la superficie del diente mediante el análisis de fotografías en dos dimensiones. Esto significó que el equipo inicial que habíamos pensado para realizar la toma de las fotografías no era suficiente para resolver el problema; necesitábamos un equipo para la toma de fotografías en tercera dimensión. Este equipo estaba fuera de nuestro alcance financiero.

Al ver esta situación, nos dijimos: creemos que es posible utilizar el potencial de la inteligencia artificial

para automatizar el descubrimiento de problemas de salud en fotografías de dos dimensiones. Ahora, ¿en lugar de enfocarnos en odontología, en qué otra área de la salud nos podríamos enfocar? Después de pensarlo, decidimos realizar un proyecto de investigación para la detección de melanoma mediante redes neuronales artificiales. Este cambio de dirección nos dio un excelente resultado que se publicó en las memorias de una conferencia internacional [9].

- *Saltando un bache técnico:* Con otro de mis alumnos brillantes, Joe Sylnice, comenzamos a realizar un proyecto relacionado con la evolución dinámica de carros autónomos simulados en el mundo abierto.

El primer bache técnico con el cuál nos topamos fue que los marcos de trabajo para construir las simulaciones computacionales que pensamos inicialmente no ofrecían la documentación suficiente o estaba en el idioma chino. Con el fin de saltar este bache, le propuse extender un juego computacional de un carro en dos dimensiones. Aunque no utilizaríamos los marcos de trabajo iniciales, la investigación tenía que continuar. Lo importante era probar que nuestra aproximación servía.

El segundo bache consistió en que pensamos en probar nuestra solución en una pista virtual bastante larga y con muchas curvas. Aunque hicimos varios entrenamientos del vehículo autónomo con diferentes algoritmos de clasificación, el carro no lograba aprender a conducirse bien sin salirse de la pista virtual. La solución consistió en reducir la longitud de la pista. Al hacerlo, el carro llegó a tener excelentes resultados, y se mantuvo siempre dentro de la pista. Asimismo, pudimos demostrar que nuestra aproximación funcionaba bien en esta pista y publicamos los resultados

un artículo en una conferencia en Canadá [9].

- *Cuando los problemas van más allá del aspecto técnico:* Los problemas mencionados anteriormente son de índole técnico. Pero, ¿qué decir si los problemas tienen que ver con problemas personales o de otra índole? En mi experiencia, he visto cómo el desempeño de los alumnos disminuye sustancialmente cuando tienen problemas con su novio, novia o con sus padres. En estos casos, el aspecto clave para que el alumno no se desmorone y que la investigación no se afecte consiste en orar con él o ella. Al hacerlo, el docente se convierte en un líder espiritual que los exhorta a seguir a pesar de las circunstancias. Puedo testificar de cómo el Espíritu Santo realiza un trabajo extraordinario en los corazones de estos alumnos cuando intercedemos por ellos.

Finalmente, cuando surge alguna situación problemática en el desarrollo de algún proyecto, el docente puede percibir que el estudiante se preocupa o desfallece. A pesar de cualquier circunstancia y a lo largo de toda la investigación, la tarea del docente consiste en lograr que se mantenga el brillo en sus ojos. Si este brillo se pierde por alguna razón, el docente debe buscar la forma de que éste reaparezca. Este brillo en los ojos es una forma en la que el alumno exprese: “¡lo estoy logrando! ¡illegaré a la meta!”.

3.4. Creación de Grupos de Investigación

Al entrar a realizar mis estudios de licenciatura en la Universidad EAFIT en Colombia desconocía el rol de los grupos de investigación. Creía que mi rol como estudiante

universitario consistía en asistir a clases, realizar mis tareas y contestar exámenes.

Cierto día, la Dra. Raquel Anaya, adventista y directora del grupo de investigación en ingeniería de software nos invitó a mi hermano Mauricio y a mí, ambos estudiantes de ingeniería, a unirnos a este grupo. Nosotros aceptamos gustosos. ¡Sin lugar a dudas, creo que esta ha sido una de las mejores experiencias que he tenido en mi vida! Allí aprendimos lo que era estudiar y discutir artículos científicos, a escribir artículos científicos y a crear herramientas que sirvieran para probar nuevas aproximaciones en ingeniería. El amor que mi hermano y yo le tomamos a la investigación en ese grupo de investigación me motivó a seguir una carrera como investigador en diferentes universidades.

