



El modelo STEM

y el aprendizaje activo basado en proyectos: una experiencia exitosa con estudiantes preuniversitarios

Marlio Paredes
Oscar Picardo Joao
Brenda Carolina Torres

UFG

www.ufg.edu.sv

Editores

Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación



El modelo STEM

y el aprendizaje activo basado en proyectos: una experiencia exitosa con estudiantes preuniversitarios

Marlio Paredes
Oscar Picardo Joao
Brenda Carolina Torres

UFG

www.ufg.edu.sv

Editores

Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación



Misión

La formación de profesionales competentes, innovadores, emprendedores y éticos, mediante la aplicación de un proceso académico de calidad que les permita desarrollarse en un mundo globalizado.

Visión

Ser la mejor universidad salvadoreña, con proyección global, que se caracteriza por la calidad de sus graduados, de su investigación, de su responsabilidad social y de su tecnología.

Consejo Directivo

| | |
|---------------------|--|
| Presidenta: | MEd. Rosario Melgar de Varela |
| Vicepresidenta: | Dra. Leticia Andino de Rivera |
| Secretaria General: | MEd. Teresa de Jesús González de Mendoza |
| Primer Vocal: | Dr. e Ing. Mario Antonio Ruiz Ramírez |

Rector

Dr. e Ing. Mario Antonio Ruiz Ramírez

Vicerrectora

Dra. Leticia Andino de Rivera

Secretaria General

MEd. Teresa de Jesús González de Mendoza

Dirección y contacto

Universidad Francisco Gavidia: Calle El Progreso No. 2748, Edificio de Rectoría, San Salvador, El Salvador.

Tel. (503) 2249-2700

www.ufg.edu.sv

Misión

Diseñar, promover y acompañar iniciativas, políticas, programas y proyectos académicos empresariales para el desarrollo de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación que impacten en la productividad y competitividad de El Salvador.

Visión

Ser el instituto científico líder en El Salvador en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación.

Director

Oscar Picardo Joao, PhD.

UFG EDITORES

Coordinación

Jenny Lozano

Corrector de estilo

Carlos Alberto Saz

Diseñador

Gustavo A. Menjívar

Imágenes

Marlio Paredes

DIRECCIÓN Y CONTACTO

Universidad Francisco Gavidia: Calle El Progreso No. 2748, Edificio de Rectoría, San Salvador, El Salvador.

Tel.: (503) 2249-2700 y (503) 2249-2716

Correo electrónico: editores@ufg.edu.sv

www.ufg.edu.sv

Consejo de Redacción

Oscar Picardo Joao

Director del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI-UFG).

Correo electrónico: opicardoj@ufg.edu.sv

Rainer Christoph

Investigador Nanotecnología ICTI-UFG.

Correo electrónico: rainer@nanotecnia.net

Rolando Balmore Pacheco

Director de Egresados y Graduados UFG.

Correo electrónico: rpacheco@ufg.edu.sv

Dr. David López

Investigador asociado ICTI – UFG.

Correo electrónico: davidlopez@hotmail.com

Fernando Amestoy Rosso (Uruguay)

Director de Polo Tecnológico de Pando (Facultad de Química, UDELAR) Presente en Parque Científico – Tecnológico de Pando.

Correo electrónico: famestoy@gmail.com

DE ESTA EDICIÓN

Título: El modelo STEM y el aprendizaje activo basado en proyectos: una experiencia exitosa con estudiantes preuniversitarios.

Autor: Marlio Paredes Gutiérrez; Oscar Picardo Joao; Brenda Carolina Torres Velásquez

Colección: Educación

Primera edición

©Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI), 2018

ISBN 978-99923-47-71-3

El contenido y opiniones vertidas en la publicación son responsabilidad exclusiva del autor. Este documento puede ser utilizado atendiendo las condiciones de la Licencia Creative Commons: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Hecho el depósito que dicta la ley.

Edición de 300 ejemplares.

Impreso en Talleres Gráficos UCA
Septiembre de 2018, San Salvador, República de El Salvador, América Central.

Agradecimientos

Queremos agradecer a la Universidad Francisco Gavidia por la publicación de este libro. Un agradecimiento muy especial a la Fundación Nacional de Ciencia (*National Science Foundation*) que financió los proyectos *AGMUS Institute of Mathematics* y *Caribbean Computing Center for Excellence*. Finalmente, agradecemos al Dr. Juan Arratia por invitarnos a participar en los proyectos mencionados y asimismo agradecemos al Sistema Universitario Ana G. Mendez por apoyar los proyectos.

Índice de contenidos

| | |
|---|-----|
| Introducción..... | 13 |
| El modelo STEM..... | 18 |
| El Aprendizaje Activo Basado en Proyectos | 23 |
| La Academia Sabatina de Investigación | 27 |
| Metodología usada en la Academia Sabatina | 27 |
| Análisis estadístico de preferencia en las áreas de Investigación..... | 29 |
| Algunos proyectos interesantes desarrollados en la Academia Sabatina | 34 |
| Proyecto: Un modelo matemático para el brote súbito de insectos (<i>a mathematical model for sudden insect outbreak</i>) | 34 |
| Proyecto: Modelo matemático para predecir la temperatura de enfriamiento de un bizcocho (<i>Mathematical model to predict the cooling temperature of a cake</i>) | 37 |
| Proyecto: Aplicación de las leyes mendelianas y el cuadro de Punnet para estudiar la herencia de la epilepsia mioclónica juvenil autosómica dominante (<i>Application of Mendelian Laws and Punnett Square to Study Inheritance of Autosomal Dominant Juvenile Myoclonic Epilepsy</i>). | 40 |
| Proyecto: Análisis evolutivo de la enfermedad asociada a las mutaciones de la proteína notch homolog del homo sapiens, Notch3 (Síndrome de Cadasil) NM_000435 (<i>Evolutionary analysis of disease associated mutations in the homo sapiens notch homolog, Notch3 (Cadasil Syndrome) NM_000435</i>) | 42 |
| Proyecto: Autovalores y autovectores y su aplicación en la evolución hereditaria de la enfermedad de Batten (<i>Eigenvalues and Eigenvectors and their Application in the Inheritance Evolution of Batten Disease</i>) | 47 |
| Estudiantes destacados que participaron en el programa | 54 |
| PEDRO VALENTÍN DE JESÚS | 54 |
| JENNIFER PATRITTI CRAM | 55 |
| NATHALIE FUENTES..... | 59 |
| STEVEN DÍAZ HERNÁNDEZ..... | 64 |
| EDWIN J. ALVARADO RODRÍGUEZ..... | 66 |
| GUSTAVO A. MARTÍNEZ MUÑIZ | 69 |
| Conclusiones y recomendaciones | 71 |
| Apéndice 1: Títulos de los proyectos desarrollados por los estudiantes..... | 73 |
| Apéndice 2: Certificaciones obtenidas por uno de los participantes en la Academia Sabatina..... | 79 |
| Apéndice 3: Currículum participantes destacados Academia Sabatina..... | 83 |
| Referencias | 108 |

Introducción

En el mundo en que vivimos actualmente, cada día sentimos más cercanas la ciencia y la tecnología debido al avance de los medios de comunicación y principalmente debido a internet. El rápido avance de la ciencia y la tecnología nos muestra la necesidad de que los niños sean educados en una forma diferente a la tradicional, en la cual la tecnología, la biología, la química, la física y la matemática se enseñan separadamente como si fueran áreas independientes.

La enseñanza moderna debería hacerse de una forma tal, que se combinen todas estas áreas; esta idea nos lleva al concepto moderno de educación conocido como STEM (en inglés: *Science, Technology, Engineering and Mathematics*), acuñado por la Fundación Nacional de Ciencia (en inglés: *National Science Foundation – NSF*) en los años 90 (Sanders, 2009). Al respecto, según Lupiañez y Ruiz-Hidalgo, es más sencillo planificar actividades centradas en Ciencias y Matemáticas; sin embargo, la competencia STEM destaca una intención integradora: supone la creación de una nueva disciplina basada en la conjugación de otras, conformando así un puente interdisciplinario con identidad propia. STEM enfatiza una estrategia educativa interdisciplinaria, donde los conceptos académicamente rigurosos se acoplan a lo real; es decir, se ponen en práctica la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en contextos relacionados con la escuela, la sociedad, el deporte o el trabajo, entre otros (Lupiañez y Ruiz-Hidalgo, 2016; Tsupros *et al.*, 2009).

Cuando hablamos de Aprendizaje Activo Basado en Proyectos hacemos referencia al aprendizaje activo que usa como metodología el aprendizaje basado en proyectos. En general, el aprendizaje activo se define como “cualquier método instruccional que involucre a los estudiantes en el proceso de aprendizaje”. En pocas palabras, el aprendizaje activo requiere que los estudiantes desarrollen actividades de aprendizaje significativo y piensen acerca de lo que están haciendo. En la práctica, aprendizaje activo se refiere a actividades que son introducidas en la clase. Los elementos básicos del aprendizaje activo son la actividad del estudiante y su compromiso con el proceso de aprendizaje (Prince, 2004). Dentro de las diferentes modalidades de aprendizaje activo podemos enumerar las siguientes, que para algunos autores pueden incluir las otras y para otros tienen diferencias (Bruffee, 1995; Panitz, 1999).

Aprendizaje colaborativo: se refiere a cualquier método instruccional en el cual los estudiantes trabajan juntos en pequeños grupos persiguiendo un objetivo común. Como tal, el aprendizaje colaborativo podría pensarse en que incluye todos los métodos instruccionales basados en grupos. El elemento central del aprendizaje colaborativo es el énfasis en las interacciones de los estudiantes y no en el aprendizaje como una actividad solitaria (Prince, 2004).

Aprendizaje cooperativo: se puede definir como una forma estructurada de trabajo en grupo, donde los estudiantes persiguen un objetivo común mientras son evaluados individualmente

(Millis, 1997). Si bien existen diferentes modelos de aprendizaje cooperativo, el elemento central común es el enfoque en los incentivos cooperativos, más que en la competencia para promover el aprendizaje (Prince, 2004).

Aprendizaje basado en problemas: es un método instruccional donde los problemas relevantes son introducidos al inicio del ciclo de instrucción y usados para proveer el contexto y la motivación para el aprendizaje que sigue. Este, claramente, es un tipo de aprendizaje activo que no necesariamente es colaborativo o cooperativo, pues normalmente involucra significantes cantidades de autoaprendizaje por parte de los estudiantes (Prince, 2004).

Aprendizaje basado en proyectos: es un modelo de aprendizaje en el que los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá del aula de clase. El Aprendizaje Basado en Proyectos implica el formar equipos integrados por personas con perfiles diferentes, áreas disciplinares, profesiones, idiomas y culturas que trabajan juntos para realizar proyectos para solucionar problemas reales. Estas diferencias ofrecen grandes oportunidades para el aprendizaje y prepararan a los estudiantes para trabajar en un ambiente y en una economía diversos y globales (Galeana, 2006).

La experiencia educativa objeto de estudio en este libro se desarrolló dentro del marco de dos proyectos titulados Instituto de Matemáticas del SUAGM (En inglés: *AGMUS Institute of Mathematics – AGMUS-IM*) y el Centro de Computación del Caribe para la Excelencia (En inglés: *Caribbean Computing Center for Excellence - CCCE*), ambos financiados por la NSF. El SUAGM (Sistema Universitario Ana G. Méndez) es una entidad sin ánimo de lucro que sirve a aproximadamente 40,000 estudiantes con desventajas económicas en la isla de Puerto Rico, en tres instituciones universitarias: Universidad Metropolitana – UMET, Universidad del Este – UNE y Universidad del Turabo – UT. Tanto el AGMUS-IM como el CCCE hacen parte del Centro para el Desarrollo de la Investigación en los Estudiantes (En inglés: *Student Research Development Center – SRDC*). El SRDC nació como consecuencia de la finalización del proyecto Instituciones Modelo para la Excelencia (*Model Institutions for Excellence-MIE*) también financiado por la NSF entre los años 1995 y 2006, y la idea para su creación fue darle continuidad e institucionalizar el legado obtenido a través de MIE (MIE, 2006).

El principal objetivo de MIE era ayudar a las instituciones participantes a aumentar el número de estudiantes graduados en carreras de STEM y transferir un número significativo de ellos a posgrados, con el fin de aumentar el número de doctores en áreas STEM entre estudiantes pertenecientes a minorías en Estados Unidos (Rodríguez, Kirshstein y Hale, 2005). MIE fue muy exitoso ya que logró aumentar en 44% el número de grados conferidos en programas de STEM (NSF, 2007). A través de MIE se logró convertir las universidades del SUAGM en instituciones hispanas modelo en Estados Unidos, produciendo un canal efectivo desde la secundaria a los estudios de pregrado en la universidad y del pregrado al posgrado para cientos de estudiantes de minorías en Puerto Rico (Arratia, 2006).

El foco principal del SRDC en el SUAGM es el programa de mentoría para el desarrollo de los estudiantes. Una experiencia de investigación temprana es una herramienta efectiva para motivar estudiantes a abrir la puerta para el descubrimiento y la innovación, la cual servirá como base para sus futuras carreras. Para hacer posible este desarrollo el SRDC ofrece oportunidades a los estudiantes para hacer internados de investigación durante los veranos en laboratorios o centros de investigación especializados, apoyo para participar en eventos académicos nacionales e internacionales, participación en el Simposio de Investigación del SUAGM realizado cada año en el mes de septiembre, participación en el Simposio de Investigación Preuniversitaria del SUAGM realizado cada año en los meses de mayo y diciembre, el ciclo de conferencias de profesores visitantes *Fulbright Scholars*, el cual ofrece una conferencia especializada mensual durante cada semestre, entre otras actividades.

Todas estas actividades combinadas sirven como un puente para que los estudiantes consigan llegar a escuelas de posgrado, a nivel de maestría o doctorado. El SRDC ha impactado a miles de estudiantes preuniversitarios y universitarios con actividades de investigación. Cientos de estudiantes universitarios se han beneficiado con experiencias de investigación en instituciones de Puerto Rico, Estados Unidos, España, Alemania, Francia, Argentina, Brasil, entre otras. Asimismo, en los últimos años se han enviado muchos estudiantes de escuela superior a internados de investigación en Estados Unidos, en laboratorios y universidades tales como *Lawrence Livermore National Laboratory*, *MIT Haystack Observatory*, *National Center for Atmospheric Research*, *University of Vermont*, *Lawrence Berkeley National Laboratory*, entre otros (AGMUS – IM, 2012).

El AGMUS-IM buscaba promover el estudio de la matemática y principalmente la matemática aplicada. Por esta razón, a través del proyecto se creó un programa de pregrado en biomatemáticas con una beca completa (matrícula y sostenimiento) para los estudiantes que ingresaban al programa, los cuales debían mantener un promedio de 3.0 (en una escala de 0.0 a 4.0), además de comprometerse a continuar estudios de posgrado. El proyecto contemplaba dos componentes: uno para estudiantes de pregrado y el otro para estudiantes preuniversitarios, los cuales se complementaban a través de la mentoría a los estudiantes preuniversitarios por parte de los estudiantes universitarios.

El propósito del CCCE era fomentar la formación de estudiantes hispanos de Puerto Rico y afroamericanos de las Islas Vírgenes, de Estados Unidos, para aumentar la participación de estas minorías en carreras de pregrado y posgrado en computación o áreas afines. El proyecto era una alianza interuniversitaria integrada por Universidad Metropolitana; Universidad del Este, Universidad del Turabo, Universidad Politécnica de Puerto Rico, Universidad Interamericana Metro, San Germán, Barranquitas y Bayamón; Universidad de Puerto Rico Mayagüez, Humacao y Bayamón; la Universidad de las Islas Vírgenes en Saint Thomas; y el Observatorio Astronómico de Arecibo (Arratia *et al.*, 2011, p. 2).

Los objetivos propuestos por la alianza eran:

- Involucrar a estudiantes con desventajas económicas a través de las actividades de la alianza.
- Incrementar el número de estudiantes de último año de escuela superior que optan por carreras de computación o afines.
- Proveer entrenamiento profesional en computación a maestros de computación, matemáticas y ciencias de escuelas superiores públicas y privadas.
- Proveer experiencias de investigación en computación a estudiantes universitarios; y finalmente,
- Incrementar el número de estudiantes graduados en carreras afines a la computación y transferir el 40% de graduados a escuelas de posgrado (Arratia *et al.*, 2011, p. 2).

A través de los dos proyectos, AGMUS-IM y CCCE, se ofrecía el programa de investigación para estudiantes preuniversitarios, el cual se llamaba Academia Sabatina de Investigación (En inglés: *Saturday Research Academy*), que se implementaba cada semestre en las universidades participantes en los proyectos (AGMUS – IM, 2013). Este programa ofrecía a los estudiantes oportunidades de investigación en las áreas de Biomatemática, Bioestadística, Genómica, Computación, Robótica e Ingeniería, y la metodología usada en el programa era guiada por el aprendizaje activo basado en proyectos.

En este libro presentamos resultados de la Academia Sabatina de Investigación del Turabo (En inglés: *Turabo Saturday Research Academy*), la cual inició labores en la Escuela de Ciencias y Tecnología de la Universidad del Turabo en enero de 2009, con un grupo de 12 estudiantes de escuela superior, quienes desarrollaron 4 proyectos de investigación en el área de biomatemáticas bajo la orientación del Dr. Marlio Paredes (Paredes, 2013). La mayoría de los estudiantes con los cuales se inició la academia estudiaron carreras de STEM, tales como matemáticas, biología, física, ingeniería eléctrica, ingeniería de computadoras, y uno de ellos ingresó al programa de biomatemáticas creado a través el proyecto. Desde ese primer semestre el programa creció, llegando a contar con más de 70 estudiantes en algunos semestres. Un listado de los proyectos desarrollados por los estudiantes participantes en el programa durante los años 2009 a 2013 se puede encontrar en Paredes (2013).

Los participantes en la Academia Sabatina asistían a la universidad durante el semestre los sábados de 8:00 a. m. a 12:00 m., tiempo durante el cual ellos trabajaban en sus proyectos de investigación bajo la dirección de un mentor, el cual era estudiante de pregrado o posgrado con experiencia previa en investigación. Todos los mentores habían tenido previamente experiencias de investigación en laboratorios o universidades de Estados Unidos, Puerto Rico, España, Francia u otros países. Los resultados finales de los proyectos eran presentados por los estudiantes en el Simposio de Investigación

Preuniversitaria del SUAGM (*AGMUS Precollege Research Symposium*), que se realiza al final de cada semestre. Los proyectos son presentados en forma de póster o presentación oral, en ambos casos en idioma inglés, lo cual es otro elemento interesante, pues esto incentiva a los estudiantes a practicar y mejorar el idioma para así hacer una mejor presentación de sus proyectos.

El modelo STEM

Los sistemas educativos están en una fase de transición de un modelo de sociedad industrial hacia un modelo de la sociedad del conocimiento, lo que implica la introducción de nuevos paradigmas educativos para preparar la fuerza laboral del futuro. El contexto histórico global desde las reformas educativas ocasionadas por el satélite Sputnik en 1957 desplegaron una carrera en búsqueda de nuevos modelos o paradigmas que aceleraran el cambio en las escuelas y universidades, y cerraran las brechas en Matemáticas, Ciencias e informática.

El modelo didáctico STEM proviene del acrónimo de los términos en inglés *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). El término surgió en los años 90 y fue introducido por la *National Science Foundation* (NSF) (Sanders, 2009). El término STEM propone de manera simple la agrupación de las 4 grandes áreas de conocimiento, en las que trabajan científicos e ingenieros; aunque el concepto "Educación STEM" se ha desarrollado como un enfoque didáctico de enseñanza, con dos características:

- Desarrollo de enseñanza-aprendizaje de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas de manera integrada, en lugar de como áreas de conocimiento compartimentadas (de modo integrado o multidisciplinar).
- Ejecución de proyectos con un enfoque de Ingeniería en cuanto al desarrollo de conocimientos teóricos para su posterior aplicación práctica, enfocados siempre a la resolución de problemas tecnológicos (Satchwell & Loepp, 2002).

Desde otro punto de vista más pedagógico, STEM es la integración intencional de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas y sus prácticas asociadas, para crear un ambiente de aprendizaje centrado en el estudiante, en el cual los estudiantes investigan y diseñan soluciones a los problemas y construyen explicaciones basadas en evidencia de fenómenos del mundo real con un enfoque en las necesidades sociales, emocionales, físicas y académicas del estudiante a través de contribuciones compartidas de escuelas, familias y socios comunitarios (FLDOE, 2017); esto supone:

- Una visión más interdisciplinaria de lo formal, lo físico, la vida, dimensión social, y ciencia aplicada.
- Currículo impulsado por la resolución de problemas, descubrimiento, aprendizaje exploratorio, aprendizaje activo para encontrar soluciones.
- "Una metadisciplina" que transforma el tema al incorporar tecnología e ingeniería.
- Un enfoque orientado al diseño de soluciones de problemas.
- Habilidades analíticas para investigar un tema, desarrollar un proyecto y un cronograma, y sacar conclusiones de los resultados de la investigación.
- Habilidades científicas para descomponer un sistema científico complejo en partes más

- pequeñas, reconocer las relaciones de causa y efecto, y defender las opiniones utilizando hechos.
- Habilidades matemáticas para cálculos y mediciones.
 - Atención al detalle siguiendo las instrucciones técnicas, registrando datos con precisión, evaluación formativa y sumativa.
 - Habilidades técnicas, resolución de problemas, reparación y utilización de software y equipos modernos.
 - Habilidades de comunicación y cooperación para escuchar las necesidades de los clientes o interactuar con los socios del proyecto.
 - Habilidades de trabajo en equipo para la finalización exitosa del proyecto.
 - Creatividad para resolver problemas y desarrollar nuevas ideas.
 - Habilidades de liderazgo para dirigir proyectos o ayudar a los clientes.
 - Habilidades de organización para realizar un seguimiento de mucha información diferente.
 - Habilidades de gestión del tiempo para funcionar de manera eficiente.

STEM a la vez responde a los requerimientos de las “Habilidades del Siglo XXI”:



Fuente: *Florida Department of Education (FLDOE, 2017). Science Reports Florida Standards Assessments STEM*

La esencia del modelo de Ingeniería es el diseño y la construcción de proyectos, objetos y sistemas que resuelvan un problema real. La evolución educativa que supone la Educación STEM en el siglo XXI consiste en que la Ingeniería y sus métodos se abren paso también en el currículo de la Educación Primaria y Secundaria, de igual modo que la ciencia y el método científico se han incorporado al currículo contemporáneo.

La relación entre las Matemáticas, Ciencia y Tecnología es inherente a estas disciplinas en este contexto, y de lo que se trata es de provocar de manera intencionada procesos de investigación científica para el aprendizaje conjunto de nuevos conceptos de Matemáticas, Ciencias y Tecnología dentro de un proceso práctico de diseño y resolución de problemas, tal y como se hace en Ingeniería en el mundo real. La investigación actual de la aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos y Educación STEM demuestra que la realización de Proyectos puede aumentar el interés de los alumnos en Ciencias, Tecnología, Ingeniería, y Matemáticas (STEM), ya que involucran a los estudiantes en la solución de problemas auténticos, trabajan en equipo y construyen soluciones reales y tangibles.

En la Educación STEM los estudiantes trabajan en equipo con protocolos de proyectos y aprenden a resolver problemas reales sobre los que deben tomar decisiones y reflexionar; aumentan su capacidad para resolver problemas de forma creativa, así como el pensamiento crítico individual y su autoestima e impulsan sus capacidades comunicativas. La experimentación en primera persona les permite mejorar la retención de los conceptos aprendidos a largo plazo. Además, el uso de tecnologías emergentes minimiza la sensación “intimidatoria” que estos producen. A través de la explicación de hipótesis e ideas, hacen conexiones entre los objetivos de la resolución de problemas y los procesos realizados.

En el factor Arte... STEAM, algunos teóricos han decidido incorporar al acrónimo la “A” de arte o diseño, como un factor crucial de creatividad, elemento esencial para buscar una solución creativa a los problemas y desarrollar un modelo no tan centrado en lo cuantitativo o positivista; en efecto, el diseño o la mirada artística proporciona una mirada complementaria al mundo científico (STEAM, 2016).