De acuerdo con el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias)⁸ de Colombia, un grupo de investigación científica o tecnológica se define como el conjunto de personas que se reúnen para realizar investigación en una línea de investigación, formulan uno o varios problemas de su interés, trazan un plan estratégico de largo o mediano plazo para trabajar en él y producir resultados de conocimiento sobre el tema en cuestión. Un grupo existe siempre y cuando demuestre producción de resultados tangibles y verificables, fruto de proyectos y otras actividades de investigación convenientemente expresadas en proyectos debidamente formalizados.

Lo ideal es que el grupo de investigación cuente con un espacio en el cuál docentes y estudiantes trabajen en forma conjunta. Sin embargo, aún sin un espacio fijo, el docente puede llamar a los estudiantes a asistir a reuniones periódicas para asignar y revisar tareas de investigación. La asistencia a un grupo de investigación no es obligatoria para los estudiantes. Asimismo, las reuniones del grupo de

⁸<https://legadoweb.colciencias.gov.co/faq/qu-es-un-grupo-de-investigaci-n>

investigación no están programadas como parte del horario de clases. Estas son reuniones adicionales en donde asisten quienes estén interesados.

Para ilustrar este punto, en la Universidad de Montemorelos tuve el privilegio de fundar el grupo de investigación llamado “*Global Software Lab*”. En este grupo de la Facultad de Ingeniería y Tecnología: 1) se realizan investigaciones científicas de alta calidad en el área de ingeniería de software y 2) se lideran proyectos de desarrollo de software que resuelven problemas actuales en la industria, la academia y la Iglesia Adventista del Séptimo Día. Las investigaciones y el desarrollo de software son liderados por los profesores de la Academia de Tecnologías de la Información de la facultad y apoyados por los estudiantes involucrados en esta academia. Este grupo de investigación está justificado en el excelente momento de la industria de software en el mundo, América Latina, México, y en la gran necesidad en esta área en la Iglesia Adventista del Séptimo Día.

Los objetivos del *Global Software Lab*⁹ son los siguientes:

- Buscar problemas en la industria, la academia y en la Iglesia Adventista del Séptimo Día que puedan ser solucionados mediante la ingeniería de software.
- Crear software de calidad que resuelva problemas actuales en la industria, la academia y la Iglesia Adventista del Séptimo Día mediante la aplicación de las mejores prácticas de la ingeniería de software.
- Encontrar nuevas aproximaciones científicas de ingeniería de software y divulgar los resultados científicos en conferencias nacionales e internacionales, y en revistas de alto impacto.
- Generar recursos económicos mediante investigaciones y proyectos de desarrollo con el fin de becar a

⁹<https://www.facebook.com/globalsoftwarelab/>

alumnos de la facultad, llevar a cabo planes de proyección para mejorar la infraestructura física de la facultad, y promocionar las carreras de esta facultad.

Durante cada semestre el *Global Software Lab* ha contado con diversos alumnos. Algunos de estos alumnos han sido becados para trabajar en proyectos de investigación realizados en la facultad. Otros alumnos trabajan sin pago alguno en sus proyectos de titulación o simplemente por el deseo de aprender más. Los alumnos trabajan en el espacio asignado para el *Global Software Lab* cinco días a la semana durante la mañana, pues en la tarde tienen clases y en la noche muchos trabajan o tienen otro tipo de actividades. Como resultado del trabajo en el *Global Software Lab* han surgido múltiples publicaciones en conferencias y revistas científicas de alto impacto¹⁰.

3.5. Trabajando en Equipo

Dos o más cabezas piensan mejor que una. Esto es particularmente cierto en el contexto de la investigación. Raramente uno se encuentra con investigadores trabajando de forma individual, metidos en laboratorios oscuros y separados del mundo al rededor. La realidad es que para hacer investigación se requiere de trabajo en equipo. Tal como dijera Salomón, «en la multitud de consejeros hay seguridad» (Proverbios 11:14) y «¡ay del solo! que cuando cayere, no habrá segundo que lo levante» (Eclesiastés 4:10). El trabajo en equipo se puede realizar con investigadores en la misma área del conocimiento o mediante equipos multidisciplinarios.