Países más desarrollados han logrado un crecimiento importante a través del arduo trabajo de sus científicos, ingenieros e innovadores. En un mundo cada vez más complejo, donde el éxito se basa no solo en lo que sabes, sino en lo que puedes hacer con lo que sabes, es más importante que nunca que los niños y jóvenes estén equipados con el conocimiento y las habilidades para resolver problemas difíciles, reunir y evaluar evidencia y dar sentido a la información. Estos son los tipos de habilidades que los estudiantes aprenden mediante el estudio de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, utilizando el modelo STEM; en efecto: “La ciencia es más que un tema escolar, o la tabla periódica, o las propiedades de las ondas. Es un acercamiento al mundo, una forma crítica de comprender, explorar y relacionarse con el mundo, y luego tener la capacidad de cambiar ese mundo...” (Obama, 2015).

El Comité sobre Educación STEM (CoSTEM), creado en Estados Unidos, fue compuesto por 13 agencias -incluidas todas las agencias de ciencia de misiones y el Departamento de Educación-, las cuales buscaban facilitar una estrategia nacional cohesiva, con fondos nuevos y reutilizados, para aumentar el impacto de las inversiones federales en cinco áreas: 1) mejorar la instrucción STEM desde preescolar hasta el 12.º grado; 2) incrementar y mantener el compromiso público y juvenil con STEM; 3) mejorar la experiencia de STEM para estudiantes de pregrado; 4) mejores grupos de

servidores históricamente subrepresentados en los campos de STEM; y 5) diseño de educación de posgrado para la fuerza de trabajo de STEM del mañana (CoSTEM, 2011).

Una forma simple para iniciar el pensamiento STEM en propuestas curriculares, planes didácticos o modelos educativos puede suponer estos aspectos:

1. Identificar problemas reales y posibles de solucionar (Open Mind) acordes al nivel –banco de problemas-.
2. Aprendizaje Basado en Proyectos o Problemas (ABP).
3. Discutir, jerarquizar, buscar causas y efectos (Árbol de problemas).
4. Asombro + Problematizar + Solucionar + Comunicar (método de trabajo).
5. Buscar Datos + Generar Información + y aportar Conocimiento.
6. Mirada holística e interdisciplinaria (todos aportan con una mirada “cubista”).
7. Crear equipos multifuncionales desde las inteligencias diversas.
8. Proponer Marcos Hipotéticos.
9. Presentar “ideas” de: problemas, causas y soluciones.
10. Prototipos de soluciones.

STEM responde también al concepto de Industria 4.0 (Cuarta revolución industrial, Industria inteligente o Ciberindustria del futuro); esto significa o supone una nueva manera de organizar los medios de producción que impactan en los sistemas educativos. El objetivo que pretende alcanzarse es la puesta en marcha de un gran número de «fábricas inteligentes» («*smart factories*») capaces de una mayor adaptabilidad a las necesidades y a los procesos de producción, así como a una asignación más eficiente de los recursos, abriendo así la vía a una nueva revolución industrial o Cuarta revolución industrial. Para lograr esto es importante alinear los sistemas docentes, escolares y universitarios, haciendo que la educación sea más pertinente y significativa.

Dice Mata Hernández (2014) que la base educacional de STEM intenta quitar las barreras que separan estas cuatro disciplinas mencionadas e integrarlas con experiencias de aprendizaje rigurosas y significativas para los estudiantes.

El mismo expresidente de Estados Unidos, Barack Obama, se expresó acerca de la educación STEM: “El liderazgo del futuro depende de cómo eduquemos a nuestros alumnos hoy especialmente en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas. Vamos a recompensar a las escuelas que desarrollen nuevas colaboraciones con universidades y empleadores, y creen clases que se centren en la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, las habilidades que los empleadores de hoy están buscando para llenar puestos de trabajo ahora y en el futuro” (Obama, 2013).

Los educadores dividen STEM en siete estándares de práctica (o conjunto de habilidades) para la educación de estudiantes de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, 2017), así:

- Aprender y aplicar contenido.
- Integrar contenido (combinar temas, proyectos y una comprensión profunda).
- Interpretar y comunicar información.
- Participación en la investigación (enseñar a los estudiantes a convertirse en solucionadores de problemas).
- Participar en el razonamiento lógico.
- Colaborar como un equipo.
- Aplicar la tecnología apropiadamente.

La ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM) son una metadisciplina, la “creación de una disciplina basada en la integración de otros conocimientos disciplinarios en un nuevo ‘todo’” Este puente interdisciplinario entre disciplinas separadas se trata ahora como una entidad: STEM. Ofrece una oportunidad para que los estudiantes comprendan el mundo en lugar de aprender fragmentos aislados de los fenómenos. Sin embargo, STEM es realmente más que interdisciplinario. En realidad es transdisciplinario porque ofrece un “todo multifacético”, con mayores complejidades y nuevas esferas de entendimiento que aseguran la integración de disciplinas (Morrison, 2006).

Dice también Morrison (2006) que estos son los atributos del estudiante educado con la competencia STEM:

- Solucionadores de problemas: capaces de enmarcar los problemas como rompecabezas y luego poder aplicar comprensión y aprendizaje a estas situaciones nuevas (argumento y evidencia).
- Innovadores: “el poder de hacer investigación independiente y original” (Gilman, 1898) usando el proceso de diseño.
- Inventores: reconocen las necesidades del mundo y diseñan e implementan soluciones creativamente.
- Autónomo: capaces de establecer sus propias agendas, desarrollar y ganar confianza en sí mismos y trabajar dentro de los plazos de tiempo especificados.
- Pensadores lógicos: utilizan la lógica ofrecida por el cálculo y que se encuentra en el 60% de

todas las profesiones en todo el mundo; capaces de usar los diferentes tipos de conexiones para la comprensión de los fenómenos naturales.

- Tecnológicamente letrados: comprenden la naturaleza de la tecnología, dominan las habilidades necesarias y las aplican apropiadamente.

Un joven educado con las competencias STEM continuará su educación en consonancia con esta visión del mundo. Ellos se sentirán invitados a seguir entendiendo el proceso y a aplicar su comprensión a situaciones nuevas. El conocimiento, los hechos y el vocabulario apoyarán su impulso para entender y dar sentido a las cosas. Asimismo, serán capaces de relacionar su propia cultura e historia a su educación (Morrison, 2006).

El Aprendizaje Activo Basado en Proyectos

La metodología usada en el programa de investigación para estudiantes preuniversitarios, la Academia Sabatina de Investigación, se enmarca en la propuesta educativa del Aprendizaje Basado en Proyectos (En inglés: *Project Based Learning*) (PBL, 2013), un método centrado en el estudiante como protagonista de su propio aprendizaje. El método consiste en la realización de un proyecto, el cual ha sido previamente estudiado por el mentor para asegurarse de que el estudiante podrá desarrollarlo con los conocimientos que posee o que podrá adquirir los conocimientos requeridos para culminar exitosamente el proyecto. Lo cual nos lleva, como mencionamos en la Introducción, al Aprendizaje Activo y la conjunción de estas dos metodologías a lo que hemos llamado “Aprendizaje Activo Basado en Proyectos”.

El aprendizaje activo es aquel aprendizaje basado en el alumno, es decir, es un aprendizaje que sólo puede adquirirse a través de la implicación, motivación, atención y trabajo constante del alumno: el estudiante no constituye un agente pasivo, puesto que no se limita a escuchar en clase, tomar notas y, muy ocasionalmente, plantear preguntas al profesor a lo largo de la clase, sino que participa y se implica en la tarea, necesariamente, para poder obtener los conocimientos o informaciones que se plantean como objetivos.

Esta metodología requiere, por parte del instructor, una nueva manera de conducir la clase y la asunción de un nuevo papel: en el aprendizaje activo el profesor no constituye el eje central (en tanto en cuanto ya no se limita a transmitir los conocimientos y “hacer” que los alumnos aprendan), puesto que es el alumno quien asume la responsabilidad de trabajar para obtener el conocimiento. No obstante, el papel del profesor en este proceso adquiere una gran relevancia que no debemos olvidar, puesto que es el docente quien guía a los alumnos en su proceso de búsqueda, quien orienta a cada alumno para el desarrollo del conocimiento, quien facilita y posibilita diferentes actividades con el propósito que los alumnos se impliquen y trabajen para obtener ciertos aprendizajes, y es, también, quien aclara aquellos conocimientos que suponen grandes dificultades a los alumnos o que éstos no podrían conseguir de otra forma” (PROFI, s.f., p. 3).

En la Introducción mencionamos diferentes modalidades de aprendizaje activo: aprendizaje colaborativo, aprendizaje cooperativo, aprendizaje basado en problemas y aprendizaje basado en proyectos. Cuando hablamos de aprendizaje siempre se presentan algunos problemas al tratar de medir qué funciona o no. Como cada método instruccional consiste de más de un elemento, también afecta a más de un resultado de aprendizaje. Por ejemplo, algunos estudios sobre el aprendizaje basado en problemas con estudiantes de Medicina sugieren que el desempeño clínico es ligeramente mejorado, mientras que el rendimiento en los exámenes estandarizados disminuye ligeramente (Prince, 2004).

Otro estudio dice que el aprendizaje cooperativo promueve la resolución de problemas individuales de mayor calidad que la competencia. Este resultado proviene de la conclusión de que los individuos en los grupos cooperativos producen mejores soluciones a los problemas, que las personas que trabajan en ambientes competitivos.

Si bien este hallazgo podría proporcionar un fuerte apoyo para el aprendizaje cooperativo, es importante entender lo que el estudio no demuestra específicamente. No necesariamente podemos inferir de estos resultados que los estudiantes en entornos cooperativos desarrollaron destrezas de resolución de problemas más fuertes, más permanentes y más transferibles (Qin *et al.*, 1995).

El aprendizaje colaborativo y cooperativo pone en tela de juicio los supuestos tradicionales de que el trabajo individual y la competencia promueven mejores logros. Las mejores evidencias disponibles sugieren que los profesores deberían estructurar sus cursos de tal forma que se desarrollen en un ambiente colaborativo y cooperativo. Aunque el aprendizaje activo no es la cura para todos los problemas educativos la enseñanza no puede reducirse a métodos basados solo en fórmulas o recetas. Los estudiantes recordarán más contenido si se introducen breves actividades en la clase. Contrasta esto con la tiranía del contenido prevaleciente que anima a los profesores a cubrir tanto material como sea posible en una sesión dada (Prince, 2004).

El aprendizaje basado en proyectos ha sido estudiado y aplicado por el Dr. David Moursund (Moursund, Bielefeldt y Underwood, 1997), experto internacional en la utilización de las TIC, editor de la revista *Leading and Learning with Technology*, de ISTE (*International Society for Technology in Education*) y quien ha propuesto el uso curricular del mismo (Galeana, 2006, p. 1), como también lo propone Carlos Morales Socorro (Morales, 2011).

Dice así Morales Socorro (2011):

Lo cierto es que cuando leí el revelador libro 101 Proyectos Matemáticos (Bolt & Hobbs, 1991) fue como si me rociaran con agua a punto de volverse sólida. En él se introducía, quizás con no demasiado acierto, el Aprendizaje basado en Proyectos (PjBL) y Problemas (PBL) y se exponían 101 ideas semilla de proyectos de trabajo del alumnado. Probablemente, si aquel libro llega a caer

en mis manos durante el primer año de docencia, intoxicado de prejuicios y de auténticos dogmas de fe, lo hubiera considerado como una simple curiosidad, como una colección de simpáticas ideas para hacer trabajitos con el alumnado, pero no fue así. Llegó en el momento adecuado: supe, desde un primer instante, que las posibilidades eran inmensas; que aunque algunos de los ejemplos planteados eran «poco curriculares» la idea de fondo era revolucionaria, maravillosa. Pero aquel mundo que se abría ante mí me abrumó y llegué a dudar en múltiples ocasiones de mis propias posibilidades: ¿Cómo empezar? ¿Debo cubrir todo el temario con proyectos y problemas? ¿Encontraré suficientes ideas semilla para desarrollarlo? ¿Será el alumnado capaz de enfrentarse a algo así? Y sobre todo: ¿seré capaz de guiarles con éxito? Trabajar por temas era sencillo: lo había vivido como alumno y lo estaba viviendo como profesor, tal y como describe C.Y. Kwan, profesor de la Universidad de McMaster (Kwan, 2000). En aquellos momentos consideraba que el contexto había resuelto un porcentaje importante de las deficiencias de mi trabajo diario en el aula, incluso podía hacer incursiones absolutamente abstractas ya que ahora el alumnado sí que tenía motivos y sensibilidad ante todas las caras de la Matemática; las TAC (Técnicas de Aprendizaje Cooperativo/Colaborativo) me habían hecho crecer como gestor de dinámicas; las TIC, integradas, casi transparentes, pero... trabajar por proyectos: ¡esas eran palabras mayores! Las respuestas, desgraciadamente, no las encontré en ningún libro. La mayor parte de la bibliografía disponible abordaba este enfoque metodológico desde un punto de vista estrictamente teórico y no había forma de encontrar proyectos completos desarrollados. Peor aún, el trabajo por proyectos parecía obedecer más bien a una metodología propia de Infantil y Primaria (o de la Universidad). Pensar esto ha sido, con diferencia, el mayor error táctico que he cometido como docente.

Como lo plantea Morales *-ibid-* no es fácil trabajar con la metodología de aprendizaje basado en proyectos, pero a lo largo del tiempo el mentor o instructor adquiere las competencias que le permiten ayudar a sus estudiantes. Adicionalmente no es fácil formular propuestas de proyectos para los estudiantes. Sin embargo, Morales afirma que “una vez empiezas, todo es más fácil. Al principio cuesta imaginar proyectos, luego resulta complicado no imaginarlos. Y por supuesto, una vez lo pruebas, ya no hay vuelta atrás: ¡Es fantástico!” (Morales, 2011, p.14).

El “tiempo didáctico” es una preocupación que surge en relación con la implantación de esta metodología durante las clases regulares en una institución educativa. Parece que los contenidos curriculares propuestos no se pueden completar (Paredes, *et al.*, 2017). Al respecto Morales afirma que “los contenidos no sólo se «daban» sino que se integraban y combinaban en problemas y proyectos reales como nunca hasta ese momento, generando aprendizajes que iban más allá de las Matemáticas, desarrollando autonomía, iniciativa, espíritu crítico, creatividad, capacidad de trabajo en equipo, visión global de la Matemática y de las Ciencias y mil aspectos más. Aquellos contenidos específicos como Teorema del resto, Radicales,... se seguían «dando» de forma tradicional (apoyado en TAC y TIC); algo que seguiré haciendo hasta que encuentre un proyecto, problema o tarea que lo integre, manteniendo así una programación híbrida” (Morales, 2011, p. 12).

Con base en la experiencia lograda durante cuatro años se considera que la metodología de aprendizaje activo basado en proyectos es apropiada para promover el desarrollo de destrezas, por parte de los estudiantes, diferentes a las adquiridas en la educación formal, y proponemos utilizarla en actividades complementarias o extracurriculares como la Academia Sabatina de Investigación (Paredes, *et al.*, 2017). Sin embargo, una réplica debe basarse en la conformación de equipos interdisciplinarios e interculturales que trabajen juntos para realizar proyectos para solucionar problemas reales. La interdisciplinariedad y la interculturalidad ofrecen oportunidades de aprendizaje y experiencias formativas a los estudiantes para trabajar en ambientes diversos y globales (Galeana, 2006).

Para lograr éxito bajo el formato de trabajo descrito, se requiere de un diseño instruccional definido, definición de roles y fundamentos de diseño de proyectos (Galeana, 2006). El aprendizaje basado en proyectos es un modelo de aprendizaje en el que los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá del aula de clase (Galeana, 2006; Blank, 1997; Dickinson, *et al.*, 1998; y Harwell, 1997).

Este modelo tiene sus raíces en el constructivismo, que evolucionó a partir de los trabajos de Lev Vygotsky, Jerome Bruner, Jean Piaget y John Dewey. El constructivismo enfoca al aprendizaje como el resultado de construcciones mentales con base en conocimientos actuales y previos (Galeana, 2006; Karlin y Vianni, 2001).

En el aprendizaje basado en proyectos se desarrollan actividades de aprendizaje interdisciplinarias a largo plazo y centradas en el estudiante (Galeana, 2006, p. 2; Challenge 2000 Multimedia Project, 1999).

La Academia Sabatina de Investigación

Metodología usada en la Academia Sabatina

Ya habíamos mencionado que los estudiantes participantes en el programa de investigación son dirigidos u orientados por mentores que son estudiantes de pregrado o posgrado y quienes ya han tenido experiencias previas de investigación. Los mentores proponen los temas de investigación a los participantes, con base en las experiencias de investigación que han tenido previamente. Los participantes escogen entre los temas ofrecidos y conforman los grupos de trabajo para desarrollar sus proyectos, los cuales tienen dos o como máximo tres integrantes, aunque algunos estudiantes prefieren trabajar solos. En algunos casos, los mismos participantes acaban buscando y proponiendo ellos mismos los temas de sus proyectos de investigación; esto sucede principalmente con los más experimentados, es decir aquellos que ya han participado varios semestres en la Academia Sabatina.

El primer día se les aplica a los estudiantes una preprueba sobre el método científico y después los mentores ofrecen una charla acerca del tema. El último sábado del semestre se les aplica una posprueba para indagar qué tanto los estudiantes han mejorado en cuanto al conocimiento sobre el método científico. Los resultados muestran en general un gran progreso en relación a los conocimientos con que inician los estudiantes la actividad.

Una herramienta utilizada para reforzar estos conocimientos consiste en las certificaciones ofrecidas por la Iniciativa de Entrenamiento Institucional Colaborativa (En Inglés: *Collaborative Institutional Training Initiative* – CITI). En marzo del año 2000, Paul Braunschweiger y Karen Hansen del Centro Fred Hutchinson de Investigación del Cáncer (En inglés: *Fred Hutchinson Cancer Research Center*) fundaron el programa CITI. El programa comenzó desarrollando nuevo contenido educacional en el área de protección de sujetos humanos poco tiempo después de que el Departamento de Salud y Servicios Humanos (En inglés: *Department of Health and Human Services* – DHHS) anunciara su mandato de educación sobre protección de sujetos humanos en junio de 2000. Ellos contrataron expertos en ética de la investigación y procedimientos de comités de ética quienes escribieron 10 módulos para un curso nuevo basado en la web (Braunschweiger, 2010).

EL CITI ofrece certificaciones tales como Conducta Responsable en la Investigación (en inglés: *Responsible Conduct of Research* – RCR), Protección de Sujetos Humanos en la Investigación (en inglés: *IRB/Human Subjects Research*) y Bioseguridad (CITI, 2013; IRBNET, 2011). Es de destacar que la mayoría de los estudiantes participantes en la Academia Sabatina de Investigación lograron ser aprobados en dichas certificaciones. Es importante aclarar que IRB es una sigla en inglés que significa Institutional Review Board, en español Junta o Comité de Revisión Institucional. Este comité tiene la tarea de aprobar, monitorear, revisar, garantizar y proteger los derechos y el bienestar de todos aquellos sujetos que participen en proyectos de investigación en universidades, laboratorios o

cualquier institución pública o privada que desarrolle investigación. En Estados Unidos, por ley federal, todas las instituciones que realicen investigación deben tener un Comité de Revisión Institucional que vele por el buen manejo en los proyectos de investigación que involucren seres vivos (IRB, 2013).

Algo más que se debe destacar de la metodología utilizada es que a través de ella los estudiantes tenían la oportunidad de aprender a manejar varios programas de computador necesarios para desarrollar sus proyectos tales como Minitab, R, Matlab, GeoGebra, Excel y PowerPoint. Asimismo; algunos tuvieron la oportunidad de aprender sobre algunos lenguajes de programación tales como C++, Java, Scratch, App Inventor, Tekkotsu y Python. Estas herramientas son muy útiles para mejorar el aprendizaje de la Matemática y las ciencias, como bien es mostrado en Rosales Ordoñez (2010).

Los estudiantes que hacían proyectos de genómica aprendían a usar las bases de datos del Centro Nacional de Información sobre Biotecnología (en inglés: *National Center for Biotechnology Information* – NCBI), el cual es una división de la Biblioteca Nacional de Medicina (En inglés: *National Library of Medicine* – NLM) en los Institutos Nacionales de Salud (en inglés: *National Institutes of Health* – NIH). Inicialmente los estudiantes consultaban PubMed para buscar publicaciones relacionadas con el proyecto que querían desarrollar y posteriormente usaban las bases de datos genéticas del NCBI para buscar las secuencias de proteínas relacionadas con su proyecto (NCBI, 2013). PubMed es un motor de búsqueda a través del cual se accede principalmente a la información bibliográfica en la base de datos MEDLINE de referencias y resúmenes de artículos sobre investigación biomédica y ciencias de la vida. PubMed también provee acceso a referencias antiguas de la versión impresa de la revista *Index Medicus* la cual se publicó, con algunas interrupciones, desde 1879 hasta el 2004. PubMed comprende más de 22 millones de citas de literatura biomédica de MEDLINE, revistas de ciencias de la vida y libros *online*. Las referencias pueden incluir links a contenido de texto completo y sitios web de las editoriales (PubMed, 2013).

Si los estudiantes necesitaban hacer alineamiento de las secuencias con que estaban trabajando en sus proyectos, usaban la herramienta BLAST – *Basic Logic Alignment Search Tool*, la cual es un software administrado también por el NCBI. Este es un software de alineamiento de secuencias de tipo local, ya sea de ADN, ARN o de proteínas. El programa es capaz de comparar una secuencia problema, también denominada en la literatura “secuencia query”, contra una gran cantidad de secuencias que se encuentran en las bases de datos del NCBI. El algoritmo encuentra las secuencias de la base de datos que tienen mayor parecido a la secuencia problema (BLAST, 2013). Una herramienta similar que también era usada por los estudiantes es el T-COFFEE (*Tree-based Consistency Objective Function For Alignment Evaluation*), que es un software para el alineamiento múltiple de secuencias que utiliza un enfoque progresivo. Genera una biblioteca de alineamientos de pares para guiar el alineamiento múltiple de secuencias y también puede combinar alineamientos múltiples obtenidos previamente (TCOFFEE, 2013).

Cuando necesitaban estudiar mutaciones, entonces usaban el software SIFT – *Sorting Intolerant From Tolerant*; este es un programa que predice si una sustitución de aminoácido afecta a la función de las proteínas, de modo que los usuarios pueden priorizar sustituciones para estudio adicional (SIFT, 2013).

Todas estas herramientas usadas para los proyectos de genómica son gratuitas; los programas BLAST, T-COFFEE y SIFT corren directamente en sus páginas web y no es necesario instalar nada en los computadores. Una vez obtenidos los resultados, después de correr alguno de estos programas, los mismos se pueden guardar en el mismo computador con el que se accedió el programa vía internet.

Una vez los estudiantes tenían definidos sus proyectos, procedían a realizar el trabajo necesario para obtener los resultados o sea, la investigación como tal. Cuando ya tenían sus resultados procedían a elaborar sus informes finales, ya sea en forma de póster o presentación oral. Los mentores enseñaban a los estudiantes a escribir un resumen sobre sus trabajos de investigación, este es un trabajo bastante dispendioso porque como es bien conocido no es fácil escribir un buen resumen el cual describa bien el trabajo que se ha hecho. Los resúmenes sufrían varias revisiones, pues los mentores los revisaban en varias ocasiones y los devolvían a los estudiantes para hacer correcciones tantas veces como fuera necesario. El director del programa también se involucraba en la revisión de los resúmenes antes de someterlos a los organizadores del simposio, que era la actividad final donde los estudiantes presentaban sus proyectos.

Usualmente los resúmenes se enviaban a los organizadores del simposio dos semanas antes de la realización del mismo, ellos tenían dos especialistas que los evaluaban en cuanto a la parte científica y la escritura en inglés. La elaboración de los pósters y presentaciones se hacían en el programa PowerPoint o Impress de OpenOffice, trabajo que era asesorado y revisado por los mentores, quienes les ofrecían a los estudiantes charlas sobre cómo escribir un resumen, cómo hacer un póster y cómo hacer una presentación oral.

Análisis estadístico de preferencia en las áreas de Investigación

Determinar el área de investigación de acuerdo a las preferencias de los estudiantes puede ser un primer paso para motivarlos a desarrollarse en un área de STEM. Una vez identificadas sus preferencias, guiarlos es un proceso más sencillo y eficiente.

En las Tablas 1 y 2 se presentan los modelos de contingencia con la distribución de los estudiantes de la Academia Sabatina en las áreas de Biomatemáticas, Bioestadística y Genómica acumulada desde el año 2009 hasta el 2012, clasificados por área de investigación y género, respectivamente. Este análisis se realizó usando la información de los estudiantes participantes en el Proyecto AGMUS – IM.

Tabla n.º 1

Clasificación de participantes en la Academia Sabatina por área de investigación (Porcentajes dentro de cada género por área de investigación)

| | Biomatemáticas | Bioestadística | Genómica | Todos |
|--------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Femenino | 15 (20.27%) | 12 (16.22%) | 47 (63.51%) | 74 (100%) |
| Masculino | 12 (30%) | 10 25% | 18 (45%) | 40 (100%) |
| Todos | 27 (23.68%) | 22 (19.30%) | 65 (57.02%) | 114 (100%) |

Tabla n.º 2

Clasificación de participantes en la Academia Sabatina por área de investigación (Porcentajes dentro de cada área de investigación por género)

| | Biomatemáticas | Bioestadística | Genómica | Todos |
|--------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Femenino | 15 (55.56%) | 12 (54.55%) | 47 (72.31%) | 74 (64.91%) |
| Masculino | 12 (44.44%) | 10 (45.45%) | 18 (27.69%) | 40 (35.09%) |
| Todos | 27 (100%) | 22 (100%) | 65 (100%) | 114 (100%) |

En las Figuras 1 y 2 se presentan estos datos en forma de histograma con la clasificación de los estudiantes participantes en la Academia Sabatina desde 2009 hasta 2012, por área de investigación y género, respectivamente.

Ver Figura n.º 1 y Figura n.º 2.

Total de estudiantes de la Academia Sabatina
 Clasificación por Género y Área de Investigación

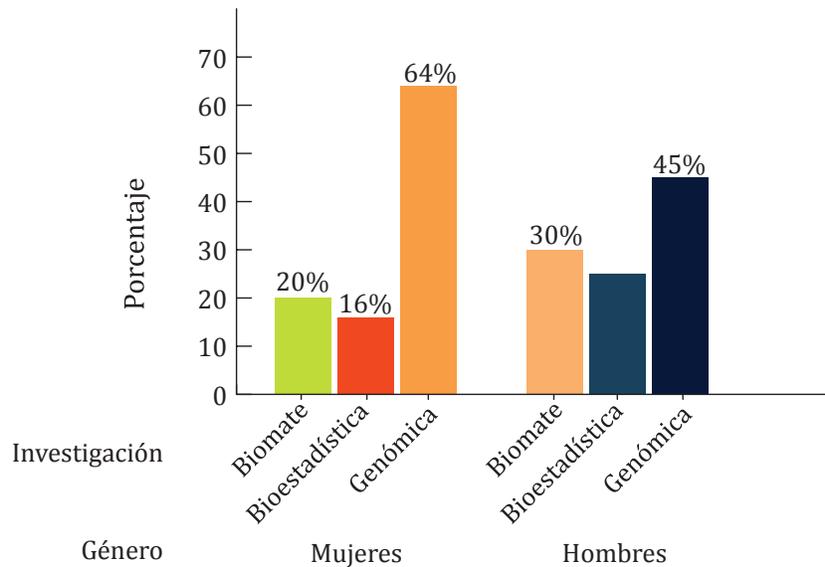


Figura n.º 1. Clasificación por género y área de investigación. Fuente: Reporte de asistencia de Academia Sabatina.

Total de estudiantes de la Academia Sabatina
 Clasificación por Área de Investigación y Género

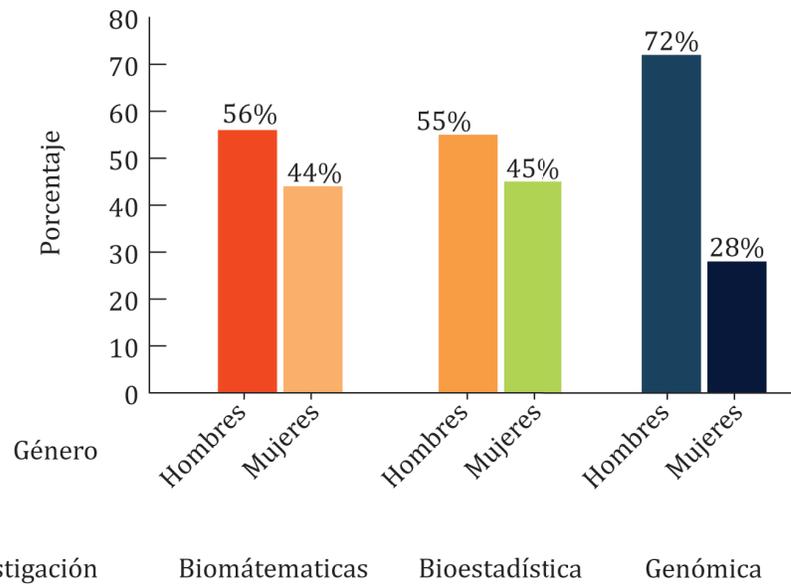


Figura n.º 2. Clasificación por área de investigación y género. Fuente: Reporte de asistencia de Academia Sabatina.

Prueba estadística: Ji-Cuadrado (Chi-Cuadrado). Nivel de significancia $\alpha=0.05$ $\alpha = 0.05$

Hipótesis:

Ho: Las variables género del estudiante y área de Investigación son independientes

vs

H1: Las variables género del estudiante y área de Investigación no son independientes.

Resultados: El análisis se efectuó usando Minitab V.14. A continuación se presentan los resultados:

Tabla n.º 3

Estadística por género y campo de investigación

Estadísticas tabuladas: género y campo de investigación

Filas: género Columnas: campo de investigación

| | Biomatemáticas | Bioestadística | Genómica | Todos |
|--------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Femenino | 15 17.53 -0.6035 | 12 14.28 -0.6035 | 47 42.19 0.7400 | 74 74.00 * |
| Masculino | 12 9.47 0.8208 | 10 7.72 0.8209 | 18 22.81 -1.0066 | 40 40.00 * |
| Todos | 27 27.00 * | 22 22.00 * | 65 65.00 * | 114 114.00 * |

Prueba Chi-Cuadrado de Pearson = 3.637, Grados de Libertad = 2, Valor-P = 0.162

Razón de verosimilitud de la Chi-Cuadrado = 3.626, Grados de Libertad = 2, Valor-P = 0.163

Interpretación: Existe suficiente evidencia estadística como para rechazar la hipótesis de independencia entre las variables; es decir, el género del estudiante ha marcado una preferencia por el área de investigación en la Academia Sabatina.

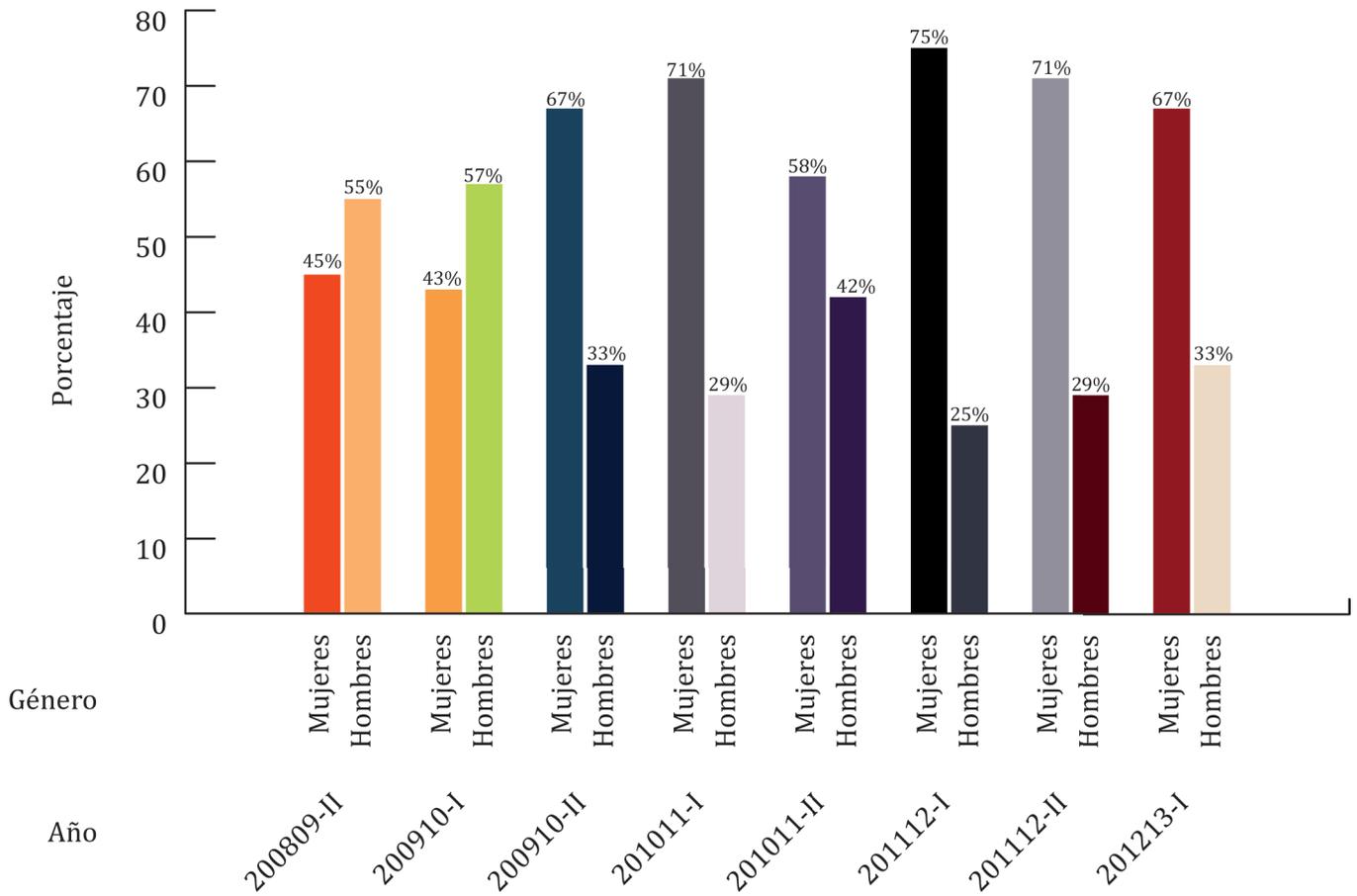


Figura n.º 3. Distribución de los estudiantes a través del tiempo. Clasificación por género. Fuente: Reportes de asistencia de la Academia Sabatina.

Algunos proyectos interesantes desarrollados en la Academia Sabatina

En esta sección presentamos algunos proyectos interesantes desarrollados por estudiantes participantes en la Academia Sabatina del Turabo. Esto, con el propósito de evidenciar las bondades del programa.

Lo primero que debemos mencionar son los proyectos desarrollados durante el semestre enero – mayo de 2009 (ver Anexo 1), semestre en el cual se dio inicio al programa. Dichos proyectos eran de una dificultad muy superior a los que se hicieron después, y la razón principal para que esto sucediera fue la poca experiencia que teníamos en ese primer momento. Pero, por otro lado, hubo una ventaja, ya que el mentor de todos los proyectos fue el Dr. Marlio Paredes, quien tiene un Doctorado en Matemáticas y entendía muy bien la matemática necesaria para desarrollar los proyectos. A pesar de esto hubo que trabajar muy duro porque fue necesario enseñarle a los estudiantes, conceptos matemáticos tales como funciones, límites, derivadas, algunos rudimentos de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, soluciones de ecuaciones diferenciales, entre otros. Veamos brevemente las ecuaciones diferenciales involucradas en el caso de uno de estos proyectos.

Proyecto: Un modelo matemático para el brote súbito de insectos (*a mathematical model for sudden insect outbreak*)

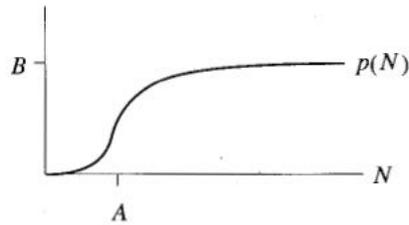
En este proyecto se estudia un modelo matemático para el brote repentino de un insecto llamado gusano de los abetos. Este insecto es una plaga muy seria en el Este de Norte América donde ataca las hojas del abeto balsámico. Cuando se produce un brote los gusanos pueden defoliar y matar a la mayoría de los abetos del bosque en aproximadamente cuatro años. Para el modelo seguimos el libro de Strotgatz (1994) y el artículo de Ludwig *et al.* (1978), el modelo propuesto para la dinámica de la población de gusanos es este:

$$\frac{dN}{dt} = RN \left(1 - \frac{N}{K} \right) - p(N),$$

donde $N(t)$ es la población de gusanos al tiempo t . En ausencia de predadores la población se asume que crece logísticamente con razón de crecimiento R y capacidad de carga del sistema K . La capacidad de carga del sistema depende de la cantidad de follaje dejada en los árboles. El término $p(N)$ representa el índice de mortalidad debido principalmente a la depredación por aves, la cual se asume que tiene la forma

$$p(N) = \frac{BN^2}{A^2 + N^2}, \quad A, B > 0.$$

y su gráfica tiene la forma



La depredación es baja cuando los gusanos son escasos; sin embargo, una vez que la población excede de un cierto nivel crítico $N = A$, la depredación se activa rápidamente. Así, el modelo completo toma la forma

$$\frac{dN}{dt} = RN \left(1 - \frac{N}{K}\right) - \frac{BN^2}{A^2 + N^2}.$$

Esta es una ecuación diferencial de primer orden no lineal, la cual no es nada sencilla para resolver. Para facilitar el análisis se hace una formulación adimensional de la ecuación diferencial, para liberarnos de los parámetros en el término de la depredación dividimos por B la ecuación y haciendo $x = \frac{N}{A}$ obtenemos

$$\frac{A}{B} \frac{dx}{dt} = \frac{R}{B} Ax \left(1 - \frac{Ax}{K}\right) - \frac{x^2}{1 + x^2}.$$

Si ahora hacemos $\tau = \frac{Bt}{A}$, $r = \frac{RA}{B}$ y $k = \frac{K}{A}$ obtenemos la siguiente forma adimensional para nuestra ecuación diferencial:

$$\frac{dx}{d\tau} = rx \left(1 - \frac{x}{k}\right) - \frac{x^2}{1 + x^2}.$$

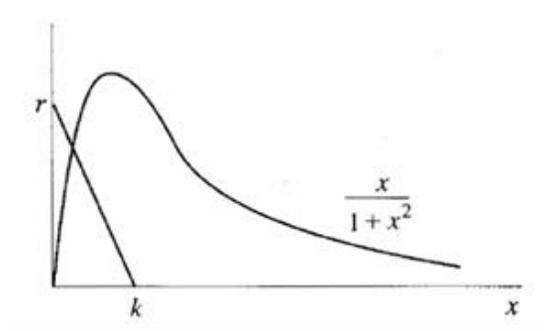
Para esta ecuación se hizo un análisis de puntos fijos. La ecuación diferencial tiene la forma $dx/d\tau=f(x)$, los valores de x para los cuales $f(x)=0$ son llamados puntos fijos de la ecuación diferencial. Claramente, en nuestro problema $x = 0$ es un punto fijo y los otros puntos fijos son soluciones de la ecuación

$$rx \left(1 - \frac{x}{k}\right) - \frac{x^2}{1 + x^2} = 0.$$

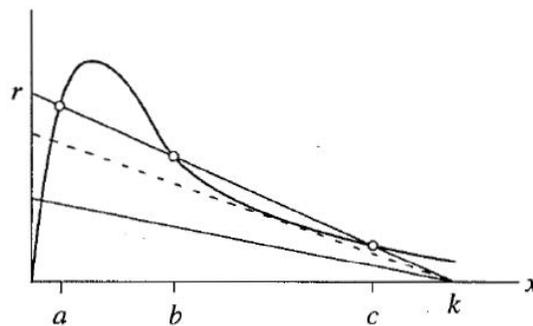
Como $x = 0$ es una solución, consideramos entonces $x \neq 0$ y dividiendo por x obtenemos la siguiente ecuación que debemos resolver:

$$r \left(1 - \frac{x}{k}\right) = \frac{x}{1+x^2}$$

Para resolver esta ecuación necesitamos determinar los puntos intersección de la recta $y = r - \frac{r}{k}x$ y la curva $y = \frac{x}{1+x^2}$ lo cual podemos hacer gráficamente

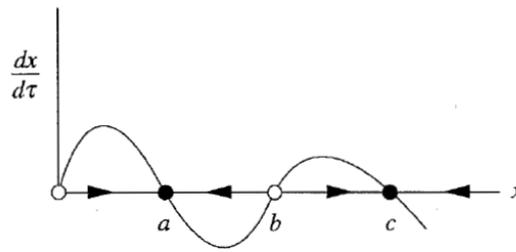


En la figura anterior vemos que si k es suficientemente pequeño existe exactamente un punto de intersección entre la recta y la curva. Sin embargo, cuando k crece puede haber dos o tres puntos de intersección como se ve en la siguiente gráfica:



Supongamos que existen tres puntos de intersección a, b y c . Cuando r disminuye con k fijo la recta va bajando y los puntos b y c se acercan y eventualmente “colapsan” o se juntan en un solo punto el cual es llamado punto de bifurcación. Similarmente, a y b pueden colapsar en un en un punto cuando r aumenta.

Finalmente, se hizo un análisis de campo vectorial, el cual consiste en analizar el comportamiento de la derivada $\frac{dx}{d\tau}$ con respecto a x y para esto se grafica en un plano coordenado x contra $dx/d\tau$ usando la información anterior, así:



Aquí τ representa el tiempo, x es la posición de una partícula imaginaria que se mueve a lo largo de la recta real (el eje x) y $\frac{dx}{d\tau}$ es la velocidad de la partícula. Entonces la ecuación diferencial representa un campo vectorial sobre la recta y se dibujan flechas sobre el eje x para indicar el vector velocidad correspondiente en cada punto. Si la derivada $\frac{dx}{d\tau} > 0$ las flechas apuntan hacia la derecha y cuando $\frac{dx}{d\tau} < 0$ las flechas apuntan hacia la izquierda. Esta es una forma más física de pensar el problema: imagine que un fluido está fluyendo a lo largo del eje x y que varía de punto a punto de acuerdo a la regla $\frac{dx}{d\tau} = rx \left(1 - \frac{x}{k}\right) - \frac{x^2}{1+x^2}$. Entonces, en los puntos donde $\frac{dx}{d\tau} = 0$ no existe flujo, es decir que en los puntos fijos no existe flujo. Podemos ver que hay dos clases de puntos: los puntos negros representan puntos fijos estables, los cuales a menudo son llamados atractores o sumideros porque el flujo va hacia ellos; y los puntos blancos representan puntos fijos inestables, a menudo llamados fuentes porque el flujo sale de ellos. Por tanto, los puntos $x=0$ y $x=b$ son puntos inestables y los puntos $x=a$ y $x=c$ son puntos estables. El punto estable más pequeño $x=a$ es llamado el nivel de “refugio” de la población de gusanos, mientras que el punto estable más grande $x=c$ es el nivel de “explosión”.

Desde el punto de vista del control de plagas, la población debería mantenerse en a y lejos de c . La suerte del sistema estará determinada por la condición inicial x_0 ; ocurrirá una explosión si y solo si $x_0 > b$, es decir que el equilibrio inestable b juega el papel de un “umbral” que no se puede pasar.

Si bien este modelo es presentado en la bibliografía (Strotgatz, 1994; Ludwig *et al.*, 1978), el mérito del estudiante estuvo en entender y aprender la matemática involucrada en el mismo y poderlo presentar en el simposio de finalización del semestre de la Academia.

Proyecto: Modelo matemático para predecir la temperatura de enfriamiento de un bizcocho (*Mathematical model to predict the cooling temperature of a cake*)

En este proyecto el estudiante trabajó un modelo matemático usando una ecuación diferencial de primer orden y cocinó un bizcocho (torta o pastel) para luego tomar datos reales y contrastarlos con el modelo.

Para definir el modelo el estudiante hizo una revisión bibliográfica y decidió usar la ecuación diferencial lineal

$$\frac{dT}{dt} = kT,$$

donde T representa la temperatura del bizcocho, t representa el tiempo y k es una constante de proporcionalidad. Las dos principales razones para hacer esta elección fueron la simplicidad de la ecuación y porque se ajustó bien a los datos experimentales. Existe un modelo bien conocido que también se puede usar en este caso, la Ley de Enfriamiento de Newton, pero no fue usado porque la ecuación es un poco más compleja y por lo tanto más difícil de entender para un estudiante preuniversitario (Zill, 2009). El estudiante tuvo que estudiar y entender qué significa una ecuación diferencial de variables separables y cómo resolverla. A continuación, presentamos la solución de la ecuación diferencial en la forma en que fue escrita por el estudiante

$$\begin{aligned} \frac{dT}{dt} = kT &\Rightarrow \frac{dT}{T} = k dt \Rightarrow \int \frac{dT}{T} = \int k dt \\ &\Rightarrow \ln T = kt + C \Rightarrow e^{\ln T} = e^{kt+C} \Rightarrow T = e^{kt} \cdot e^C \end{aligned}$$

Si evaluamos en $t=0$, tenemos que $T(0)=e^C$ y, por tanto, la solución de la ecuación diferencial es $T(t)=T(0) \cdot e^{kt}$. El estudiante midió la temperatura del bizcocho al salir del horno y encontró que era 98°F, es decir que $T(0)=98$, y entonces

$$T(t) = 98e^{kt}.$$

Al cabo de 3 minutos después de haber sacado el bizcocho del horno, el estudiante midió nuevamente la temperatura del mismo y encontró que era de 89°F; esta información fue usada para encontrar el valor de la constante k :

$$T(3) = 98e^{3k} \Rightarrow 89 = 98e^{3k} \Rightarrow \ln 89 = \ln(98e^{3k})$$

$$\ln 89 = \ln 98 + \ln e^{3k} \Rightarrow \ln 89 - \ln 98 = 3k$$

$$k = \frac{\ln 89 - \ln 98}{3} \Rightarrow k = -0.0321103696$$

Por tanto, la función de temperatura es $T(t)=98e^{-0.0321103696t}$.

Tabla n.º 4

Comparación de los resultados del experimento y los resultados calculados con el modelo

| Tiempo | Temperatura medida | Temperatura calculada |
|------------|--------------------|-----------------------|
| 0 minutos | 98° F | 98° F |
| 3 minutos | 89° F | 89° F |
| 7 minutos | 80° F | 78.27° F |
| 11 minutos | 73° F | 68.84° F |
| 15 minutos | 64° F | 60.54° F |
| 21 minutos | 53° F | 49.93° F |
| 25 minutos | 44° F | 43.91° F |
| 29 minutos | 40° F | 38.62° F |
| 33 minutos | 32° F | 33.96° F |

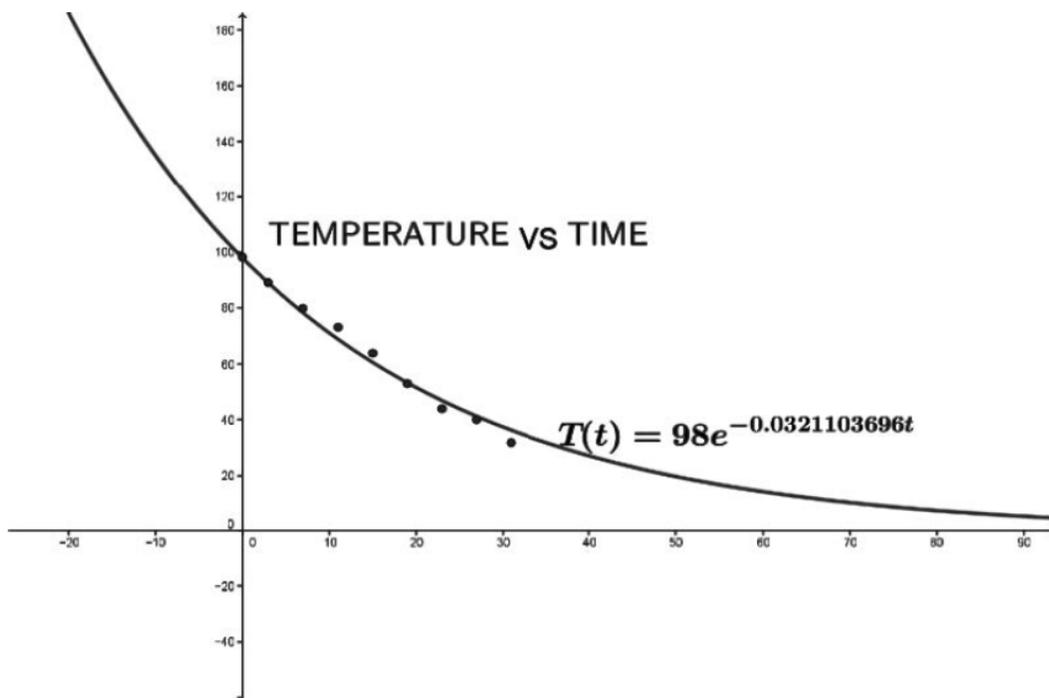


Figura n.º 4. Temperatura del bizcocho versus tiempo.