La gran ventaja de los equipos multidisciplinarios es que expertos en distintas ramas del conocimiento se reúnen para generar ideas novedosas quizás inimaginables si se

¹⁰<http://harveyalferez.com/publications.html>

hubiera trabajado de forma individual. Este tipo de colaboraciones tiende a surgir de reuniones informales o de conversaciones en eventos científicos en las que puntos en común florecen. Los equipos multidisciplinarios pueden surgir en la universidad en donde se labora. Para conseguirlo, una de las grandes ventajas es que en las universidades adventistas hay una gran cantidad de expertos en diversas áreas del conocimiento que se pueden reunir para trabajar en grupo.

Por ejemplo, en cierta ocasión el Dr. Benjamin Clausen, investigador del Instituto de Geociencias y catedrático en la Universidad de Loma Linda, tuvo una serie de presentaciones en un evento de Creacionismo en la Universidad de Montemorelos. Uno de los temas que me cautivó fue el de la importancia de la geoquímica en el estudio de los orígenes. Me puse en contacto con él y le comenté acerca de mis líneas de investigación en ciencia de datos y en inteligencia artificial. Después de un tiempo, encontramos la posibilidad de aplicar aprendizaje automático, una sub-área de la inteligencia artificial, para interpretar patrones geoquímicos en datos de rocas graníticas en el sur de California. Trabajamos con dos de nuestros alumnos y publicamos los resultados [10]. Muy probablemente nunca hubiésemos llegado a obtener estos resultados trabajando de forma separada. Éste también ha sido el caso en otros trabajos en donde realizamos trabajos conjuntos con médicos y odontólogos [7, 9, 11].

Asimismo, hay que perderle el miedo a trabajar con investigadores en otras universidades, ya sea en el mismo país o en el extranjero. Invito al lector a leer concienzudamente artículos científicos y a conocer a expertos en áreas afines de conocimiento. Al hacerlo, se puede tocar puertas con estos expertos y buscar colaboraciones que pueden llevar a proyectos conjuntos.

Por otra parte, en proyectos conjuntos debe haber un lí-

der que realice la planeación y el seguimiento del proyecto. Este aspecto es clave para que cada quién sepa su rol. Por ejemplo, hace algunos años dirigí un proyecto internacional en el contexto de la adaptación dinámica de sistemas [12]. Tomé la batuta de este proyecto al ser quién inició la conversación con los otros investigadores y debido a que ellos ofrecerían una solución particular a una investigación que yo ya había iniciado. Aunque en este caso mi rol surgió espontáneamente (es decir, sin una elección), en otros proyectos de acuerdo a la rigurosidad del caso, se pueden dar formalmente. En todo caso, las estrategias de comunicación y de motivación son cruciales en el rol de líder del proyecto para que los miembros conozcan el progreso de las tareas y trabajen con pasión hacia los resultados esperados.

Hoy en día existen muchas herramientas que pueden ser utilizadas por equipos de investigadores, la mayoría con versiones gratuitas. Por ejemplo, Zoom¹¹ es muy útil para la realización de video llamadas con múltiples personas. Slack¹², Trello¹³ y Monday.com¹⁴ pueden ser utilizadas para el seguimiento de las tareas del proyecto. Asimismo, Google Docs¹⁵ incluye un procesador de palabras como parte de un grupo de herramientas de trabajo de oficina basadas en la web. Mediante Google Docs, los investigadores pueden trabajar en paralelo en un mismo documento, lo cuál es bastante útil al momento de escribir artículos científicos. También sugiero la utilización de GitHub¹⁶ con el fin de compartir archivos electrónicos con el equipo y administrar las versiones de estos archivos (documentos, códigos fuente, etc.). Además, es deseable contar con servicios que sirvan para almacenar los archivos electrónicos del proyecto en la

¹¹<https://zoom.us>

¹²<https://slack.com/>

¹³<https://trello.com>

¹⁴<https://monday.com/>

¹⁵<https://docs.google.com>

¹⁶<https://github.com>

nube para evitar el riesgo de su posible pérdida. Un ejemplo de estos servicios es Google Drive¹⁷.

Por otra parte los equipos de investigadores pueden adaptar marcos de trabajo tales como Scrum¹⁸ para agilizar su trabajo. Con Scrum, por ejemplo, el rol de *ScrumMaster* o facilitador se encarga de eliminar los obstáculos que pueden impedir que el equipo alcance los objetivos propuestos en cada iteración de trabajo, o *sprint* de 2 a 4 semanas. Asimismo, de interés especial en el equipo de investigadores está el Scrum diario (*daily standup*). El objetivo del Scrum diario es que los miembros del equipo se mantengan actualizados acerca del trabajo de todos, qué problemas han encontrado (o prevén encontrar), y qué planean hacer [13]. Estas reuniones tienen una duración fija de entre 5 y 15 minutos. Asimismo, se recomienda hacerla de pie para que sea breve y enfocada en su objetivo. En [14] se presenta un ejemplo de la forma en la cuál se ha usado Scrum en la Universidad de Montemorelos para agilizar proyectos de ingeniería de software.

3.6. Financiando los Proyectos de Investigación

Como investigadores adventistas debemos buscar que nuestros proyectos de investigación sean sustentables con el fin de evitar depender de recursos financieros centrales en rubros tales como becas a estudiantes, equipos de laboratorio, equipos de cómputo, gastos de viaje a conferencias, etc. Estos recursos pueden provenir de entidades externas, tales como:

- *Organismos gubernamentales*: Los gobiernos cuentan con consejos de ciencia y tecnología, por ejemplo

¹⁷<https://www.google.com/drive/>

¹⁸<https://www.scrum.org>

el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)¹⁹ en México, el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS)²⁰ en Colombia, y el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC)²¹ en Perú. Estos consejos lanzan convocatorias periódicas para el envío de propuestas de investigación. En muchas ocasiones, los fondos en dichas convocatorias son altos.

- *La industria y la iglesia:* Tanto la industria como la iglesia tienen necesidades apremiantes que como investigadores adventistas podemos resolver. En algunas ocasiones las solicitudes de proyectos llegarán a nuestras manos. Este es el caso cuando las líneas de investigación se han solidificado y la industria y la iglesia conocen los resultados de los proyectos realizados. En otras ocasiones tendremos que salir a ofrecer nuestros servicios. Para hacerlo, vale la pena contar con un sitio web que sirva como portafolio que describa los servicios ofrecidos y proyectos exitosos.

A la vez que los proyectos de investigación se pagan por sí solos, estos proyectos deben servir para generar ingresos adicionales para llevar a cabo desarrollos en nuestras universidades adventistas. Por ejemplo, para la construcción de aulas y laboratorios que sirvan para generar aún más proyectos.

Para finalizar esta sección, a continuación se muestran los criterios de revisión de propuestas de proyectos de investigación enviadas al Instituto Nacional de Salud de Estados Unidos. Estos criterios son de interés para asegurarse que la convocatoria a la cuál se aplica tenga éxito. Otras agencias

¹⁹<https://www.conacyt.gob.mx>

²⁰<https://www.colciencias.gov.co>

²¹<https://portal.concytec.gob.pe>

de financiamiento tienen criterios similares²²:

- *Impacto global*: Los revisores proporcionan una puntuación del impacto/prioridad general de que el proyecto ejerza una influencia sostenible e importante en los campos de investigación involucrados.
- *Significado*: ¿El proyecto aborda un problema importante o una barrera crítica para el progreso en el campo? Si se logran los objetivos del proyecto, ¿cómo se mejorarán los conocimientos científicos, la capacidad técnica y/o la práctica en el campo? ¿De qué manera el logro exitoso de los objetivos cambiará los conceptos, métodos, tecnologías, tratamientos, servicios o intervenciones preventivas? ¿El proyecto propuesto tiene potencial comercial para venderse como un producto, proceso o servicio?
- *Investigador(es)*: ¿Se cuenta con los colaboradores e investigadores adecuados para el proyecto? Si son investigadores en etapa temprana, ¿tienen la experiencia y la capacitación adecuadas? Si son investigadores con experiencia, ¿han demostrado un registro continuo de los logros en su(s) campo(s)? Si el proyecto es colaborativo, ¿los investigadores tienen experiencia complementaria e integrada? ¿El enfoque de liderazgo, gobierno y estructura organizativa son apropiados para el proyecto?
- *Innovación*: ¿La aplicación desafía y busca cambiar los paradigmas actuales de la investigación o la práctica utilizando conceptos teóricos, enfoques o metodologías novedosos, instrumentación o intervenciones? ¿Los conceptos, enfoques o metodologías, instrumentación o intervenciones son novedosos en un campo