En la tabla 4 se muestran las temperaturas calculadas con la función anterior y las que el estudiante midió en su experimento. El estudiante usó el programa GeoGebra, el cual es de dominio público, para graficar los datos experimentales obtenidos y los datos que calculó usando la función que modela la temperatura. En la Figura 1 se presenta el resultado obtenido por el estudiante.

Finalmente, el estudiante concluyó que la función determinada para modelar la temperatura representa bastante bien los resultados obtenidos en su experimento como se puede observar en la Tabla 4 y la Figura 4.

Proyecto: Aplicación de las leyes mendelianas y el cuadro de Punnet para estudiar la herencia de la epilepsia mioclónica juvenil autosómica dominante (*Application of Mendelian Laws and Punnett Square to Study Inheritance of Autosomal Dominant Juvenile Myoclonic Epilepsy*)

Este proyecto se desarrolló usando un enfoque de estadística probabilística, siendo una de sus fortalezas el hecho de que permite que el estudiante use su criterio y con base en evidencia científica estudiada en la literatura, plantee los escenarios apropiados para estudiar el patrón de herencia en el caso de estudio seleccionado, el cual en el caso de este proyecto fue la condición de Epilepsia Mioclónica Juvenil (EMJ). La EMJ es un síndrome epiléptico común, cuya etiología es de origen genético y es clasificada como una enfermedad autosómica dominante; es decir, es suficiente con que solo uno de los dos alelos dentro de un cromosoma se presente en su versión afectada, para que la EMJ se exprese en un individuo. Los síntomas usualmente se observan desde los 6 hasta los 22 años de edad. La EMJ no es progresiva, y no hay anomalías en el examen clínico o déficit intelectual (Kullmann, 2002).

En cuanto al conocimiento básico de genética, los mamíferos en su mayoría son diploides; es decir, poseen dos cromosomas, uno de ellos heredado del padre y el otro de la madre. Cada par de alelos se ubica en igual lugar (locus) dentro del cromosoma. Esto permite que para el estudio de la herencia de enfermedades genéticas, pueda usarse el concepto de las leyes mendelianas (genética) y el cuadro de Punnett (Probabilidad) (O’Neil, 2012). Con respecto al tipo de herencia de la EMJ, básicamente, en una enfermedad autosómica dominante y sólo se necesita una copia mutada del gen para que la persona porte o exprese una enfermedad o característica particular.

La base de estadística y probabilidad recae en el uso del cuadro de Punnett. Este es un diagrama diseñado por Reginald Punnett y es usado por los biólogos para determinar la probabilidad de que un producto tenga un genotipo particular. El cuadro de Punnett permite observar cada combinación posible para expresar los alelos dominantes (representados con letra mayúscula) y recesivos (letra minúscula). En este caso los resultados solo expresan cuál es el genotipo del individuo, no el fenotipo, ya que en este último caso las leyes mendelianas actúan distinto (O’Neil, 2012).

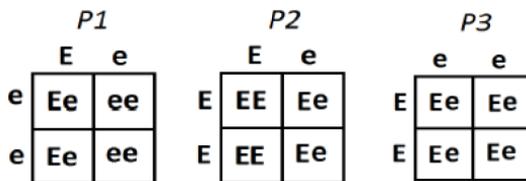


Figura n.º 5. Cuadros de Punnett para la Epilepsia Mioclónica Juvenil.

Antes de plantear los cuadros de Punnett correspondientes a los escenarios a estudiar es importante entender dos conceptos más: un organismo puede ser homocigótico o heterocigótico con respecto a un gen. En el primer caso los dos alelos codifican la misma información para un carácter. Para nombrarlos se utilizan letras mayúsculas y minúsculas; así se dice que “EE” es homocigoto dominante y “ee” es homocigoto recesivo. En el segundo caso, los alelos son distintos y pueden heredar cualquiera de los dos, por ejemplo “Ee”. Para este proyecto se usaron tres posibles escenarios:

- Que solo un padre porte el gen asociado a EMJ. El padre porta un gen heterocigoto (Ee).
- Que ambos padres porten el gen asociado a EMJ, uno en su forma homocigoto dominante (EE) y otro en su forma heterocigoto (Ee).
- Que solo un padre porte el gen asociado a JME, en su forma homocigoto dominante (EE).

En estos tres escenarios el gen homocigoto “ee” significa que el padre no sufre EMJ ni porta el gen defectuoso. En la Figura n. 5 se muestran los tres cuadros de Punnett resultantes de estos tres escenarios.

Si bien un proyecto de este tipo puede terminarse así y dirigirse a trabajar con las probabilidades, el estudiante en este caso demostró un fuerte interés en continuarlo, por lo cual se usó otro concepto más: Árboles de Herencia. Este cuadro es similar a un árbol genealógico donde se plantea un escenario usando los cuadros de Punnett anteriores, y el concepto de probabilidad, donde

$P(EE)$ = probabilidad de que el individuo sufra EMJ.

$P(Ee)$ = probabilidad de que el individuo no sufra EMJ.

$P(ee)$ = probabilidad de que el individuo no sufra ni porte el gen relacionado a EMJ.

La probabilidad $P(ee)$ se define como lo anterior ya que la EMJ es autosómica dominante, por lo tanto para que un individuo sufra de EMJ al menos un alelo debe ser “E”. En la Figura n.º 6 se muestra el “Pedigree Chart” resultante:

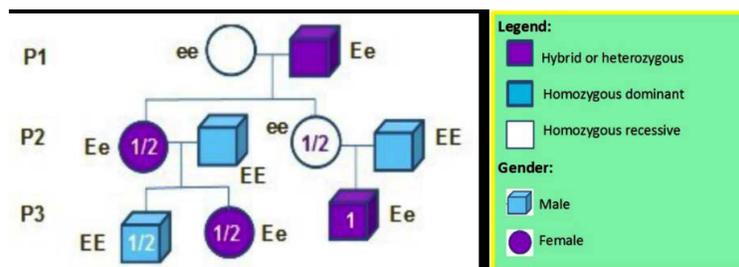


Figura n.º 6. Nomenclatura del Pedigree Chart.

Finalmente, se decidió que el proyecto tuviera un árbol de probabilidades con 3 generaciones dentro de una familia, en la cual se considerarían solamente los “cruces” planteados en los Cuadros de Punnett iniciales. En la Figura n.º 7 se muestran los resultados obtenidos.

La conclusión general de este proyecto, basada en las probabilidades obtenidas, es que en una familia en la cual al menos un padre tiene el gen relacionado a la EMJ, ya sea homocigoto o heterocigoto, las probabilidades de que uno de sus hijos lo hereden y sufran la enfermedad es al menos de 50% en la tercera generación, si en la segunda uno de los padres sufre EMJ. Mientras que la probabilidad de que en la tercera generación alguien sufra de EMJ puede llegar incluso a ser de 0% si en la segunda generación uno de los padres no porta la enfermedad.

El autor tenía una motivación muy grande para realizar este proyecto, debido a que sufre la EMJ; el estudiante le presentó su proyecto al médico especialista que lo atiende, y el médico a su vez hizo que lo invitaran para que presentara este trabajo en la Convención de la Academia Puertorriqueña de Neurología.

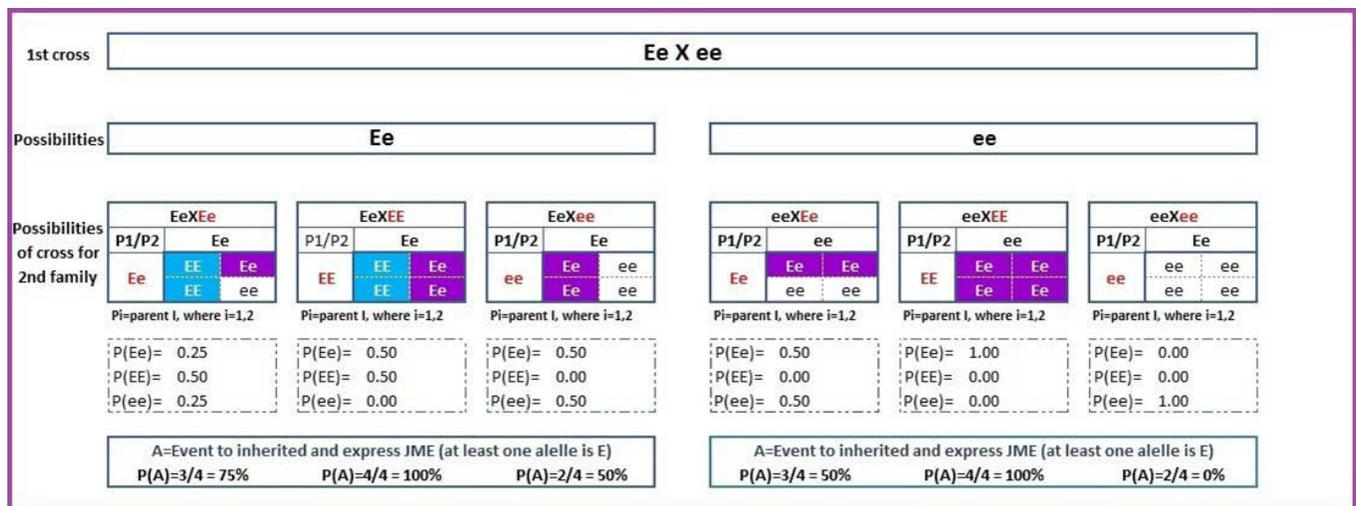


Figura n.º 7. Árbol de probabilidades con 3 generaciones.

Proyecto: Análisis evolutivo de la enfermedad asociada a las mutaciones de la proteína notch homolog del homo sapiens, Notch3 (Síndrome de Cadasil) NM_000435 (Evolutionary analysis of disease associated mutations in the homo sapiens notch homolog, Notch3 (Cadasil Syndrome) NM_000435)

Presentamos este proyecto porque es un excelente trabajo, el cual fue premiado en el Simposio de Investigación Preuniversitaria del SUAGM de mayo del año 2010. Adicionalmente, queremos con este proyecto mostrar otras herramientas que han usado estudiantes de la Academia Sabatina para

desarrollar proyectos de genómica. En este proyecto se utilizaron las siguientes herramientas: *UCSC Genome Bioinformatics site*, *MEGA 4* y *PolyPhen Diagnosis Web Service*.

El *UCSC Genome Bioinformatics site* contiene una serie de herramientas para explorar las secuencias de referencia y de trabajo conjuntos de proyectos de una larga lista de genomas. Se trata de un navegador en línea desarrollado y administrado por la Universidad de California, Santa Cruz (UCSC). Se trata de un sitio web que ofrece acceso interactivo a datos de la secuencia del genoma de una variedad de especies de vertebrados e invertebrados y los principales organismos modelo, integrado con una gran colección de anotaciones alineadas. El navegador es un visor gráfico optimizado para apoyar el desempeño interactivo rápido y es un código abierto, herramienta basada en la web construida sobre una base de datos MySQL para una rápida visualización, examinación y la consulta de datos en muchos niveles. En el proyecto desarrollado por el estudiante de la Academia Sabatina se usó esta herramienta para hacer las alineaciones del gen NOTCH3 para las 41 especies de vertebrados disponibles en este sitio (UCSC).

MEGA (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) es un programa de libre acceso para la realización del alineamiento manual y automático de secuencias, inferir árboles filogenéticos, la minería de bases de datos basadas en la web, la estimación de las tasas de evolución molecular y pruebas de hipótesis evolutivas (MEGA).

El *PolyPhen Diagnosis Web Service* es el método más ampliamente usado para la estimación de los posibles efectos perjudiciales de las mutaciones clasificadas en tres categorías: benigna, posiblemente perjudicial y probablemente perjudicial. Está disponible en Internet y ha sido utilizado en muchos estudios que trabajan con información fisicoquímica de conservación de secuencias, las diferencias, las características estructurales y una evaluación completa de nSNPs (*nonsynonymous single nucleotide polymorphisms*) de un genoma completo (POLYPHEN).

Presentamos a continuación la traducción del Resumen del Proyecto el cual refleja muy bien el trabajo realizado por el estudiante:

La Genómica Comparativa se centra en la investigación de las mutaciones genéticas y sus efectos sobre los seres humanos en términos de salud. Las tasas de evolución de las posiciones de aminoácidos juegan un papel crucial en la determinación de si una mutación es nociva o no, lo cual se produce en posiciones de tasas de evolución baja o simplemente irrelevante. Este proyecto se enfoca en las tasas de evolución de DAMs (Disease-Associated Mutations) y nSNPs, su papel, y cómo ellas afectan al gen NM_000435 (NOTCH3) (Kumar, 2009). Este gen muta y provoca CADASIL que es la forma más común de accidente cerebrovascular, un trastorno hereditario. Con el fin de obtener las tasas de evolución de los genes son necesarias las herramientas computacionales. El banco de genes ofrece los datos necesarios para el cálculo de las tasas de evolución de un gen en varias especies. Los patrones observados reflejan que la mayoría de las mutaciones que han sido previamente identificadas como mutaciones asociadas a la enfermedad muestran una tasa de evolución entre 0,0 y 1,0. Por contraste

las mutaciones de polimorfismo no simples están entre 1,0 y 2,5, la cual es una diferencia considerable entre estas mutaciones en el gen si estos son analizados en un contexto de tasa evolucionaria. Con base en los resultados de esta prueba se puede suponer que las posiciones “aa” con baja tasa de evolución son esenciales para el desarrollo de la vida en la forma que conocemos, y las otras posiciones son carentes de importancia sobre la base de la tasa de evolución de altura. Las secuencias han sido sometidas a la herramienta de diagnóstico PolyPhen, para determinar las probabilidades de daños en cada posición con base en los dominios de la prueba. Los resultados fueron 33% de error para el DAMs y un 15% de error para el nSNPs. Los resultados serán sometidos a futuros experimentos con diferentes herramientas estadísticas para nuevas conclusiones.

El gen NOTCH3 proporciona instrucciones para la producción de la proteína del receptor Notch3, el cual es muy importante para la función normal y la supervivencia de las células del músculo liso vascular. Cuando ciertas moléculas se unen a los receptores Notch3, los receptores envían señales al núcleo de la célula. Estas señales activan genes particulares dentro de las células de músculo liso vascular.

La arteriopatía cerebral autosómica dominante con infartos subcorticales y leucoencefalopatía, generalmente llamada CADASIL, es una enfermedad hereditaria que causa apoplejía y otras alteraciones. Esta condición afecta el flujo sanguíneo en pequeños vasos, particularmente en el cerebro. Una anomalía en las células musculares que rodean a estos vasos sanguíneos (células del músculo liso vascular) destruye gradualmente estas células. El daño resultante en los vasos sanguíneos puede causar migrañas y otras alteraciones de la función cerebral normal, (ver Figura n.º 8) Las personas con CADASIL suelen tener accidentes cerebrovasculares recurrentes, lo que provoca la pérdida de la función intelectual (demencia).

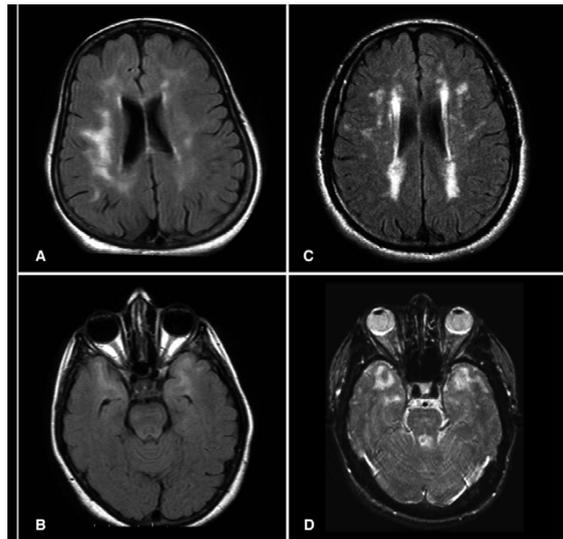


Figura n.º 8. Imagen MRI del cerebro de pacientes con CADASIL mostrando lesiones múltiples Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Arteriopat%C3%ADa_cerebral_autos%C3%B3mica_dominante_con_infartos_subcorticales_y_leucoencefalopat%C3%ADa

El análisis evolutivo muestra el comportamiento de los DAMs y nSNPs a lo largo de especies relacionadas de vertebrados. Podemos ver una gran mayoría de DAMs a bajas velocidades evolutivas, lo que es consistente con la importancia de estos sitios de aminoácidos para la producción normal de la proteína receptora NOTCH3 (Figura n.º 9).

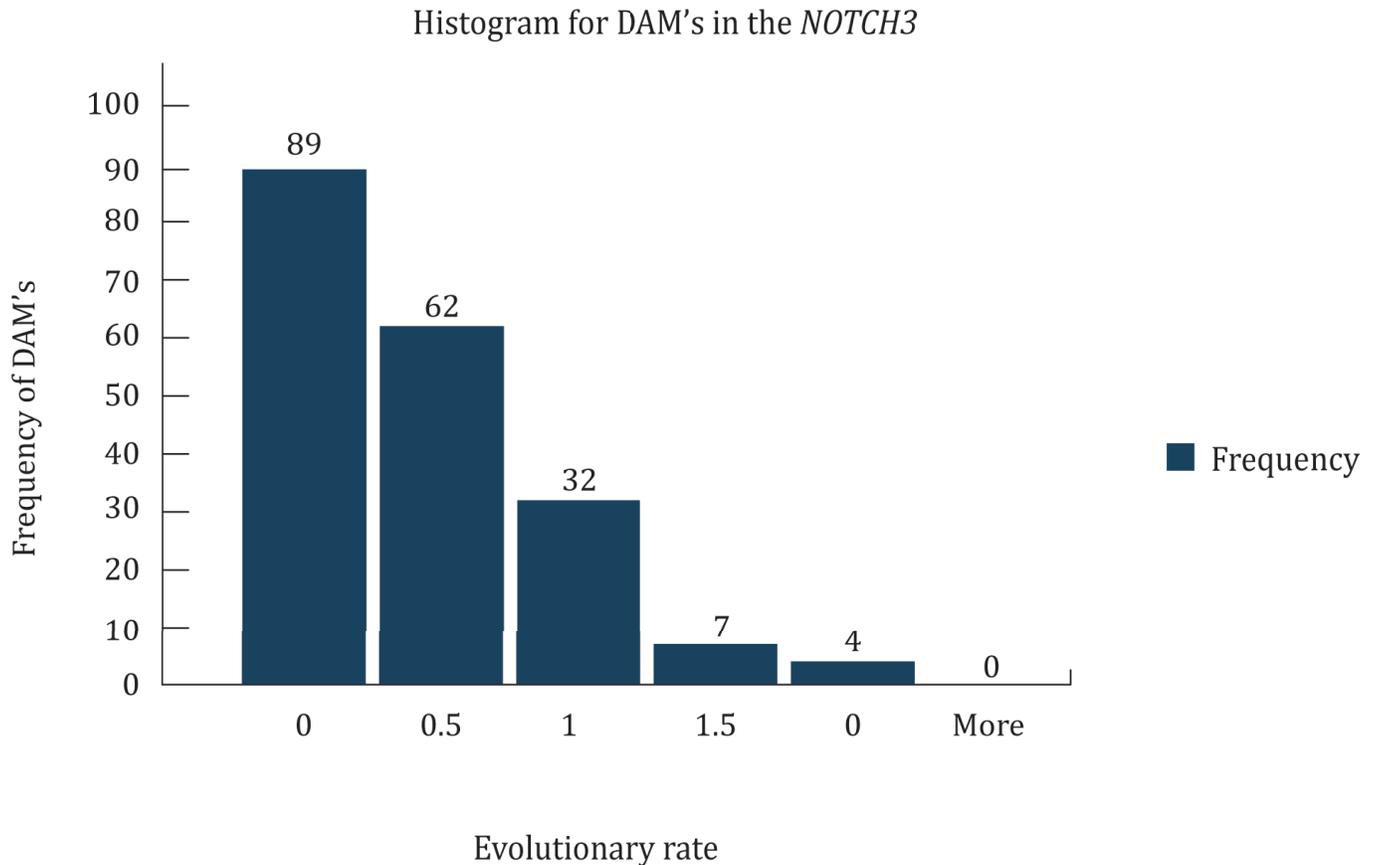


Figura n.º 9. Histograma de frecuencia de DAMs a diferentes niveles de evolución.

En la Figura n.º 10 podemos ver los nSNPs agrupados en subniveles de altos niveles evolutivos, más que en niveles evolutivos elevados. Esto se debe a que estas mutaciones no se consideran importantes en el desarrollo de una enfermedad. Los DAMs están presentes en más de una cantidad porque se trata de un gen relacionado con una enfermedad.

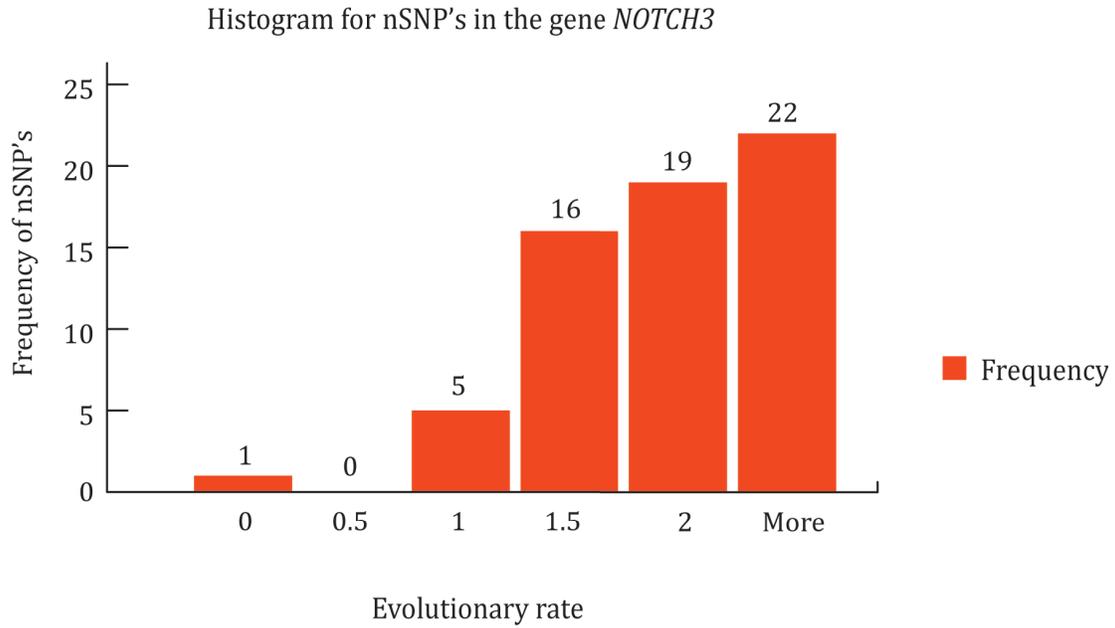


Figura n.º 10. Histograma de frecuencia de nSNPs a diferentes niveles de evolución.

La segunda parte del análisis se hizo usando la herramienta de diagnóstico PolyPhen. Los datos recopilados por el proyecto *Comparative Genomics en el Biodesign Institute de Arizona State University* se compararon con los datos recopilados por PolyPhen (ver Figuras 11 y 12). Esta herramienta de predicción muestra un porcentaje de diferencia porque no es 100% precisa; pero sigue siendo la herramienta más importante para predecir el daño por mutaciones en un gen asociado a la enfermedad.

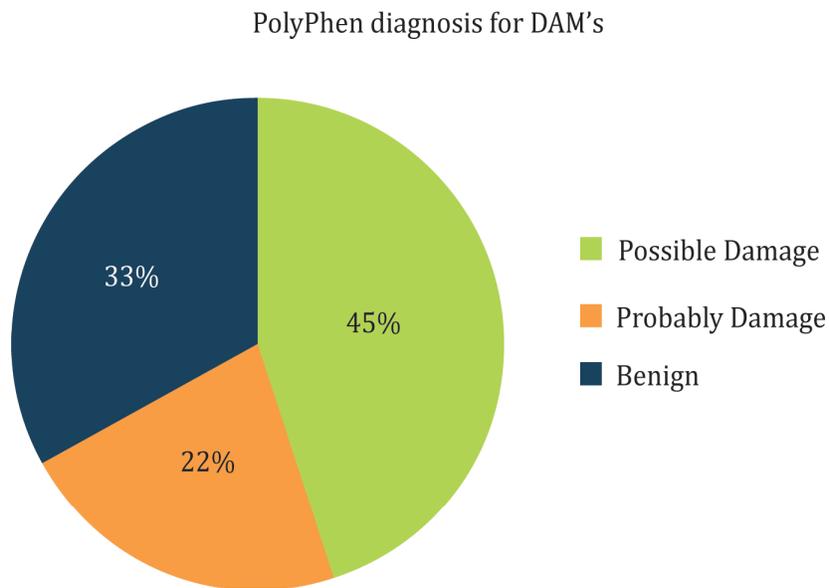


Figura n.º 11. Diagnóstico PolyPhen para DAMs en el gen NOTCH3.

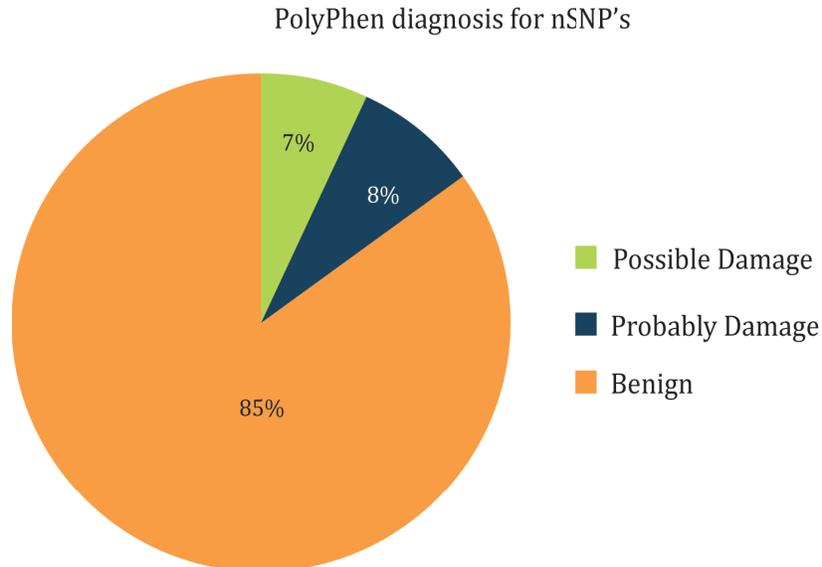


Figura n.º 12. Diagnóstico PolyPhen para nSNPs en el gen NOTCH3.

Proyecto: Autovalores y autovectores y su aplicación en la evolución hereditaria de la enfermedad de Batten (*Eigenvalues and Eigenvectors and their Application in the Inheritance Evolution of Batten Disease*)

Esta enfermedad recibió su nombre en honor del pediatra Frederick Batten, quien la describió por primera vez en 1903. Es la forma más común de un grupo de trastornos llamados Lipofuscinosis Neuronal Ceroidea (NCL: *Neuronal Ceroid Lipofuscinoses*). NCL es el nombre general de una familia de al menos ocho trastornos neurodegenerativos genéticamente separados que se caracterizan por la acumulación excesiva de pigmentos llamados lipofuscinas (lipopigmentos) en los tejidos del cuerpo. Aunque la enfermedad de Batten generalmente se considera como la forma juvenil de NCL y es la más común de las NCL, actualmente se ha convertido en el término para abarcar todas las formas de NCL. Se estima que ocurre en 2 a 4 de cada 100,000 nacidos vivos en los Estados Unidos. La enfermedad se hereda en un patrón autosómico recesivo, lo que significa que ocurre solo cuando un niño hereda dos copias del gen defectuoso, una por cada padre.

Las formas de NCL se clasifican por edad de inicio y tienen la misma causa básica, progresión y resultado; pero todas son genéticamente diferentes, lo que significa que cada una es el resultado de un gen distinto. Con el tiempo los niños afectados sufren de deficiencias mentales, empeoramiento de las convulsiones y pérdida progresiva de la vista y las habilidades motoras. Eventualmente, los niños con enfermedad de Batten quedan ciegos, postrados en cama e incapaces de comunicarse, y actualmente siempre es fatal. La enfermedad de Batten no es contagiosa o, en este momento, es prevenible. Esta enfermedad se hereda en un patrón autosómico recesivo, que es una condición genética que aparece solo en individuos que han recibido dos copias de un gen autosómico: una copia de cada uno de los

padres. El gen está en un autosoma, un cromosoma no sexual. Los padres son portadores que solo tienen una copia del gen y no muestran el rasgo porque el gen es recesivo de su gen homólogo normal. La herencia autosómica es un patrón de herencia en el cual la transmisión de rasgos depende de la presencia o ausencia de ciertos alelos en los autosomas. La mayoría de los desórdenes hereditarios son el resultado de un gen defectuoso en un autosoma. La herencia autosómica dominante es un patrón de herencia en el cual la transmisión de un alelo dominante en un autosoma hace que se exprese un rasgo.

Si solamente un padre tiene una copia de un alelo dominante para un desorden dominante sus hijos tendrán un 50% de probabilidad de heredar el desorden y el 50% de probabilidad de ser completamente normales (ver Figura n.º 13).

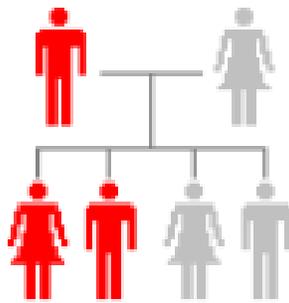


Figura n.º 13. Representación gráfica de la herencia autosómica.

En este proyecto se usaron algunos conceptos de álgebra lineal aplicados a la genética como valores propios, vectores propios, matriz inversa y diagonalización de una matriz, para predecir la evolución de la herencia de la enfermedad de Batten en una población después de varias generaciones.

Para construir las diferentes matrices usadas para predecir la evolución de la herencia de la enfermedad, usamos los cuadrados de Punnett. Un cuadrado de Punnett es un gráfico que muestra o predice todas las posibles combinaciones de genes en un cruce de padres (O’Neil, 2012). Se usa para determinar la probabilidad de que una descendencia tenga un genotipo particular. Utilizamos dichas matrices para analizar la evolución de la herencia de la enfermedad. La matriz inicial que construimos se hizo con los resultados dados por los cuadrados de Punnett. Cada columna de la matriz da la probabilidad de que la descendencia del progenitor vaya a tener un genotipo “RR”, “Rr” o “rr”.

La Figura n.º 14 contiene las posibilidades para los cuadros de Punnett en el caso de la enfermedad de Batten.

| | | |
|---|----|----|
| | R | r |
| R | RR | Rr |
| r | Rr | rr |

| | | |
|---|----|----|
| | R | R |
| R | RR | RR |
| r | Rr | Rr |

| | | |
|---|----|----|
| | R | R |
| R | RR | RR |
| R | RR | RR |

Figura n.º 14. Cuadros de Punnet para la enfermedad de Batten.

Cuando dos individuos se reproducen, la descendencia hereda un alelo de cada padre. Asumimos aquí que los genes de los padres son igualmente probables de ser heredados. Usando esto en el caso de la enfermedad de Batten obtenemos la siguiente tabla:

| | | Genotipo de los padres | | |
|-----------------------------|----|------------------------|---------|---------|
| | | Rr x Rr | RR x Rr | RR x RR |
| Genotipo de la descendencia | RR | 1/4 | 1/2 | 1 |
| | Rr | 1/2 | 1/2 | 0 |
| | rr | 1/4 | 0 | 0 |

Figura n.º 15. Genotipos de la descendencia.

La interpretación de cada uno de los términos en esta tabla es la siguiente:

RR = no afectado; ni porta el gen afectado ni expresa la enfermedad.

Rr = no afectado “portador”; lleva el gen afectado, pero no expresa la enfermedad.

rr = afectado “portador”; transporta el gen afectado y expresa la enfermedad.

La información obtenida la podemos organizar en la siguiente matriz:

$$A = \begin{pmatrix} 1/4 & 1/2 & 1 \\ 1/2 & 1/2 & 0 \\ 1/4 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

la cual es llamada matriz de genotipos.

Ahora la distribución del genotipo del gen defectuoso en una población en la *n*-ésima generación puede ser representada por un vector de genotipo

$$x_n = \begin{pmatrix} a_n \\ b_n \\ c_n \end{pmatrix},$$

donde a_n, b_n y c_n denotan la porción de la población con genotipo RR, Rr y rr respectivamente. Como la distribución del genotipo cambia con el tiempo, entonces

$$x_1 = Ax_0,$$

donde x_0 es la distribución inicial del genotipo en la población y x_1 es la distribución del genotipo para la primera generación. Así tenemos que la distribución del genotipo para la segunda generación es

$$x_2 = Ax_1 = A(Ax_0) = A^2x_0.$$

Continuando con este proceso tenemos que la distribución del genotipo para la tercera generación será

$$x_3 = Ax_2 = A(A^2x_0) = A^3x_0.$$

En general, vamos a tener para la distribución del genotipo la siguiente fórmula (Kirkham, 2001)

$$x_n = A^n x_0, \quad n = 1, 2, 3, 4, \dots$$

Es conocido de la teoría del álgebra lineal que una forma más fácil para calcular las potencias de una matriz A es diagonalizarla. Para hacer esto debemos calcular primero sus valores propios, los cuales son las raíces del polinomio característico (Lay, 2000)

$$|A - \lambda I| = 0.$$

Esto es,

$$\begin{vmatrix} 1/4 - \lambda & 1/2 & 1 \\ 1/2 & 1/2 - \lambda & 0 \\ 1/4 & 0 & -\lambda \end{vmatrix} = -\lambda^3 + \frac{3}{4}\lambda^2 + \frac{3}{8}\lambda - \frac{1}{8} = -\frac{1}{8}(\lambda - 1)(2\lambda + 1)(4\lambda - 1) \\ = 0$$

De donde tenemos que los valores propios de A son:

$$\lambda_1 = 1, \quad \lambda_2 = -\frac{1}{2}, \quad \lambda_3 = \frac{1}{4}.$$

Ahora calculamos los vectores propios correspondientes a cada valor propio, para lo cual debemos resolver la ecuación

$$(A - \lambda I)v = 0,$$

para cada valor propio λ , donde $v = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$ es el vector propio asociado al valor propio λ .

Para el caso del valor propio $\lambda_1 = 1$ tenemos:

$$\begin{pmatrix} -3/4 & 1/2 & 1 \\ 1/2 & -1/2 & 0 \\ 1/4 & 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \Leftrightarrow \begin{cases} -\frac{3}{4}x + \frac{1}{2}y + z = 0 \\ \frac{1}{2}x - \frac{1}{2}y = 0 \\ \frac{1}{4}x - z = 0 \end{cases}$$

De aquí obtenemos $y=x$ y $z = \frac{1}{4}x$, es decir que

$$v_1 = \begin{pmatrix} 4 \\ 4 \\ 1 \end{pmatrix}$$

es un vector propio para el valor propio $\lambda_1 = 1$. De forma similar podemos ver que los vectores

$$v_2 = \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}, \quad v_3 = \begin{pmatrix} -1 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}$$

son vectores propios de los valores propios $\lambda_2 = -\frac{1}{2}$ y $\lambda_3 = \frac{1}{4}$, respectivamente. Ahora consideramos la matriz P , cuyas columnas son los vectores v_1, v_2, v_3 y calculamos su matriz inversa

$$P = \begin{pmatrix} 4 & 2 & -1 \\ 4 & -1 & 2 \\ 1 & -1 & -1 \end{pmatrix} \Rightarrow P^{-1} = \frac{1}{9} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & -1 & -4 \\ -1 & 2 & -4 \end{pmatrix}$$

Si calculamos ahora la multiplicación de matrices $P^{-1}AP$ obtenemos la siguiente matriz diagonal

$$\begin{aligned} P^{-1}AP &= \frac{1}{9} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & -1 & -4 \\ -1 & 2 & -4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1/4 & 1/2 & 1 \\ 1/2 & 1/2 & 0 \\ 1/4 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 4 & 2 & -1 \\ 4 & -1 & 2 \\ 1 & -1 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1/2 & 0 \\ 0 & 0 & 1/4 \end{pmatrix} \\ &= D \end{aligned}$$

cuyas entradas en la diagonal son los valores propios de A .

Esto facilita el cálculo de las potencias de A , pues las potencias de una matriz diagonal son muy simples de calcular

$$D = \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3 \end{pmatrix} \Rightarrow D^2 = \begin{pmatrix} \lambda_1^2 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_2^2 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3^2 \end{pmatrix} \Rightarrow \dots \Rightarrow D^n = \begin{pmatrix} \lambda_1^n & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_2^n & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3^n \end{pmatrix}$$

Como $P^{-1}AP=D$ entonces tenemos que $A=PD P^{-1}$ y, por tanto,

$$A^2 = (PD P^{-1})(PD P^{-1}) = PD^2 P^{-1} \Rightarrow A^n = PD^n P^{-1}$$

Debemos calcular $x_n = A^n x_0$, esto es

$$x_n = \begin{pmatrix} a_n \\ b_n \\ c_n \end{pmatrix} = A^n x_0 = PD^n P^{-1} x_0 = PD^n P^{-1} \begin{pmatrix} a_0 \\ b_0 \\ c_0 \end{pmatrix}$$

$$x_n = \begin{pmatrix} a_n \\ b_n \\ c_n \end{pmatrix} = \frac{1}{9} \begin{pmatrix} 4 & 2 & -1 \\ 4 & -1 & 2 \\ 1 & -1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1^n & 0 & 0 \\ 0 & (-1/2)^n & 0 \\ 0 & 0 & (1/4)^n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & -1 & -4 \\ -1 & 2 & -4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ b_0 \\ c_0 \end{pmatrix}$$

De donde obtenemos los siguientes valores para las componentes de x_n

$$a_n = \frac{1}{9} \left[\left(4 + 4 \left(-\frac{1}{2} \right)^n + \left(\frac{1}{4} \right)^n \right) a_0 + \left(4 - 2 \left(-\frac{1}{2} \right)^n + 4 \left(\frac{1}{4} \right)^n \right) b_0 + \left(4 - 8 \left(-\frac{1}{2} \right)^n + 4 \left(\frac{1}{4} \right)^n \right) c_0 \right]$$

$$b_n = \frac{1}{9} \left[\left(4 - 2 \left(-\frac{1}{2} \right)^n - 2 \left(\frac{1}{4} \right)^n \right) a_0 + \left(4 + \left(-\frac{1}{2} \right)^n + 4 \left(\frac{1}{4} \right)^n \right) b_0 + \left(4 + 4 \left(-\frac{1}{2} \right)^n - 8 \left(\frac{1}{4} \right)^n \right) c_0 \right]$$

$$c_n = \frac{1}{9} \left[\left(1 - 2 \left(-\frac{1}{2} \right)^n + \left(\frac{1}{4} \right)^n \right) a_0 + \left(1 + \left(-\frac{1}{2} \right)^n - 2 \left(\frac{1}{4} \right)^n \right) b_0 + \left(1 + 4 \left(-\frac{1}{2} \right)^n + 4 \left(\frac{1}{4} \right)^n \right) c_0 \right]$$

Como estamos interesados en la evolución del genotipo del gen defectuoso, tomamos valores grandes de n , es decir hacemos tender n a infinito ($n \rightarrow \infty$) y obtenemos

$$a_n \rightarrow \frac{4}{9}a_0 + \frac{4}{9}b_0 + \frac{4}{9}c_0 = \frac{4}{9}(a_0 + b_0 + c_0) = \frac{4}{9}$$

$$b_n \rightarrow \frac{4}{9}a_0 + \frac{4}{9}b_0 + \frac{4}{9}c_0 = \frac{4}{9}(a_0 + b_0 + c_0) = \frac{4}{9}$$

$$c_n \rightarrow \frac{1}{9}a_0 + \frac{1}{9}b_0 + \frac{1}{9}c_0 = \frac{1}{9}(a_0 + b_0 + c_0) = \frac{1}{9}$$

Es decir que

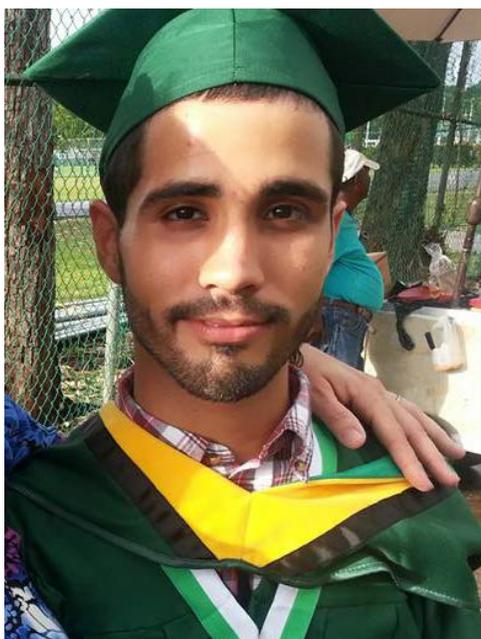
$$x_n \rightarrow \begin{pmatrix} 4/9 \\ 4/9 \\ 1/9 \end{pmatrix}$$

En conclusión, podemos decir que, dado que la enfermedad de Batten se hereda en un patrón autosómico recesivo, la incidencia de que la descendencia del padre se vaya a ver afectada por el gen defectuoso siempre será baja.

Estudiantes destacados que participaron en el programa

En este capítulo presentamos los logros académicos de 6 estudiantes destacados que participaron en diferentes épocas en la Academia Sabatina de la Universidad del Turabo. Todos ellos se encuentran hoy cursando estudios de posgrado en universidades de Estados Unidos y cursaron sus estudios de pregrado con éxito graduándose con honores. En el Apéndice 3 se pueden ver los Curriculum Vitae de estos estudiantes en el formato que ellos nos los enviaron.

PEDRO VALENTÍN DE JESÚS



Pedro cursó sus estudios de escuela superior en la Escuela Manuela Toro Morice, de Caguas, donde se graduó con honores en el año 2010. Ese mismo año comenzó estudios universitarios en la Universidad de Puerto Rico, en Mayagüez, graduándose en el año 2015 de dos diferentes carreras: Matemática Pura y Física Teórica. Durante sus estudios en la Universidad de Puerto Rico, en Mayagüez, hizo parte del Programa de Honor. En 2015 inició estudios de Doctorado en Matemáticas (PhD in Mathematics) en la Universidad de Iowa, donde se encuentra en este momento y se espera que se gradúe en el año 2020.

Pedro hizo parte del primer grupo con el cual comenzó la Academia Sabatina de Investigación del Turabo. Durante su vida académica ha sido ganador de las becas *Alfred P. Sloan Scholar Fellowship* y *GAANN (Graduate Assistance in Areas of Need) Fellowship*. También es Asistente de Enseñanza (*Teaching Assistant*) en el Departamento de Matemáticas de la Universidad de Iowa.

En el verano de 2014, Pedro participó en el programa de verano "*Penn State Physics and Materials REU*" el cual ofrece experiencias de investigación para estudiantes de pregrado en Física y Materiales en la Universidad del Estado de Pensilvania. Durante ese verano trabajó bajo la orientación del Dr. Venkatraman Gopalan en el proyecto titulado "*Determinate the affine and Euclidean normalizer groups of the subperiodic crystallographic groups by computational methods*" y como resultado de este trabajo publicaron el siguiente artículo: B. K. VanLeeuwen, P. Valentín De Jesús, D. B. Litvin and V. Gopalan. *The affine and Euclidean normalizers of the subperiodic groups (November 2014). Acta Crystallographica, Section A, Foundations and Advances.*

JENNIFER PATRITTI CRAM



Jennifer hizo sus estudios de escuela superior en la Escuela Manuela Toro Morice, de Caguas, graduándose con honores en el año 2012. En el mismo 2012 comenzó estudios universitarios en la Universidad Estatal de Ohio (Ohio State University), donde obtuvo su grado en Neurociencia en el 2016, y ese mismo año comenzó estudios doctorales en Neurociencias (Interdisciplinary Neuroscience Doctoral Program) en la Universidad de Cincinnati.

Ella participó durante 2 años (4 semestres consecutivos) en la Academia Sabatina de Investigación del Turabo, desarrollando varios proyectos de matemática aplicada en biomatemática y en genética y ganó varios premios por la presentación de los mismos en el Simposio de Investigación Preuniversitaria del SUAGM. En el verano del año 2011, participó en un programa de inmersión en investigación en la

Universidad de Vermont; allí trabajó bajo la dirección del Dr. Declan McCabe y desarrolló el proyecto *Effects of Shoreline Development on Macroinvertebrates in Rocky Sediment on Malletts Bay*. En septiembre de ese año presentó este proyecto en el Simposio de Investigación del SUAGM, ganando premio como mejor póster.

Como estudiante universitaria, desde el año 2013 hasta el 2016, realizó investigación bajo la dirección de la Dra. Helen Chamberlin, dentro del proyecto titulado *Identification and characterization of the novel tumor suppressor gene gon-14 in C.briggsae*. Por esta razón recibió su título de pregrado en Neurociencia con distinción en investigación.

Desde el año 2016 está haciendo investigación bajo la dirección de la Dra. Nancy Ratner en el Hospital de Niños de Cincinnati (Cincinnati Children's Hospital) dentro del proyecto titulado "cAMP levels in NF1 immortalized human Schwann cells".

En su corta historia académica ha ganado varios premios, becas y distinciones, los cuales listamos a continuación:

1. NIH Pre-Doctoral Training in the Neurosciences, T-32 training grant (July 2016).
2. Yates Fellowship, Graduate School at the University of Cincinnati (Spring 2016).
3. Graduate Dean's Excellence Scholarship at the University of Cincinnati (Spring 2016).
4. Pelotonia Fellowship for Cancer Research- The James Comprehensive Cancer Center at The Ohio State University. (Spring 2015-Present).
5. Undergraduate Education 2015 Summer Research Fellowship (Summer 2015).