²²https://grants.nih.gov/grants/peer/critiques/sbir-sttr.htm#sbir-sttr_01

de investigación o novedosos en un sentido amplio? ¿Se propone un refinamiento, una mejora o una nueva aplicación de conceptos teóricos, enfoques o metodologías, instrumentación o intervenciones?

- *Enfoque:* ¿La estrategia general, la metodología y los análisis están bien razonados y son apropiados para lograr los objetivos específicos del proyecto? ¿Se presentan los problemas potenciales, las estrategias alternativas y los puntos de referencia para alcanzar el éxito? Si el proyecto se encuentra en las primeras etapas de desarrollo, ¿se establecerá la estrategia de viabilidad y se administrará el riesgo?
- *Ambiente:* ¿El entorno científico en el que se realizará el trabajo contribuirá con el éxito del proyecto? ¿El apoyo institucional, el equipo y otros recursos físicos disponibles para los investigadores son adecuados para el proyecto propuesto?

3.7. Diferencias Entre un Proyecto de Fin de Carrera, Una Tesina de Maestría y Una Tesis de Doctorado

La diferencia entre un proyecto de fin de carrera, una tesina de maestría y una tesis de doctorado no depende de la longitud del documento. Estos tres tipos de trabajos académicos requieren contribuciones novedosas y significativas, pero tales requisitos en el caso de una tesis de doctorado son mucho más altos.

Una forma intuitiva y aproximada de distinguir entre estos tres tipos de documentos es que el trabajo en una tesis de doctorado debe tener el potencial de ser publicada

o ya haber sido publicada en varias revistas y conferencias en el campo. Por otra parte, una tesis de maestría tiene el potencial de publicarse en 1 o 2 revistas o conferencias de competencia media en el campo. En el caso de un proyecto de fin de carrera la tendencia consiste en no exigir la publicación de los resultados.

Ya que los requisitos de proyectos de fin de carrera pueden variar de universidad a universidad, a continuación se describen varias diferencias entre una tesina de maestría y una tesis de doctorado [2]:

- Una tesina de maestría puede aplicar los resultados de un trabajo anterior a un nuevo problema o aplicación. Una tesis de doctorado normalmente presenta una nueva teoría, métodos y aplicaciones.
- Una tesina de maestría puede hacer pequeñas mejoras incrementales del trabajo anterior. Una tesis de doctorado generalmente estudia un nuevo tema en el campo y hace contribuciones mucho más grandes.
- Una tesina de maestría puede consistir en un estudio crítico de trabajos existentes. Una tesis de doctorado presenta métodos nuevos que se comparan de forma convincente con el estado del arte, ya sea por la teoría o por experimentos.
- Una tesina de maestría puede informar los resultados negativos de una aproximación que aparentemente era prometedora. Asimismo, en el documento se puede describir por qué los resultados no funcionaron como se esperaba. Una tesis de doctorado debe contener resultados positivos además del análisis de los resultados negativos.
- Al graduar de maestría, es posible que un estudiante aún no haya aprendido a convertirse en un investigador independiente. De hecho, su trabajo de tiempo

completo no suele ser la investigación. Por otro lado, un doctorando debe ser un investigador independiente.

3.8. Respondiendo Preguntas Relacionadas con el Desarrollo de la Investigación

Para finalizar este capítulo, comparto mis respuestas a preguntas, algunas de ellas recurrentes, que me han hecho en diversos foros con respecto al desarrollo de investigaciones.