6. *Undergraduate Education 2014 Summer Research Fellowship (Summer 2014).*
7. *Arts & Sciences Honors Undergraduate Research Scholarship (Spring 2015).*
8. *Arts & Sciences Honors Undergraduate Research Scholarship (November 2014).*
9. *Rumba Program Scholar (Research for Undergraduates: Mathematical Biology Application) (NSF) (2013-2014).*
10. *Graduated with research distinction in Molecular Genetics (Spring 2016).*
11. *Dean's List (GPA 3.6) (Spring 2014).*
12. *Louis Stokes Alliance for Minority Participation (LSAMP) Scholar (2013-Present).*
13. *Program for Advising in Scholarship and Service Scholar (2012-Present).*
14. *NSP Associate- Society for Neuroscience-Neuroscience Scholars Program (2017-2019).*
15. *Recipient of the Rising Star Award, College of Arts and Sciences OSU (2013-2013).*
16. *Rafael Carrion Jr. Excellence Award (College Board) (2012).*
17. *Cooperative Scholarship Housing- Stadium Scholarship Program (SSP) (2012-2014).*
18. *Scarlet and Gray Grant Recipient (2013-Present).*
19. *Wagner Scholarship (2012-2013).*
20. *Morill Scholars Program- Excellence Scholarship (2012-Present).*
21. *Kinesis Scholarship (2012-Present).*
22. *Pfizer Scholarship (2012).*
23. *Science and Technology Scholarship –Caguas, Puerto Rico (2012-Present).*
24. *Cooperative Scholarship-Stadium Scholarship Program (SSP) (2012-2014).*

Asimismo, ella ha presentado sus trabajos de investigación en diferentes congresos. A continuación, presentamos una lista de sus presentaciones en diferentes congresos y eventos:

- *Society for the Advancement of Hispanics and Native Americans in Science Conference SACNAS (October 2015).*
- *Patritti Cram, Jennifer, Helen Chamberlin PhD. Identification and characterization of the novel tumor suppressor gene gon-14 in C.briggsae Muv mutants. Molecular Genetics Department at The Ohio State University.*
- *ABRCMS National Conference Poster Presentation (November 2014).*
- *Patritti Cram, Jennifer., Helen Chamberlin PhD. Evolution of cell signaling networks: a study of the EGF signaling pathway in C.briggsae for comparison to C.elegans. Molecular Genetics Department at The Ohio State University.*
- *SACNAS National Conference Poster Presentation (October 2014).*
- *Patritti Cram, Jennifer., Helen Chamberlin PhD. Evolution of cell signaling networks: a study of the EGF signaling pathway in C.briggsae for comparison to C.elegans. Molecular Genetics Department at The Ohio State University.*
- *Dean's Choice Award Poster Research Presentation STEP Expo OSU (October 2014).*
- *Patritti Cram, Jennifer., Helen Chamberlin PhD. Evolution of cell signaling networks: a study of the*

EGF signaling pathway in C.briggsae for comparison to C.elegans. Molecular Genetics Department at The Ohio State University.

- *MBI Capstone Conference Poster Presentation (August 2014).*
- *Patritti Cram, Jennifer., Helen Chamberlin PhD. Evolution of cell signaling networks: a study of the EGF signaling pathway in C.briggsae for comparison to C.elegans. Poster emphasized the mathematical model used in my laboratory. This model consists of coupled ordinary differential equations that were constructed by using the interaction networks EGF (Epidermal Growth Factor)/Notch/ Wnt. Molecular Genetics Department at The Ohio State University.*
- *Poster Presentation at the Denman Undergraduate Research Forum OSU (Spring 2014 & Spring 2015).*
- *Patritti Cram, Jennifer. Helen Chamberlin PhD. C.elegans vs. C.briggsae lin-3/EGF gene comparison. Molecular Genetics Department at The Ohio State University.*
- *Poster Presentation at The Natural and Mathematical Sciences Research Forum (NMS) (Spring 2013, Spring 2014, Spring 2015).*
- *Patritti Cram, Jennifer. Helen Chamberlin PhD. C.elegans vs. C.briggsae lin-3/EGF gene comparison. Molecular Genetics Department at The Ohio State University.*

Adicionalmente, Jennifer es una líder natural, lo cual ha demostrado con las actividades listadas a continuación:

- Vicepresident of the University of Cincinnati SACNAS Chapter (present).
- Ohio Latino Education Summit-leading discussion session entitled “Building Science Networks for Latino Students, Faculty and Researchers” University of Cincinnati, March 2017.
- Invited as a judge for the evaluation of high school student’s posters in Neuroscience and Genomics- Ana G. Méndez University System; Pre-College Research Symposium, December 2016.
- Mentor McNair/STARS Mentoring Program. (First year of Grad School).
- Vice-President SACNAS Chapter OSU- Society for Advancement of Chicanos and Native Americans in Science. (2015-present).
- Founding President SACNAS Chapter OSU- Society for Advancement of Chicanos and Native Americans in Science. (2013- 2015)
- Preside all chapter meetings
- Leadership and delegation of tasks of all chapter activities
- Organization and logistics of chapter activities
- Oversee execution of tasks within executive board
- Schedule chapter meetings and events
- Create agendas for general assemblies
- Coordinate community service activities
- Mentor in the Undergraduate Research MENTORship Program at The Ohio State University.
- Vice-President of PRSA (Puerto Rican Student Association) at The Ohio State University. (2012-2014)

- Perform duties of President when absent
- Attend events of the University-wide Council Hispanic Associations (UCHO)
- Attend financial meetings with Treasurer
- In charge of internal team building, leadership and socials of executive board members
- Coordinate community service activities
- New York Academy of Science- member (2015-current).
- Invited as Judge in the Evaluation of 8 Genomic Poster and Oral Presentations- Ana G. Méndez University System; Pre-College Research Symposium; Sheraton Convention Center (December 2012 & Spring 2013).
- Vice-President of PRSA (Puerto Rican Student Association at OSU) (2012-2013).

NATHALIE FUENTES



Nathalie hizo sus estudios de escuela superior en la Escuela José Gauthier Benítez, de Caguas, graduándose con honores en el año 2010. En el mismo 2010 comenzó estudios universitarios en Química en la Universidad de Puerto Rico, y un año después se transfirió a la Universidad del Estado de Iowa, donde se graduó en el año 2015 en Bioquímica con una Concentración Menor en Español. En 2015 comenzó sus estudios de Doctorado en Ciencias Biomédicas en la Universidad del Estado de Pensilvania.

En la Academia Sabatina del Turabo, Nathalie solo participó un semestre, realizando un excelente trabajo y ganando premio al mejor póster en el Simposio de Investigación Preuniversitaria del SUAGM.

Como estudiante preuniversitaria también tuvo experiencia de investigación en la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Ciencias Médicas, bajo la dirección de la Dra. Carmen L. Cadilla.

Como estudiante universitaria ella tuvo varias experiencias de investigación, las cuales listamos a continuación en orden cronológico descendente:

- Junio 2015 – Agosto 2015: *Mount Sinai International Exchange Program for Minority Students Fellow, Departamento de Biofísica, Universidad Federal de Rio de Janeiro, RJ Brazil*. Orientador: Dr. Mauro Rebelo.
- Junio 2014 – Agosto 2014: *NIH/NIDDK Short-Term Research Experience for Underrepresented Persons (STEP-UP) Fellow, Schepens Eye Research Institute, Harvard University*. Orientador: Dr. Dong Feng Chen.
- Agosto 2013 – Mayo 2014: *Research Assistant, Department of Biochemistry, Biophysics and Molecular Biology, Iowa State University*. Orientador: Dr. Alan A. DiSpirito.
- Junio 2012 – Agosto 2012: *NIH/NIDDK STEP-UP Fellow, Departamento de Bioquímica, Recinto de Ciencias Médicas, Universidad de Puerto Rico*. Orientadora: Dra. Carmen L. Cadilla.
- Septiembre 2011 – Mayo 2012: *Asistente de Investigación, Departamento de Química, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras*. Orientador: Dr. Angel Morales.
- Junio 2011 – Agosto 2011: *NIH/NIDDK STEP-UP Fellow, Penn State College of Medicine*. Orientador: Dr. Sinisa Dovat.
- Enero 2011 – Mayo 2011: *Asistente de Investigación, Departamento de Química, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras*. Orientador: Dr. Ángel Morales.

Asimismo, como estudiante de posgrado ya ha tenido varias experiencias de investigación las cuales son listadas a continuación

- Agosto 2016 – presente: *Graduate Research Assistant of Pediatrics and Biochemistry and Molecular Biology, Penn State College of Medicine*. Orientadora: Dra. Patricia Silveyra.
- Diciembre 2016 – present: *Yale Ciencia Academy Fellow, Yale University*. Mentora: Dra. Giovanna Guerrero-Medina.
- Junio 2016 – Julio 2016: *Data Science Fellow, Icahn School of Medicine at Mount Sinai, NY*. Mentor: Dr. Luz Claudio.
- Abril 2016 – Mayo 2016: *Graduate Research Assistant of Pharmacology, Penn State College of Medicine*. Orientador: Dr. Fumiaki Imamura.
- Enero 2016 – Marzo 2016: *Graduate Research Assistant of Pediatrics, and Biochemistry and Molecular Biology, Penn State College of Medicine*. Orientadora: Dra. Patricia Silveyra.
- Septiembre 2015 – Diciembre 2015: *Graduate Research Assistant of Pediatrics, Penn State College of Medicine*. Orientador: Dr. Sinisa Dovat.

Como fruto de sus investigaciones ella ha publicado varios artículos en revistas científicas, así como capítulos de libro. A continuación, presentamos las publicaciones de Nathalie:

Chapter: Gender Differences in Pollution-Associated Pneumonia: In Pneumonia by Silveyra P, Fuentes N, Rivera L. September 2017. InTechOpen Books, Croatia.

*Language Editing, Work Acknowledged: Cheng L, Zhang L, Gao L, Zhang W, Chen X, Zhou HH. Genotyping HLA-B*5801 for Allopurinol-Induced Severe Cutaneous Adverse Reactions: An Accurate and Prompt Method. Clin Transl Sci. 2015; 8(6):834-6.*

Baral BS, Bandow NL, Vorobev A, Freemeier BC, Bergman BH, Herdendorf TJ, Fuentes N, et al. Mercury binding by methanobactin from Methylocystis strain SB2. J Inorg Biochem. 2014;141:161-9.

Payne JL, Song C, Fuentes N, Sloan J, Payne KJ, Payne MA, Dovat S. Use of qChIP to identify genes targeted by the Ikaros tumor suppressor. The FASEB Journal. 2012; 26:931.11.

- Fuentes, N., Cadilla, CL., Screening for novel mutations in the HPS1 and HPS3 genes in Puerto Rican patients heterozygous for founder mutations. *Ethnicity & Disease* (2009): 19:3.
- Cabello, N., Mishra, V., Fuentes, N., Zomorodi, N., Rodriguez, E., Nicoleau, M., DiAngelo, S., Silveyra, P. Modulation of the lung inflammatory response to ozone by the estrous cycle. In preparation.
- Sinha U, Fuentes N, Nicoleau M, Spinelli A, Caruso C, Harding R, DiAngelo S, Mishra V, Chroneos ZC, Silveyra P. ATF3 regulation of the lung inflammatory response to ozone. In preparation.
- Fuentes N, Cabello N, Nicoleau M, Silveyra P. Sex differences and role of sex hormones in the expression of inflammatory cytokines and lung function in response to ozone. In preparation.
- Fuentes N, Roy A, Mishra V, Cabello N, Howrylak J, and Silveyra S. Sex-specific microRNA expression networks in an acute model of ozone-induced lung inflammation. In preparation.

Nathalie también ha presentado sus trabajos de investigación en diversos congresos y eventos científicos; a continuación; una lista de sus presentaciones:

- Fuentes, N., Cabello, N., Nicoleau, M., Silveyra, P. *Hormonal Regulation of Inflammatory Mediators and Pulmonary Function in Lung Inflammation. SACNAS Conference, Salt Lake, Utah, October 2017.*
- Pesantez, J., Fuentes, N., Nicoleau, M., Silveyra, P. *Role of Sex Hormones in Alveolar Macrophage Polarization. SACNAS Conference, Salt Lake, Utah, October 2017.*
- Fuentes, N., Cabello, N., Nicoleau, M., Silveyra, P. *Sex differences in the expression of inflammatory mediators in response to ozone. The 4th annual Faculty and Student Retreat. Hershey, PA, August 2017.*
- Fuentes, N., Cabello, N., Nicoleau, M., Silveyra, P. *Estrogen Regulation of Inflammatory Mediators and Pulmonary Function in Lung Inflammation. Gordon Research Conference "Lung Development, Injury and Repair". Colby-Sawyer College, New London, NH, August 2017.*
- Fuentes, N., Cabello, N., Nicoleau, M., Silveyra, P. *Sex differences and role of sex hormones in the expression of inflammatory mediators and lung function in response to ozone. Experimental Biology 2017. Chicago, IL. April 2017.*
- Spinelli, A., Fuentes, N., Nicoleau, M., Sinha, U., Caruso, C., DiAngelo, S., Chroneos, Z., Silveyra, P. *Sex dependent role of activating transcription factor 3 (ATF3) expression in modulating the asthmatic phenotype in an acute mouse model of airway neutrophilia. Experimental Biology 2017. Chicago, IL. April 2017.*
- Fuentes, N., Cabello, N., Silveyra, P. *Sex Differences and Role of Sex Hormones in the Expression of the Cytokine Interleukin-6 and Lung Function. SACNAS Conference, Long Beach, CA. October, 2016.*
- Fuentes, N., DiSpirito, A. *Role of methanobactin in metal acquisition and activity of the pMMO. 12th Annual McNair Research Symposium, Iowa State University, Ames IA. April, 2015.*
- Fuentes, N., Chen, DF. *Testing new molecules to increase retinal ganglion cells survival and neurite growth. 2014 HENAAC National Conference Symposium, New Orleans, LA. October, 2014.*
- Fuentes, N., Chen, DF. *Novel neuroprotective molecules on retinal ganglion cells survival and neurite growth. STEP-UP Symposium, National Institutes of Health, Bethesda, MD. August 2014.*
- Fuentes, N., DiSpirito, A. *Characterization of Methanobactin. 11th Annual McNair Research Symposium in Ames, IA. April 2014.*
- Fuentes, N., DiSpirito, A. *Ability of Methanobactin to acquire Metals. 2014 Emerging Researchers National Conference, Washington, DC. February, 2014.*
- Fuentes, N., Morales, A. *Structure-property relationships of organic and inorganic aerogels. IINSPIRE LSAMP Conference, Waterloo, IA. November, 2013.*
- Fuentes, N., Dovat, S. *Role of Ikaros in Leukemogenesis. 2013 HENAAC National Conference Symposium, New Orleans, LA. October, 2013.*
- Fuentes, N., Cadilla, CL., Casasnovas, J. *Prevalence of TWIST1 mutations in the Puerto Rican population. 2012 Society of Hispanic Professional Engineers Conference, FT Worth, TX. November 2012.*
- Fuentes, N., Cadilla, CL., Casasnovas, J. *Antibody assessment for the detection of endogenous TWIST1 and TWIST2 proteins. STEP-UP Symposium, National Institutes of Health, Bethesda, MD. August 2012.*

- Fuentes, N., Dovat, S. "Target genes of tumor suppressor Ikaros in leukemia cells". 2011 Penn State Undergraduate Research Symposium in Hershey, PA, August 2011.
- Fuentes, N., Dovat, S. "Target genes of tumor suppressor Ikaros in leukemia cells". STEP-UP Symposium, National Institutes of Health, Bethesda, MD. August 2011.
- Fuentes, N., Morales, A. Effectiveness of Commercial Antacids. 2011 Puerto Rico American Chemical Society, Dorado, PR. April 2011.
- Fuentes, N., Cadilla, CL. Screening for mutations in the HPS3 in Puerto Rican patients heterozygous for founder mutations. STEP-UP Symposium, National Institutes of Health, Bethesda, MD. August 2010.
- Fuentes, N., Cadilla, CL., Duconge, J. Prevalence of polymorphic CYP2D6 alleles in the Puerto Rican population. STEP-UP Symposium, National Institutes of Health, Bethesda, MD. August 2009.
- Fuentes, N., Cadilla, CL. Screening for novel mutations in the HPS1 and HPS3 genes in Puerto Rican patients. STEP-UP Symposium, National Institutes of Health, Bethesda, MD. August 2008.

Debido a sus méritos académicos ha sido ganadora de numerosos premios, becas y distinciones:

- 2017 Penn State Graduate Alumni Endowed Scholarship.
- 2017 The Class of 1971 and 1974 Awards, Penn State College of Medicine.
- 2017 Penn State Junior Mentor Recognition, Penn State College of Medicine.
- 2017 Young Investigator Award from Society for Experimental Biology and Medicine.
- 2017 American Physiological Society Minority Travel Fellowship Award to attend the Experimental Biology Conference.
- 2017 American Association for the Advancement of Science Travel Award sponsored by Yale Ciencia Academy.
- 2016 Travel Scholarship to the Society for the Advancement of Chicanos/Hispanics and Native Americans in Science (SACNAS) Conference.
- 2016 The American Association for the Advancement of Science (AAAS)/Science Program for Excellence in Science.
- 2016 Penn State Junior Mentor Recognition, Penn State College of Medicine.
- 2015 National Science Foundation (NSF) Graduate Research Fellowship Program (GRFP) Honorable Mention.
- 2015 Mentor of the Year, Department of Academic Support, Iowa State University.
- 2014 Collegian of Innovation and Leadership Iowa Finalist, Technology Association of Iowa.
- First place in the Scientific Oral Presentation Category in the 2014 McNair Research Symposium.
- 2014 Outstanding Excellence in Mentoring Award by The Iowa Illinois Nebraska STEM. Partnership for Innovation in Research and Education (IINSPIRE) NSF LSAMP Alliance.
- 2013 HENAAC National Conference Symposium Undergraduate Poster Winner.
- 2014 - 2015 Latinos Unidos of Iowa Scholarship.
- 2014 - 2015 W. Stanton Deming Minority Scholarship.
- 2014 Outstanding First Year McNair Scholar.

- 2013 - 2015 IINSPIRE LSAMP Scholar.
- 2012 - 2014 Iowa State University Dilworth Scholarship.
- 2011 First Place in Oral Presentation, Annual Chemistry Research Symposium.
- 2010 - 2014 Gonzalo Aponte, Fundacion Comunitaria de Puerto Rico Scholarship.
- 2010 First Place in the Precollege Research Symposium, Ana G. Méndez University System.
- 2010 Special Recognition by the American Association of Pharmaceutical Scientists (AAPS).
- 2010 Merck & Co. Scholarship.

Finalmente, ella ha sido mentora y orientadora de investigación de estudiantes preuniversitarios y universitarios. Además, participa de varias actividades de liderazgo como las siguientes:

- Penn State Student Advising Group. Office for a Respectful Learning Environment.
- Awards Committee. Society for Experimental Biology and Medicine.
- Events Management Committee. Estamos Unidos de Pennsylvania.
- International Representative. Penn State Graduate Student Association Past Leadership positions.
- Co-founder and Vice-President. Iowa State University iResearch Club (2014-2015).
- SHPE Jr. High School Assistant Director, Society of Hispanic Professional Engineers (2013-2014).
- Webmaster. 2014 Regional Leadership Development Conference Organization (2013-2014)
<http://rldc-region6.weebly.com/>
- Logistics Committee. 2014 Regional Leadership Development Conference Organization (2013-2014).
- Outreach /Recruitment Committee Member. Society of Hispanic Professional Engineers (2013).
- Chapter External Activities Committee Chair. American Chemical Association, University of Puerto Rico (2011).

STEVEN DÍAZ HERNÁNDEZ



Steven Díaz cursó sus estudios preuniversitarios en la Academia Militar de Caguas, donde se graduó en el año 2011, y ese mismo año comenzó sus estudios en Ingeniería de Computadoras en la Universidad del Turabo, graduándose con honores en junio de 2015. En agosto de ese año comenzó sus estudios de posgrado en Ciencias Computacionales e Ingeniería en la Universidad del Sur de la Florida; en 2017 aprobó los exámenes de calificación del doctorado, recibió el título de Maestría en Ciencias Computacionales, y en este momento es candidato a Doctor en Ciencias Computacionales e Ingeniería.

Él ha tenido varias experiencias de investigación desde que era estudiante preuniversitario, después como estudiante universitario y ahora como estudiante de posgrado. A continuación un listado con dichas experiencias:

- Agosto 2015 – presente: *“Lower Body Assistive and Rehabilitation Technology using Wearable Sensors”*, University of South Florida. Orientador: Dr. Miguel Labrador.
- Mayo 2017 – presente: *“Clinical Gait Assessment Comparison: Smartphone-based versus Inertial Measurement Units”*, Universidad de Oviedo (Asturias, España). Investigadores: O. Zaleski, M. Navarro, S. Díaz Hernández y M. Labrador.
- Agosto – Diciembre 2016: *“Strokes Classification for Tennis Players”*, University of South Florida. Investigadores: S. Díaz Hernández, J. Adorno Nieves, M. Di Sano y M. Labrador.
- Enero – Junio 2016: *“Convolutional Neural Network to Detect Water on the Floor”*, University of South Florida. Investigadores: Y. De La Hoz, S. Díaz Hernández, M. Di Sano.
- Agosto 2014 – Julio 2015: *“Manufacturing Performance Improvements Implementation”*, Medtronic PR & Universidad del Turabo (Gurabo, Puerto Rico). Investigadores: H. Zayas, S. Díaz Hernández y A. Rafiq.
- Junio – Julio 2014: *“Dynamic Background Subtraction for Fall Detection System using a 2-D Camera”*, University of South Florida. Investigadores: S. Díaz Hernández, Y. De La Hoz y M. Labrador.
- Junio – Julio 2013: *“Developing an Urban Ontology and the Implementation of SKOS on it”*, University of Strasbourg (Strasbourg, France). Investigadores: S. Díaz Hernández y C. Zanni-Merk.

Fruto de uno de sus trabajos de investigación publicó el siguiente artículo

- Díaz Hernández, S., De La Hoz, Y., Labrador, M. (2014). *Dynamic Background Subtraction for Fall Detection System using a 2D Camera*. IEEE Latin-America Conference on Communications (LATINCOM).

Asimismo, ha realizado las siguientes presentaciones en eventos científicos:

- Díaz Hernández, S., De La Hoz, Y., Labrador, M. (2014). *Dynamic Background Subtraction for Fall Detection System using a 2D Camera. IEEE Latin-American Conference on Communications (LATINCOM)*. Cartagena, Colombia.
- Díaz Hernández, S., De La Hoz, Y., Labrador, M. (2014). *Dynamic Background Subtraction for Fall Detection System using a 2D Camera. AGMUS Research Symposium 2014*, San Juan, Puerto Rico.
- Díaz Hernández, S., De La Hoz, Y., Labrador, M. (2014). *Dynamic Background Subtraction for Fall Detection System using a 2D Camera. USF REU Symposium 2014*, Tampa, Florida.
- Díaz Hernández, S. (2013). *Developing an urban ontology and the implementation of SKOS on it. AGMUS Research Symposium 2013*, San Juan, Puerto Rico.

Debido a su excelencia académica ha recibido los siguientes premios y reconocimientos:

- Enero 2016: *Alfred P. Sloan Foundation's Minority Ph.D. Program*.
- Septiembre 2015: *Florida Georgia Louis Stokes for Alliance Minority Participation (FGLSAMP) Bridge to Doctorate Fellowship*.
- Octubre 2013: *Second Place ACM-ICPC PR National Competition*.
- Agosto 2011 – Junio 2015: *Honor Student Scholarship, Universidad del Turabo*.

Steven fue mentor de estudiantes preuniversitarios en la Academia Sabatina de Investigación del Turabo y ha orientado proyectos de investigación de estudiantes universitarios en los programas de investigación para estudiantes de pregrado (REU) de la Universidad del Sur de la Florida y la Universidad de Oviedo. En sus actividades de liderazgo podemos mencionar las siguientes

- Mayo 2017 – presente: *VP of Initiates (Tau Beta Pi, Florida Gamma. University of South Florida)*.
- Mayo 2017 – presente: *Graduate Ambassador (Society of Hispanic Professional Engineers of University of South Florida)*.
- Enero 2014 – Mayo 2015: *President of Tau Alpha Omega (Engineering Honor Society of Universidad del Turabo)*.
- Mayo 2014 – Mayo 2015: *President of ACM Turabo Chapter (Association of Computing Machinery)*
- SHPE Turabo Chapter E-Board (*Society of Hispanic Professional Engineers*)
 - Enero – Mayo 2015: *SHPE Chapter Coach – Give tips and productive ideas when making decisions.*
 - Mayo – Diciembre 2014: *Internal Affairs Vice-President – Be on charge of the registration, marketing and recruiting of the Chapter.*
 - Agosto 2012 – Mayo 2014: *Student Affairs Manager.*

EDWIN J. ALVARADO RODRÍGUEZ



Edwin cursó sus estudios preuniversitarios en la Academia Militar de Caguas, donde se graduó en el año 2012 y ese mismo año comenzó sus estudios en Matemáticas en la Universidad de Puerto Rico, en Cayey. En el transcurso de su vida universitaria decidió también estudiar la carrera de Química y en agosto de 2017 se graduó de las dos carreras. En septiembre de 2017 inició estudios de Doctorado en Química – Física en la Universidad de Illinois, en Urbana Champaign.

Él fue uno de los estudiantes que participó por más tiempo en la Academia Sabatina de Investigación del Turabo, pues inició su participación de agosto de 2010 hasta mayo de 2012.

La experiencia investigativa adquirida en la Academia Sabatina lo llevó a convertirse en un investigador muy versátil, pues ha incursionado en diferentes áreas como la química, la biología, la física y la matemática, siempre aprovechando las grandes fortalezas que tiene en computación. A continuación presentamos una lista de las diferentes experiencias de investigación que ha tenido:

- 2015 – 2017: Asistente de Investigación, Supervisor: Dr. Dalvin D. Méndez Hernández, Universidad de Puerto Rico, en Cayey.
 - El primer proyecto involucró incertidumbre global y análisis de sensibilidad en la teoría clásica de transferencia de electrones Marcus y Marcus-Jortner-Levich, además de la implementación de estos modelos para cálculos de primeros principios.
 - El segundo proyecto involucró probar la cinética de Marcus en el esquema de Arrhenius a través de métodos computacionales. El software utilizado incluyó R y ORCA. Fue desarrollado un marco computacional para reducir la incertidumbre en los cálculos de la tasa de transferencia de electrones.
- 2013 – 2016: Asistente de Investigación, Supervisor: Dr. Javier A. Arce Nazario, Universidad de Puerto Rico, en Cayey.
 - El primer proyecto requirió de la optimización de un indicador de contaminación fecal para la evaluación de la calidad del agua. Se identificaron preliminarmente cuestiones clave con el método, como la sobreestimación del analito y la contaminación de fondo.
 - El segundo proyecto involucró la optimización del modelo de precipitación promedio de Puerto Rico, utilizando la interpolación espacial y las características del terreno usando el software R. Se desarrolló un modelo simple de fuente abierta para el mapeo climático preciso.
- 2016: *ChemEnergy Research Experience for Undergraduates (REU)*, University of California Davis. Orientador: Dr. Frank E. Osterloh.
 - Determinación de las propiedades de absorción y dispersión del óxido cuproso, el vanadato de bismuto y el titanato de estroncio dopado con aluminio, que estaban destinados a

la fotocatalisis. Los métodos utilizados incluyeron el recubrimiento de gotas para crear películas, perfilometría y espectroscopia UV-Vis. Las propiedades de estos materiales fueron caracterizadas usando la teoría de Beer-Lambert y Kubelka-Munk-Stokes.

- 2015: Curso de verano en biofísica, Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill. Orientador: Dr. Qi Zhang.
 - El proyecto involucró la transcripción in vitro y la descripción de la dinámica del preelemento microRNA let-7g humano utilizando espectroscopia de resonancia magnética nuclear (RMN) como 1H-NMR y 1H-1H NOESY. Se encontró evidencia preliminar del comportamiento dinámico del miRNA y se pudo realizar asignaciones iniciales de resonancia.
- 2014: Summer Undergraduate Research Program (SURP), University of Nebraska Medical Center. Orientador: Dr. Luis A. Marky.
 - La investigación incluyó la caracterización de la termodinámica desplegada de seudonudos de ADN. Las técnicas utilizadas incluyeron la calorimetría de barrido diferencial (DSC) y la espectroscopia UV-Vis. Se recopiló con éxito evidencia termodinámica para la formación de un segmento triple entre el asa y el vástago terminal de los seudonudos estudiados.
- 2013: Summer Undergraduate Research Experience (SURE), State University of New York-University at Buffalo. Orientador: Dr. Marc Halfon.
 - El proyecto involucró mutagénesis dirigida al sitio para supuestos sitios de unión al factor Ets en el genoma de *Drosophila melanogaster*, con el fin de determinar su papel corriente abajo de la Rtk/MAPK que señala el camino durante el desarrollo.

Hasta el momento ha escrito junto con sus mentores los dos siguientes artículos científicos, los cuales se encuentran en proceso de publicación:

- E. J. Alvarado & D. D. Méndez-Hernández *et al.*, *Uncertainty and sensitivity analysis of the Marcus electron transfer rate model*.
- E. J. Alvarado & J. A. Arce-Nazario. *Optimizing the average climate model of Puerto Rico*.

También ha realizado las siguientes presentaciones de sus trabajos de investigación en conferencias o eventos científicos:

- Edwin J. Alvarado, Dalvin D. Méndez-Hernández *et al.* *Uncertainty and sensitivity analysis of the Marcus electron transfer rate model*. ABRCMS; 2016 November 9-12; Tampa, FL.
- Edwin J. Alvarado, Luis A. Marky *et al.* *Longer loops of pseudoknots with appropriate sequence form local triplex segments that stabilize DNA molecules*. *Biophysical Society 59th Annual Meeting; 2015 February 7-11; Baltimore, MD*.

- Edwin J. Alvarado, Luis A. Marky *et al.* *Longer loops of pseudoknots with appropriate sequence form local triplex segments that stabilize DNA molecules. SACNAS Annual Meeting; 2014 October 16-18; Los Angeles, CA.*

Su excelencia académica le ha valido ser ganador de becas y reconocimientos, como sigue:

- *Alfred P. Sloan Foundation's Minority Ph.D. (MPHD) Program, Sloan Fellowship, awarded in 2017-18.*
- *National Institutes of Health (NIH), Research Initiative for Scientific Enhancement (RISE) Research Component, supported 5 semesters of on-campus research.*
- *Biophysical Society, Minority Affairs Committee Travel Award, supported travel to BPS 59th Annual Meeting.*
- *Best oral presentation, Precollege Research Symposium, Ana G. Mendez University System, May 2012.*

GUSTAVO A. MARTÍNEZ MUÑIZ



Gustavo cursó sus estudios preuniversitarios mediante una modalidad muy interesante conocida como Homeschooling o Escuela en Casa (ver: <http://www.casaescuela.org/>). El homeschooling o educación en casa es una modalidad alternativa de educación que, como indica su nombre, se lleva íntegramente a cabo desde el hogar. El *homeschooling* es un fenómeno educativo que defiende la educación íntegra de los niños en el hogar familiar por parte de los padres, sin asistir a centros públicos o privados. Tuvo su origen en Estados Unidos, donde empezó a ganar fama en la década de los 80 y poco a poco se ha ido extendiendo al resto del mundo (<https://fun4us.org/2017/02/10/homeschooling/>).

Gustavo terminó sus estudios preuniversitarios en esta modalidad en el año 2012 y ese mismo año ingresó a la Universidad de Puerto Rico, en Cayey, en la carrera de Biología, de la que se graduó en agosto de 2017. En el mismo año comenzó estudios de posgrado en la Universidad de Carolina del Sur en el Programa de Educación en Investigación Postbachillerato (Post-baccalaureate Research Education Program – PREP) en el área de neurociencia.

Además de la experiencia investigativa adquirida en la Academia Sabatina de Investigación del Turabo, Gustavo ha tenido varias experiencias de investigación como estudiante universitario y como estudiante de posgrado. A continuación, una lista de las experiencias investigativas de Gustavo:

- Julio 2017 – Junio 2018: PREP Universidad de Carolina del Sur. *Research in neural development and molecular mechanisms of autism phenotypes following inflammation in the brain*. Orientadora: Dra. Sofía Lizarraga.
- Agosto 2013 – Julio 2017: Universidad de Puerto Rico, Cayey.
 - *Research in Characterizing bacteria and bacteriophages isolated from the soils of Puerto Rico.*
 - *Research in Characterizing bacteria and bacteriophages isolated from compost samples.*
 - *Research in characterizing bacteria that degrade silica particles.*
- Verano 2016: *Rutgers University. Research in Characterization of exosomes from the Ewing's Sarcoma EWS/FLI1 gene.*
- Verano 2015: *University of Georgia at Athens. Research in the study and characterization of Lin28ab DKO mice and their neural tube defects.*
- Verano 2014: *Rutgers University. Identifying the carrier of the rare sugar psicose by competitive inhibition of the fructose transporter GLUT5 and the glucose transporter SGLT1.*

Por sus cualidades académicas Gustavo ha recibido las siguientes distinciones:

- *2011 & 2013: Recipient of Eagle Scout Award and Medal.*
- *2008: Outstanding Musical Achievement Award in Piano.*
- *2012: High Honor in Musical Ability – Piano.*
- *2013 & 2014: First and Second place award for writing creatively with science.*

Conclusiones y recomendaciones

Los estudiantes participantes en la Academia Sabatina de Investigación del Turabo desarrollaron destrezas de gran utilidad para su futuro como estudiantes universitarios, tales como estas: hacer resúmenes (abstracts) de sus trabajos, preparar presentaciones o charlas científicas frente al público, hacer pósters de sus trabajos, saber hacer búsquedas en bases de datos científicas como *PubMed* o *Google Scholar* y filtrar la información obtenida en esas búsquedas, familiarizarse con la lectura de artículos científicos, conocer el método científico, argumentar correctamente para defender sus trabajos de investigación y someterse a la crítica o evaluación de pares, entre otras.

Los proyectos desarrollados por los estudiantes son una excelente herramienta para que ellos aprendan conceptos que no siempre o nunca son ofrecidos en la educación secundaria. Asimismo, esto les permite a los estudiantes aprender a trabajar con problemas concretos; ellos aprenden a analizar este tipo de problemas y a plasmarlos en una investigación.

Este tipo de actividad también es una herramienta muy útil para ayudar a los estudiantes a definir el área en la cual pueden tener mejores posibilidades de éxito cuando ingresen a la universidad. Para los que creen que les gusta la ciencia y van a dedicarse a la misma, la experiencia de participar en el programa les sirve para confirmar esa vocación y adquirir destrezas para su futuro, y a aquellos que tienen duda les sirve para decidirse por una carrera de ciencias o descartar por completo una área de las ciencias para su futura profesión.

Cuando los estudiantes entran a la universidad la experiencia y las destrezas adquiridas en la Academia Sabatina les permite incorporarse en grupos de investigación desde los primeros semestres con gran éxito. En este sentido, podríamos decir que la Academia Sabatina es como una “guardería” o “jardín infantil” de la universidad, donde ellos adquieren esas destrezas que los llevan a caminar más seguros en la vida universitaria.

Un resultado que consideramos importante es que los estudiantes que participan en la Academia Sabatina aprenden a trabajar en grupo, pues a pesar de que algunos trabajan sus proyectos solos, en algún momento trabajan con otros estudiantes ya sea para ayudarse mutuamente o para desarrollar algún otro proyecto. Otra cosa positiva es que aprenden a respetar el trabajo de sus pares, incluso si no entienden nada del tema en que trabajan los otros.

Los estudiantes desarrollaron no solamente lazos académicos, sino que surgieron grandes amistades, lo cual hacía que una vez que terminaba un semestre tenían mucho interés en regresar de nuevo a la actividad, tanto para encontrarse nuevamente con sus amigos como para aprender cosas nuevas. Los estudiantes se divertían mucho con el conocimiento y para los que participaron en varias ocasiones, cada semestre regresaban con muchas expectativas por buscar un nuevo tema para su

nuevo proyecto de investigación. En agosto 27 de 2011, una de las participantes creó una página en Facebook llamada Academia Sabatina del Turabo la cual permitió una mejor comunicación entre los estudiantes mismos, los mentores y todas las personas involucradas en el proceso (<https://www.facebook.com/groups/200333270029183/>).

Algo muy importante es que la Academia Sabatina permitió un alto relacionamiento e integración entre jóvenes de diferentes estratos sociales, puesto que se admitían estudiantes, tanto de instituciones públicas como privadas, sin importar el nivel de ingresos de sus familias.

Los padres de los estudiantes hacían muy buenos comentarios sobre el programa, ellos destacaban que a través del mismo sus hijos adquirirían experiencia, madurez y responsabilidad para su futuro como estudiantes universitarios. Muchos padres se mostraban complacidos y se sentían muy satisfechos al ver cómo sus hijos encontraban su camino hacia el futuro a través de la Academia Sabatina.

Es bien conocido que existe un gran problema con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas. Al respecto, Gonzalez, Dussan y Taborda (2015) encontraron que a los estudiantes que gustan poco de la matemática les parece que es un área difícil, poco útil en su formación personal y en su formación profesional. Estamos convencidos de que este tipo de programa contribuye a cambiar esas concepciones erradas que muchos estudiantes tienen sobre la matemática, mejorar la formación de los estudiantes en otras áreas del conocimiento, e incentivar el gusto por las matemáticas y las ciencias.

Sería recomendable que este tipo de proyecto sea replicado en universidades y colegios en países de Latinoamérica. Nuestros países necesitan formar más investigadores científicos para lograr el desarrollo económico, y creemos firmemente que esta sería una muy buena estrategia para ayudar a formar todos los doctores que nuestros países necesitan para llegar a ser países desarrollados. Por ejemplo, en un informe publicado en Universia Colombia se puede leer lo siguiente: Actualmente en Colombia hay cerca de 4,000 doctores, cifra que aún está bastante lejos de los 40,000 propuestos en 1994 por el Informe de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo, conocida como la Misión de Sabios. “Ni siquiera nos aproximamos al número mínimo con el que deberíamos contar para hacer un verdadero desarrollo”, asegura Rafael Molina, vicerrector de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia. Sin embargo, el objetivo de formar talento humano requiere también de altos estándares de calidad y competitividad (UNIVERSIA, 2011).

Apéndice 1: Títulos de los proyectos desarrollados por los estudiantes

Enero – mayo 2009

1. *A Mathematical Model for Sudden Insect Outbreak*, Carlos Cruz Nieves, Pedro Valentín De Jesús and Brenda Flores Acevedo, Escuela Superior Manuela Toro, Caguas.
2. *A Mathematical Model for a Biochemical Switch*, Joseph Colón Villers and Taryn M. Cruz Nieves, Escuela Superior Manuela Toro, Caguas.
3. *A Mathematical Model for the Evolution of an Epidemic*, Luis Miguel Ortiz Muñoz, Escuela Superior Manuela Toro, Caguas; Celizbets Colón Ortiz, Colegio La Merced, Cayey y Zabdiel Dueño Agosto, Escuela Superior Vocacional Petra Zenón, Trujillo Alto.
4. *A Mathematical Model of a Fishery*, Angel Esparra Cruz, Denise Rivera Soto, Ashly M. Rivera Lizardi, Escuela Superior Manuela Toro, Caguas.

Agosto-diciembre 2009

1. *Evolutionary Analysis of Disease Associate Mutations in the Homo Sapiens Gene KCNQ1, NM_000218*; Valeria Velázquez, Colegio Católico Notre Dame, Caguas.
2. *Evolutionary Analysis of Disease Associate Mutations in the Gene Phosphomanomutase Disease, Type IA (PMM2), NM_000303*; Enrique A. Perez, Colegio Thomas Alva Edison, Caguas.
3. *Evolutionary Analysis of Disease Associate Mutations in the Homo Sapiens Gene (SLC12A3) Gytelman Syndrome, NM_000339*; Dinorah Carrión, Colegio Thomas Alva Edison, Caguas.
4. *Evolutionary Analysis of Disease Associate Mutations in the Homo Sapiens Gene TTR Disease, Amyloidosis Type I, NM_000371*; Diego A. Chamorro, Colegio Thomas Alva Edison School, Caguas.
5. *Evolutionary Analysis of Disease Associate Mutations in the Homo Sapiens Tyrosinase (Oculocutaneous Albinism 1A), (TYR), MRNA, NM_000372*; Jaynee M. Mendoza Céspedes, Colegio Bautista de Caguas, Caguas.
6. *Evolutionary Analysis of Disease Associate Mutations in Homo Sapiens Calcium-Sensing Receptor, (CASR), NM_000388*; Alexander P. Molina Rivera, Colegio Bautista de Caguas, Caguas.
7. *Evolutionary Analysis of Disease Associate Mutations in the Transthyretin Disease, Amyloidosis Type I (TTR), NM_000371*; Noel O. Carrión, Colegio Thomas Alba Edison School, Caguas.

Enero-mayo 2010

1. *Evolutionary Analysis of Disease Associated Mutations in the Homo Sapiens Presenilin 1 (PSEN1), Transcript Variant 1, NM_000021*; Thalia Gomez, Escuela Superior Josefa Pastrana, Aguas Buenas.
2. *Evolutionary Analysis of Disease Associated Mutations in the Homo Sapiens Notch Homolog, Notch3 (Cadasil Syndrome) NM_000435*; Nathalie Fuentes, Escuela Superior José Gauthier Benítez, Caguas.
3. *Evolutionary Analysis of Disease Associated Mutations in the Homo Sapiens Fibrilin 1 (FBN1), NM_000138*; Jaynee Mendoza, Colegio Bautista de Caguas, Caguas.

4. *Evolutionary Analysis of Disease Associated Mutations in the Homo Sapiens Phenylalanine Hydroxylase, PAH, Phenylketonuria Disorder, NM_000277*; Gregory Almena, Escuela Superior José Gauthier Benítez, Caguas.
5. *Evolutionary Analysis of Disease Associated Mutations in the Homo Sapiens Werner Syndrome, Recq Helicase-Like (WRN), NM_000553*; Alexander Molina, Colegio Bautista de Caguas, Caguas.
6. *Evolutionary Analysis of Disease Associated Mutations in the Homo Sapiens Collagen Type I, Alpha 2 (COL1A2), NM_000089*; Jeniffer L. Rosa Delfaus, Colegio Católico Notre Dame, Caguas.

Agosto-diciembre 2010

1. *Non-Stop Decomposition*; Jennifer Patriti, Escuela Manuela Toro Morice, Caguas and Melinda Vargas, Colegio San Antonio Abad, Humacao.
2. *A Mathematical Model to Determine the Time of Decease*; Jennifer M. Reyna, Escuela Superior Petra Mercado Bougart, Humacao and Rafael A. Martinez, Escuela Superior Vocacional Antonio Fernos Isern, San Lorenzo.
3. *A Mathematical Model to Compare the Mexican Population living in Mexico and the Immigrants in USA*; Yuliam M. Pedraza Acevedo and Lorianie M. Colón Navarro, Colegio San Juan Apostol y Evangelista, Caguas.
4. *Proportional Relationship between Hand Distension and Biological Variables*; Nicole M. Colón, Colegio Católico Notre Dame, Caguas and Grace M. Fontáñez, Escuela Superior Petra Mercado Bougart, Humacao.
5. *Research on Development of the Hand*; Mayra A. Ouiles and Juan M. González, Caguas Military Academy, Gurabo.
6. *Analysis and Study of Amino Acid Changes in Niemann-Pick Disease*; Netsha J. Santiago González, Caguas Private School, Caguas.
7. *SIFT Analysis of the Retinoblastoma Protein*; Pablo González, Colegio Católico Notre Dame, Caguas.
8. *Evaluations of Genetic Mutations of Homo Sapiens Beta Globin Sickle Cell Disease*; Thalia Rivera, Caguas Military Academy, Gurabo.
9. *Charcot-Marie-Tooth Disease, Analysis of Gap Junction Beta 1 Gene SIFT Evaluation*; Yimari Vargas, Colegio San Antonio Abad, Humacao.

Enero-mayo 2011

1. *Monooxygenase Analysis in Bacteria and Fungi with an Insight in Bioremediation*; Netsha Santiago González, Caguas Private School, Caguas.
2. *Analysis of the Disease Resistance Gene RPS4 in Arabidopsis Thaliana*; Yan C. Ramos Colón, Colegio del Pilar, Canovanas.
3. *Mutations in Calpain 3 using a Modeling Program*; Carola Figueroa, Colegio Marista, Guaynabo.

4. *Phylogenetic Analysis of Collagen Sequences among Chordates*; José Colón Miranda, Caguas Military Academy, Gurabo.
5. *Gene and Genome Based Bioprospecting*; Jennifer Rosa Delfaus, Colegio Católico Notre Dame, Caguas.
6. *HIV Envelope Glycoprotein (ENV) Sequence between Patients in Puerto Rico*; Christian Díaz Rivera, Caguas Military Academy, Gurabo.
7. *Phylogenetic Analysis of Beta Lactamase in Pathogenic Bacteria*; Edwin Alvarado Rodriguez, Caguas Military Academy, Gurabo.
8. *Analysis of Hydrogenase Enzyme in a Diversity Microbial Pool*; Karla Alverio Valle, Colegio Thomas Alva Edison, Caguas.
9. *Single Nucleotide Polymorphism in the Difference Classes of Dopamine Receptors*; Valerie Flores, Colegio Thomas Alva Edison, Caguas.
10. *The Logistic Population Model and the United States Case*; Joseph Colón & Christian Rodríguez, Escuela Superior Manuela Toro Morice, Caguas.
11. *Modeling the Puerto Rican Population*; Jennifer Patritti, Escuela Superior Manuela Toro Morice, Caguas.

Agosto-diciembre 2011

1. *A Comparison of Opsin 1 Gene and Protanopia Disease in Three Species*; José S. Colón Miranda and Katherine Gomez Restrepo, Caguas Military Academy, Gurabo.
2. *HLA-DQB1 Genomics and its Influence to susceptibility of Diabetes Mellitus T1*; Alondra Baez & Paola Cintrón, Escuela Superior Manuela Toro Morice, Caguas.
3. *Mutations into HBB Gene and their Relationship to sickle Cell Anemia*; Maricela Alejandro Flores, Caguas Military Academy, Gurabo, and Daysha Liz Rodríguez Davila, Colegio Bautista de Caguas, Caguas.
4. *Analysis of Atinic Keratosis and How it Affects the Squamous Cell*; Karla Alverio Valle, Colegio Thomas Alva Edison School, Caguas.
5. *Single Nucleotide Polymorphism of BDNF Gene Associated to Anorexia Nervosa*; Alejandra Figueroa and Nathalie Gonzalez, Caguas Military Academy, Gurabo.
6. *Statistical Comparison of the Trend of Aids in United States and Puerto Rico*; Gabriel Alvarado, Caguas Military Academy, Gurabo.
7. *Comparison of Sarcoptes Scabiei and Cimex Lectularius*; Netsha Santiago, Caguas Private School, Caguas.
8. *Descriptive Basis to Describe the Carrying Capacity of the Planet Nowadays*; Amanda Crastz and Killian Crastz, Colegio Nuestra Señora de la Providencia, San Juan.
9. *Body Index Mass and Obesity in Brazil: A Descriptive Statistical Approach*; Luis F. Diaz, Colegio San Antonio Abad, Humacao.
10. *PSNE1 Protein and its Relationship to Alzheimer's Disease*; Kiara Torres, Academia Bautista de Puerto Nuevo, San Juan.
11. *Analysis of the Chromosome 15Q11-Q13 Prader-Willie Syndrome and the GOLGA8 Protein*; Jennifer Patritti, Escuela Superior Manuela Toro Morice, Caguas.