- *¿Cuántos alumnos deben trabajar en un proyecto de investigación?* Aunque es posible que cada proyecto de investigación sea desarrollado por un único alumno, lo ideal consiste en tener proyectos con una envergadura lo suficientemente grande para que varios alumnos trabajen en su desarrollo durante varios semestres. Al hacerlo, se pueden lograr más resultados a lo largo del tiempo que los que se alcanzarían con un solo alumno. Asimismo, se disminuye el sobreesfuerzo del docente al coordinar muchos proyectos al mismo tiempo.
- *¿Cómo puedo organizar proyectos de investigación con varios alumnos?* Con el fin de que los alumnos investiguen desde los primeros semestres de la carrera, ellos deben conocer las líneas y los proyectos de investigación y unirse a un docente que los guiará en el proyecto. El punto que puede sonar difícil es que el docente contará con alumnos de semestres iniciales que no saben nada o saben muy poco acerca del área de investigación y con alumnos de últimos semestres expertos en diversos temas y con productos

avanzados dentro del proyecto. Cómo lograr que ellos trabajen en sincronía es un arte y en este contexto comparto algunas ideas.

En primer lugar, los alumnos de los primeros semestres de carrera pueden empezar leyendo artículos científicos y experimentando herramientas dentro del dominio del proyecto de investigación. Esto les servirá para conocer lo que ya existe en el área. A continuación, ellos pueden trabajar en el estado del arte. A este nivel, los estudiantes pueden ver el estado del arte como una bolsa en la cuál están los resúmenes y discusiones realizadas acerca de los trabajos estudiados. Todos los alumnos, tanto en semestres iniciales como en semestres avanzados podrán acudir a esta bolsa para tomar el estado del arte que requieran para ser usado en sus documentos de proyectos de fin de carrera, tesinas, tesis o publicaciones. Por lo tanto, es importante mantener dicha bolsa dentro del dominio del proyecto de investigación para evitar incluir trabajos nada o poco relacionados con el dominio.

A medida que el alumno avanza en su carrera, tendrá más conocimiento y herramientas para el desarrollo de la investigación. Los alumnos en últimos semestres desarrollarán productos, trabajarán en patentes y publicarán los resultados en publicaciones científicas. Estos alumnos no terminarán el proyecto, sino partes del proyecto. Asimismo, propondrán trabajos futuros que los alumnos en semestres inferiores desarrollarán.

- *¿Cuál es la finalidad de un proyecto de investigación realizado en la academia?* Esta respuesta se puede contestar desde el micro y el macro nivel. Al micro nivel, cada alumno que trabaja en investigación aprende a ser investigador. Las competencias aprendidas en

esta área le servirán en el futuro para buscar problemas, filtrar los problemas más relevantes, y proponer soluciones a estos problemas ya sea en la academia, la iglesia o la industria. Al macro nivel, los proyectos de investigación deben servir para dos cosas: 1) nuestras universidades tienen grandes necesidades financieras. La investigación puede servir como polo de desarrollo para obtener recursos financieros tal como se mencionó en la Sección 3.6. Asimismo, las agencias acreditadoras cada vez son más exigentes en la evaluación de la producción científica de los docentes. Ellos deben demostrar con hechos que están investigando mediante patentes y publicaciones científicas.

- *¿Es conveniente desarrollar un proyecto por materia?* Aunque es posible hacerlo, no es lo más conveniente. La razón es que nosotros como docentes y nuestros alumnos tenemos un tiempo limitado para la realización de proyectos. Además, al realizar un proyecto por materia, entre profesores entramos a «competir» por el tiempo de nuestros alumnos. Asimismo, al no tener el tiempo suficiente para la realización de los proyectos, los alumnos realizarán contribuciones pequeñas. Por lo tanto, recomiendo buscar la realización de *proyectos integradores* por semestre. En este caso, todos los alumnos de un mismo semestre se enfocan en la realización de un proyecto que demuestre las competencias aprendidas en diferentes materias. De esta forma, el resultado es un proyecto más sólido.

La propuesta de un proyecto integrador puede incluir las siguientes secciones²³:

- Carrera, curso escolar y semestre

²³<http://crea.um.edu.mx/recursos/estrategiasdeensenanza/proyectos/>

- Proyecto
- Docentes involucrados en el proyecto
- Justificación: ¿Por qué? ¿Para qué? ¿Cómo se enseña lo que se tiene previsto?
- Descripción: ¿Qué se va a hacer?
- Propósitos del proyecto: Los propósitos se redactan iniciando con verbos en infinitivo y desde el punto de vista de la plataforma que ofrece el proyecto. Es decir, lo que se espera que el proyecto brinde tanto al estudiante como a otros sectores involucrados (si corresponde)
- Actividades y cronograma
- Materias involucradas y productos de aprendizaje: Los productos de aprendizaje se seleccionan del programa de materia. Su redacción inicia con verbos en infinitivo que indican acciones a ser alcanzadas por el estudiante. Incluyen contenidos determinados
- Recursos: Materiales didácticos, informáticos o económicos necesarios para la realización del proyecto
- Evaluación: Criterios (¿qué se va a evaluar?) e instrumentos (¿cómo se va a evaluar – informe escrito u oral, rubrica, lista de cotejo, etc.)

Bibliografía

- [1] E. G. White, *Consejos para los Maestros*. Ellen G. White Estate, Inc., 1971.
- [2] C. X. Ling and Q. Yang, *Crafting Your Research Future*. No. 18 in Synthesis Lecturers on Engineering, Morgan & Claypool, 2012.
- [3] M. González, “Software para la aplicación de ciencia de datos en la Unión de Medio Oriente y Norte de africa: caso de estudio en Iraq,” Master’s thesis, Universidad de Montemorelos, 2018.
- [4] E. G. White, *El Deseado de Todas las Gentes*. Ellen G. White Estate, Inc., 1955.
- [5] U. de Montemorelos, “Compromiso educativo,” tech. rep., Universidad de Montemorelos, 2019.
- [6] A. Zabala and L. Arnau, *Métodos para la enseñanza de las competencias*. GRAÓ, 2014.
- [7] G. H. Alférez, J. Jiménez, H. Hernández-Navarro, M. González, R. Domínguez, A. Briones, and H. Hernández-Villalvazo, “Application of data science to discover the relationship between dental caries and diabetes in dental records,” in *International Conference on Health Informatics and Medical Systems (HIMS 2016)* (H. R. Arabnia and L. Deligiannidis, eds.), pp. 176–181, CSREA Press, 2016.

- [8] M. Torres and G. H. Alférez, “Software architecture evolution in the open world through genetic algorithms,” in *International Conference on Software Engineering Research and Practice (SERP 2014)* (H. R. Arabnia, L. Deligiannidis, and G. Jandieri, eds.), pp. 127–133, CSREA Press, 2014.
- [9] C. Marín, G. H. Alférez, J. Córdova, and V. González, “Detection of melanoma through image recognition and artificial neural networks,” in *World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering* (D. A. Jaffray, ed.), pp. 832–835, Springer International Publishing, 2015.
- [10] G. H. Alférez, J. Rodríguez, B. Clausen, and L. Pompe, “Interpreting the geochemistry of southern california granitic rocks using machine learning,” in *International Conference on Artificial Intelligence (ICAI 2015)* (H. R. Arabnia, D. d. Fuente, R. Dziegiel, E. B. Kozerenko, P. M. LaMonica, R. A. Liuzzi, J. A. Olivas, and T. Waskiewicz, eds.), pp. 592–598, CSREA Press, 2015.
- [11] M. Espinoza and G. H. Alférez, “Prediction of glaucoma through convolutional neural networks,” in *International Conference on Health Informatics and Medical Systems (HIMS 2018)* (H. R. Arabnia, L. Deligiannidis, F. G. Tinetti, and Q.-N. Tran, eds.), pp. 90–95, CSREA Press, 2018.
- [12] G. H. Alférez, V. Pelechano, R. Mazo, C. Salinesi, and D. Diaz, “Dynamic adaptation of service compositions with variability models,” *Journal of Systems and Software*, vol. 91, pp. 24 – 47, 2014.
- [13] K. Schwaber, *Agile Project Management with Scrum*. Microsoft Professional, 2004.

- [14] O. Soto and G. H. Alférez, “Aplicación de scrum a un proyecto de software - el caso de la universidad de montemorelos,” *Software Guru*, pp. 35–37, Aug. 2009.