Enero-mayo 2012

1. *Analysis and Comparison of Ebola Virus VP35 and VP40 and How it Affects the Human Body*; Karla Krystal Alverio Valle, Colegio Thomas Alva Edison, Caguas.
2. *Hair Length in Dogs is Controlled by Fibroblast Growth Factor Gene 5 (FGF5) and Plays Important Role in the Embryonic Development in Humans*; Julia Calderón Ramírez and Jaymarie Osorio, Caguas Military Academy, Gurabo.
3. *Phylogenetic Analysis in the Mutation of Amino Acids in the BLM Gene*; José S. Colón Miranda and Katherine Gomez Restrepo, Caguas Military Academy, Gurabo.
4. *Analysis of HBB-001 and HBB-004 Transcripts of HBB Gene and its Relationship with Beta Thalassemia Disorder*; Amanda Marie Crastz Flores and Kilian Sebastian Crastz Flores, Colegio Nuestra Señora de la Providencia, San Juan.
5. *Comparison of Huntingtin Gene in Homo Sapiens and Mus Musculus*; Ian Febus Gómez, Yakaira Mauricio Merced and Jennifer Suárez Santiago, Caguas Military Academy, Gurabo.
6. *Analysis of Amyotrophic Lateral Sclerosis Caused by SOD1 Gene Mutation*; Alejandra Figueroa and Carmen Roque Pérez, Caguas Military Academy, Gurabo.
7. *Prion Protein and Creutzfeldt Jakob Disease*; Nathalie González and Alba Cruz Alicea, Caguas Military Academy, Gurabo.
8. *Comparison of the PCM1 Gene Among Three Species: Humans, Freshwater Planarian, and House Mouse*; Gustavo Alfonso Martínez Muñoz, Homeschooler, Caguas, and Isamar Torres, Colegio Católico Notre Dame, Caguas.
9. *Analysis of the Relationship of LMNA Protein, LMNA Gene and Hutchinson-Gilford Progeria Syndrome (HGPS)*; Valeria Lee Medina Bermudez, Colegio San Antonio Abad, Humacao.
10. *Sequence Analysis and Comparison of Malaria, Dengue, and West Nile Virus in Mosquitoes*; Netsha Santiago, Caguas Private School, Caguas.
11. *Linear Algebra and the Phenomena of Autosomal Inheritance: The Huntington Disease Case*; Jennifer Patrissi Cram, Escuela Superior Manuela Toro Morice, Caguas.
12. *How the Inheritance of Some Traits is Transmitted from Parents to the Offspring in Labrador Retriever Dog?* Brian Alicea, Abdiely Betancourt and Christian Díaz, Caguas Military Academy, Gurabo.
13. *Application of Mendelian Laws and Punnett Square to Study Inheritance of Autosomal Dominant Juvenil Myoclonic Epilepsy*; Alondra Yaritza Báez Nieves, Escuela Superior Manuela Toro Morice, Caguas
14. *Statistical Analysis of the Relationship between Down Syndrome Births in United States and, Main Characteristics of the Mother During Pregnancy*; Luis F. Díaz Figueroa, Colegio San Antonio Abad, Humacao.
15. *Statistical Analysis of the Relationship Among Types of Offenses Processed in Puerto Rico*; Marlyn Tirado, Escuela Vocacional de Cidra, Cidra.

Agosto-diciembre 2012

1. *Mutations in the Gene GNAS1 of McCune-Albright Syndrome*; Jaymarie Osorio, Caguas Military Academy, Gurabo.
2. *Optimal Tire Pressure for the Best Durability*; Jesus Aponte, Escuela José Collazo Colón, Juncos.
3. *Descriptive Analysis of Dengue Fever in Puerto Rico*; Gabriel Castro, Carvin School, Carolina.
4. *Descriptive Analysis of Sexual Abuse in Puerto Rican Women*; Carol Mercado Santana, Escuela José Collazo Colón, Juncos.
5. *Prediction Model for the Colony Collapse Disorder*; Bryan Fuentes, Academia Bautista de Puerto Nuevo, San Juan.
6. *Comparison of Asthma Tendencies in United States*; Aryam N. Rivera Ortíz, Homeschooler, Caguas.
7. *Mutations on the Gene GATA2 of Moebius Syndrome*; Ian Febus and Natalie Gonzalez, Caguas Military Academy, Gurabo.
8. *Relationship between unemployment and Homicides-Murders in Puerto Rico*; Fernando Guzmán, Escuela José Collazo Colón, Juncos.
9. *Factors affecting Suicide rates in United States*; Adrián Manuel Vázquez, Colegio Cristo Redentor, San Juan.
10. *Statistical Analysis of the Components of the Milk in Different Species*; Leysa A. López González and Verónica C. Fraguada Rodríguez, Escuela Superior José Collazo Colón, Juncos.
11. *A statistical model to analyze ozone depletion due CFC emissions*; Alondra Y. Baez, Escuela Superior Manuela Toro Morice, Caguas.
12. *Application of Mendelian Laws and Punnett Square to study Inheritance of Autosomal Recessive Harlequin Ichthyosis*; Jancie L Santiago González, Caguas Private School, Caguas.
13. *Sequence Analysis of Niemann-Pick Disease Type C1*; Netsha J. Santiago González, Caguas Private School, Caguas.
14. *The comparison of the Von Williebrand gene in Homo sapiens and Mus musculus's*; Kalijah Chapman and Kristal Roman, Escuela Educación Bilingüe de Cidra, Cidra.
15. *Comparative Analysis of a depletion on the AGK Gene in two organisms that Causes Sengers Syndrome*; Amanda M. Crastz Flores, Colegio Nuestra Señora de la Providencia, San Juan.
16. *Implications of oxidative process in genes related to Diabetes Mellitus*; Michael Hernandez, Christian Nazarene Academy, Levittown.
17. *Eigenvalues and Eigenvectors and their Application in the Inheritance Evolution of Batten Disease*; Luana M. Paredes Sánchez, Colegio Católico Notre Dame, Caguas.
18. *Comparative Analysis of the Protein that Causes Polydactyly on Different Species*; Kilian Crastz Flores, Colegio Nuestra Señora de la Providencia, San Juan.
19. *Mutations on the genes CDKN1C and IGF2 related to Beckwith Wiedemann Syndrome*; Roshelly Quiñones, Caguas Military Academy, Gurabo.
20. *Application of Mendelian Laws and Punnett Square to study Inheritance of Autosomal Dominant Von Williebrand Disease*; Alicia Vega, Colegio Católico Notre Dame, Caguas.

21. *Application of Punnett Square to Equine coat color genetics*; Nacexlyn Flores, Escuela Isabel Flores, Juncos.

Enero-mayo 2013

1. *Linear regression model for levels of carbon dioxide on the atmosphere*; Génesis Elise Aponte, Escuela Educación Bilingüe de Cidra, Cidra.
2. *Mathematical model that describes systolic pressure*; Sofía Álvarez Pérez y Kristal Román, Escuela Educación Bilingüe de Cidra, Cidra.
3. *Using differential equations to determine the percentage of the original amount of C-14 remaining in "The Shroud of Turin"*; Luana M. Paredes y Alicia Vega, Colegio Católico de Notre Dame, Caguas.
4. *Mathematical model for the number of sunspots*; Christine M. Baldaguez, CIMATEC, Caguas y Julie A. Colón, Escuela Superior Vocacional, Cidra.
5. *Linear regression model for life expectancy*; Jancie Santiago, Caguas Private School, Caguas.
6. *Mathematical model to predict the cooling temperature of a cake*; Netsha J. Santiago, Caguas Private School, Caguas.
7. *Linear regression model for the melting of ice in the Arctic Ocean*; Gabriel Castro, Carvin School, Carolina.
8. *A pedigree chart to study the hereditary equine regional dermal asthenia disease*; Nacexlyn Flores Miranda, Escuela Superior Isabel Flores, Juncos.
9. *Descriptive analysis of pollution and life expectancy*; Ykailah Núñez, Colegio Católico Notre Dame, Caguas.
10. *Analysis of shox gene point alanine related to turner syndrome*; Aryam N. Rivera Ortíz. Homeschooler. Caguas.
11. *Study of NF1 gene on location 1306 related to neurofibromatosis type 1 disease*; Rahaiza Jaylee Castro Colón, José Collazo Colón, Juncos y Gabriela Alejandra Rodriguez Morales, Colegio Bautista de Caguas, Caguas.
12. *Application of mendelian laws and Punnet square to study inheritance of progenia*; Johan Torres Rosa y Roberto González Crespo, Colegio Católico Notre Dame, Caguas.
13. *Mathematical model for bacteria growth of wells in Puerto Rico*; Amanda Crastz, Colegio Nuestra Señora de la Providencia, San Juan.
14. *Two approaches to study Juvenile Myoclonic Epilepsy (JME) disease: amino acid mutations analysis and inheritance pattern with partial penetrance*; Alondra Y. Báez, Escuela Superior Manuela Toro Morice, Caguas.

Apéndice 2: Certificaciones obtenidas por uno de los participantes en la Academia Sabatina

Completion Report

Page 1 of 1

CITI Collaborative Institutional Training Initiative (CITI)

RCR TRAINING FOR EDUCATIONAL PURPOSES Curriculum Completion Report Printed on 8/27/2011

Learner:
Institution: Ana G. Mendez University System
Contact Information

RCR TRAINING FOR EDUCATIONAL PURPOSES:

Stage 1. Stage 1 Passed on 08/27/11 (Ref # 5625054)

| Required Modules | Date Completed | Score |
|--|----------------|------------|
| Responsible Mentoring 04-13619 | 08/27/11 | 5/5 (100%) |
| Introduction to the Responsible Conduct of Research | 08/20/11 | no quiz |
| Research Misconduct 1-1215 | 08/27/11 | 4/5 (80%) |
| Data Acquisition, Management, Sharing and Ownership 1-1308 | 08/20/11 | 5/5 (100%) |
| Publication Practices and Responsible Authorship 1-1380 | 08/20/11 | 4/5 (80%) |
| Peer Review 1-1368 | 08/27/11 | 4/5 (80%) |
| Conflicts of Interest and Commitment 1-1622 | 08/27/11 | 4/6 (67%) |
| Collaborative Research 1-1450 | 08/20/11 | 5/6 (83%) |
| The CITI RCR Course Completion Page. | 08/20/11 | no quiz |

For this Completion Report to be valid, the learner listed above must be affiliated with a CITI participating institution. Falsified information and unauthorized use of the CITI course site is unethical, and may be considered scientific misconduct by your institution.

Paul Braunschweiger Ph.D.
Professor, University of Miami
Director Office of Research Education
CITI Course Coordinator

[Return](#)

<https://www.citiprogram.org/members/learnersII/crbystage.asp?strKeyID=DA9FEA02-C8...> 8/27/2011

CITI Collaborative Institutional Training Initiative

**IRB Training for faculty/ students/ researchers in Biomedical Research Curriculum Completion Report
Printed on 8/27/2011**

Learner:
Institution: Ana G. Mendez University System
Contact Information

IRB Training for Educational Purposes: No direct contact with human subjects.

Stage 2. Refresher Course Passed on 08/20/11 (Ref # 5625053)

| Required Modules | Date Completed | Score |
|---|----------------|------------|
| Refresher Course 200 Introduction | 08/20/11 | no quiz |
| History and Ethical Principles. | 08/20/11 | no quiz |
| Regulations and Process, Part 1 | 08/20/11 | 0/1 (0%) |
| Regulations and Process, Part 2 | 08/20/11 | 1/1 (100%) |
| Genetics Research, Part 1 | 08/20/11 | 1/1 (100%) |
| Genetics Research, Part 2 | 08/20/11 | 1/1 (100%) |
| Records-Based Research, Part 1 | 08/20/11 | 0/1 (0%) |
| Records-Based Research, Part 2 | 08/20/11 | 1/1 (100%) |
| Records-Based Research, Part 3 | 08/20/11 | 1/1 (100%) |
| Research with Protected Populations - Vulnerable Subjects: An Overview | 08/20/11 | 1/1 (100%) |
| Group Harms: Research with Culturally or Medically Vulnerable Groups. | 08/20/11 | 3/3 (100%) |
| HIPAA and Human Subjects Research. | 08/20/11 | 2/2 (100%) |
| Conflicts of Interest in Research Involving Human Subjects. | 08/20/11 | 1/2 (50%) |
| How to Complete the CITI Refresher Course and Receive a Completion Report | 08/20/11 | no quiz |
| Ana G. Mendez University System | 02/12/11 | no quiz |

For this Completion Report to be valid, the learner listed above must be affiliated with a CITI participating institution. Falsified information and unauthorized use of the CITI course site is unethical, and may be considered scientific misconduct by your institution.

Paul Braunschweiger Ph.D.
Professor, University of Miami
Director Office of Research Education
CITI Course Coordinator

[Return](#)

<https://www.citiprogram.org/members/learnersII/crbystage.asp?strKeyID=100DCBAA-B0...> 8/27/2011

CITI Collaborative Institutional Training Initiative

**IRB Training for faculty/ students/ researchers in Biomedical Research Curriculum Completion Report
Printed on 8/27/2011**

Learner:
Institution: Ana G. Mendez University System
Contact Information

IRB Training for faculty/ students/ researchers in Biomedical Research:
Choose this group to satisfy CITI training requirements for Investigators and staff involved primarily in biomedical research with human subjects.

Stage 1. Basic Course Passed on 02/12/11 (Ref # 5625052)

| Required Modules | Date Completed | Score |
|--|----------------|------------|
| Belmont Report and CITI Course Introduction | 02/12/11 | 2/3 (67%) |
| History and Ethical Principles | 02/12/11 | 4/7 (57%) |
| Basic Institutional Review Board (IRB) Regulations and Review Process | 02/12/11 | 5/5 (100%) |
| Informed Consent | 02/12/11 | 4/4 (100%) |
| Social and Behavioral Research for Biomedical Researchers | 02/12/11 | 3/4 (75%) |
| Records-Based Research | 02/12/11 | 1/2 (50%) |
| Genetic Research in Human Populations | 02/12/11 | 1/2 (50%) |
| Research With Protected Populations - Vulnerable Subjects: An Overview | 02/12/11 | 4/4 (100%) |
| Vulnerable Subjects - Research with Prisoners | 02/12/11 | 4/4 (100%) |
| Vulnerable Subjects - Research Involving Minors | 02/12/11 | 3/3 (100%) |
| Vulnerable Subjects - Research Involving Pregnant Women, Fetuses, and Neonates | 02/12/11 | 3/3 (100%) |
| International Studies | 02/12/11 | 1/1 (100%) |
| Group Harms: Research With Culturally or Medically Vulnerable Groups | 02/12/11 | 3/3 (100%) |
| FDA-Regulated Research | 02/12/11 | 5/5 (100%) |
| Research and HIPAA Privacy Protections | 02/12/11 | 7/11 (64%) |
| Workers as Research Subjects-A Vulnerable Population | 02/12/11 | 4/4 (100%) |
| Conflicts of Interest in Research Involving Human Subjects | 02/12/11 | 1/2 (50%) |
| Ana G. Mendez University System | 02/12/11 | no quiz |

<https://www.citiprogram.org/members/learnersII/crbystage.asp?strKeyID=EDBAD257-DE...> 8/27/2011

CITI Collaborative Institutional Training Initiative (CITI)

**Biosafety Training for Students Curriculum Completion Report
Printed on 8/27/2011**

Learner:
Institution: Ana G. Mendez University System
Contact Information

Biosafety Training for Students:

Stage 1. Stage 1 Passed on 08/20/11 (Ref # 5625055)

| Required Modules | Date Completed | Score |
|---|----------------|------------|
| Safe Pipetting and Miscellaneous Work Practices | 02/12/11 | 2/2 (100%) |
| Biosafety Course Introduction | 02/12/11 | no quiz |
| Biosafety Course Overview | 08/20/11 | 6/8 (75%) |
| Laboratory-Associated Infections | 08/20/11 | 5/5 (100%) |
| Biohazard Risk Assessment | 02/22/11 | 5/8 (63%) |
| Medical Surveillance | 02/12/11 | 7/8 (88%) |
| Risk Management - Work Practices | 02/12/11 | 2/2 (100%) |
| Work Safely with Sharp Instruments | 02/12/11 | 2/2 (100%) |
| Disinfection | 02/12/11 | 2/2 (100%) |
| Risk Management - Personal Protective Equipment | 02/12/11 | 6/8 (75%) |
| Risk Management - Emergency and Spill Response | 02/12/11 | 6/8 (75%) |

For this Completion Report to be valid, the learner listed above must be affiliated with a CITI participating institution. Falsified information and unauthorized use of the CITI course site is unethical, and may be considered scientific misconduct by your institution.

Paul Braunschweiger Ph.D.
Professor, University of Miami
Director Office of Research Education
CITI Course Coordinator

[Return](#)

Apéndice 3: Currículum participantes destacados Academia Sabatina

Pedro Valentín De Jesús

Department of Mathematics, The University of Iowa, Iowa City, IA 52242 USA
787-664-4081
pedro-valentindejesus@uiowa.edu

Personal Profile

I am a self-motivated and adaptable Ph.D. student eager to work on mathematical physics.

Awards and Acknowledgements

- Alfred P. Sloan Scholar Fellowship
- Graduate Assistance in Areas of Need (GAANN) Fellowship
- Student in the Honor Roll of the UPR-RUM in 2010-14.

Education

- University of Puerto Rico, Mayagüez Campus, 2010-2015
B.S. in Theoretical Physics and Pure Mathematics
- (Currently) The University of Iowa, 2015-expected date 2020
Ph.D in Mathematics

Employment & Research experience

- Teaching Assistant, Department of Mathematics,
The University of Iowa, 2016-currently
- Research Assistant, Program: Penn State Physics and Materials REU
Penn State University: University Park Campus, Summer 2014
Faculty Advisor: Dr. Venkatraman Gopalan
Project description: Determinate the affine and Euclidean normalizer groups of the subperiodic crystallographic groups by computational methods.

Publication:

- B. K. VanLeeuwen, P. Valentin De Jesús, D. B. Litvin and V. Gopalan. The affine and Euclidean normalizers of the subperiodic groups (November 2014). Acta Crystallographica, Section A, Foundations and Advances.

Jennifer Patritti Cram

4920 Strathmore Dr. Apt #9 Cincinnati OH

(787) 595-1832

Education

Interdisciplinary Neuroscience Doctoral Program,
University of Cincinnati

Neuroscience B.S. with research distinction,
The Ohio State University

Research Experience

- Rotation: Dr. Nancy Ratner at Cincinnati Children's Hospital- Department of Cancer Biology and Hematology. Project title: *cAMP levels in NF1 immortalized human Schwann cells.*
- Spring 2013-2016, Molecular Genetics Department at The Ohio State University. Student Researcher. Research Mentor: Dr. Helen Chamberlin PhD. Project Title: *Identification and characterization of the novel tumor suppressor gene gon-14 in C.briggsae.*
 - Research skills (1) Molecular biology: RNA extraction, qRT-PCR, molecular cloning for RNAi, PCR for genotyping (2) Genetic analysis: genetic mapping, genetic screen for suppressors (3) Microscopy: phenotypic analysis of C.briggsae Multivulva mutants
- Genetics Research 2010-2012, Universidad Del Turabo, Puerto Rico. Research Mentor: Mario Paredes PhD.
 - Research Project: *Linear Algebra and the Phenomena of Autosomal Inheritance: The Huntington Disease Case.* May 2012. This project was awarded as the Best Oral Presentation at AGMUS Spring 2012 Pre- College research Symposium
 - Research Project: *Analysis of the Chromosome 15Q11-Q13 Prader-Willi Syndrome and the OCA2 Protein.* December
- Biomathematics Research 2009-2010, Universidad Del Turabo, Puerto Rico. Research Mentor: Dr. Mario Paredes PhD,
 - Research Project: *Modeling the Puerto Rican Population.* May 2011.
 - Research Project: *Non-Stop Decomposition.* December 2010. This project was awarded as the Best Oral Presentation at AGMUS Winter 2010 Pre-College Research Symposium.
- Summer Research Internship Program, University of Vermont & St. Michael's College with Mentor Dr. Declan McCabe, Biology Department; [Lake Champlain Basin Program www.lcbp.org](http://www.lcbp.org) (Summer 2011).

Research Fellowships and Scholarships

Fellowships

- NIH Pre- Doctoral Training in the Neurosciences, T-32 training grant (July 2016)
- Yates Fellowship, Graduate School at the University of Cincinnati (Spring 2016)
- Graduate Dean's Excellence Scholarship at the University of Cincinnati (Spring 2016)
- Pelotonia Fellowship for Cancer Research- The James Comprehensive Cancer Center at The Ohio State University. (Spring 2015-Present)

Scholarships

- Undergraduate Education 2015 Summer Research Fellowship (Summer 2015)
- Undergraduate Education 2014 Summer Research Fellowship (Summer 2014)
- Arts & Sciences Honors Undergraduate Research Scholarship (Spring 2015)
- Arts & Sciences Honors Undergraduate Research Scholarship (November 2014)
- Rumba Program Scholar (Research for Undergraduates: Mathematical Biology Application) (NSF) (2013-2014)

Conference Presentation Experience

- Society for the Advancement of Hispanics and Native Americans in Science Conference SACNAS (October 2015)
 - Patritti Cram, Jennifer., Helen Chamberlin PhD. Identification and characterization of the novel tumor suppressor gene gon-14 in *C.briggsae* Muv mutants. Molecular Genetics Department at The Ohio State University.
- ABRCMS National Conference Poster Presentation (November 2014)
 - Patritti Cram, Jennifer., Helen Chamberlin PhD. Evolution of cell signaling networks: a study of the EGF signaling pathway in *C.briggsae* for comparison to *C.elegans*. Molecular Genetics Department at The Ohio State University.
- SACNAS National Conference Poster Presentation (October 2014)
 - Patritti Cram, Jennifer., Helen Chamberlin PhD. Evolution of cell signaling networks: a study of the EGF signaling pathway in *C.briggsae* for comparison to *C.elegans*. Molecular Genetics Department at The Ohio State University.
- Dean's Choice Award Poster Research Presentation STEP Expo OSU (October 2014)
 - Patritti Cram, Jennifer., Helen Chamberlin PhD. Evolution of cell signaling networks: a study of the EGF signaling pathway in *C.briggsae* for comparison to *C.elegans*. Molecular Genetics Department at The Ohio State University.
- MBI Capstone Conference Poster Presentation (August 2014)
 - Patritti Cram, Jennifer., Helen Chamberlin PhD. Evolution of cell signaling networks: a study of the EGF signaling pathway in *C.briggsae* for comparison to *C.elegans*. Poster emphasized the mathematical model used in my laboratory. This model consists of coupled ordinary differential equations that were constructed by using the interaction networks EGF (Epidermal Growth Factor)/Notch/ Wnt. Molecular Genetics Department at The Ohio State University.
- Poster Presentation at the Denman Undergraduate Research Forum OSU (Spring 2014 & Spring 2015)
 - Patritti Cram, Jennifer. Helen Chamberlin PhD. *C.elegans* vs. *C.briggsae* lin-3/EGF gene comparison. Molecular Genetics Department at The Ohio State University.
- Poster Presentation at The Natural and Mathematical Sciences Research Forum (NMS) (Spring 2013, Spring 2014, Spring 2015)
 - Patritti Cram, Jennifer. Helen Chamberlin PhD. *C.elegans* vs. *C.briggsae* lin-3/EGF gene comparison. Molecular Genetics Department at The Ohio State University.

Academic Honors, Awards, Scholarships

Honors

- Graduated with research distinction in Molecular Genetics (Spring 2016)
- Dean's List (GPA 3.6) (Spring 2014)
- Louis Stokes Alliance for Minority Participation (LSAMP) Scholar (2013-Present)
- Program for Advising in Scholarship and Service Scholar (2012-Present)

Awards

- NSP Associate- Society for Neuroscience-Neuroscience Scholars Program (2017-2019)
- Recipient of the Rising Star Award, College of Arts and Sciences OSU (2013-2013)
- Rafael Carrion Jr. Excellence Award (College Board) (2012)
- Cooperative Scholarship Housing- Stadium Scholarship Program (SSP) (2012-2014)

Scholarships & Grants

- Scarlet and Gray Grant Recipient (2013-Present)
- Wagner Scholarship (2012-2013)
- Morill Scholars Program- Excellence Scholarship (2012-Present)
- Kinesis Scholarship (2012-Present)
- Pfizer Scholarship (2012)
- Science and Technology Scholarship –Caguas, Puerto Rico (2012-Present)
- Cooperative Scholarship- Stadium Scholarship Program (SSP) (2012-2014)

Leadership Experience

- Vice-President of the University of Cincinnati SACNAS Chapter (present)
- Ohio Latino Education Summit-leading discussion session entitled "Building Science Networks for Latino Students, Faculty and Researchers" University of Cincinnati, March 2017.
- Invited as a judge for the evaluation of high school student's posters in Neuroscience and Genomics- Ana G. Méndez University System; Pre-College Research Symposium, December 2016.
- Mentor McNair/STARS Mentoring Program. (First year of Grad School)
- Vice-President SACNAS Chapter OSU- Society for Advancement of Chicanos and Native Americans in Science. (2015-present)
- Founding President SACNAS Chapter OSU- Society for Advancement of Chicanos and Native Americans in Science. (2013- 2015)
 - Preside all chapter meetings
 - Leadership and delegation of tasks of all chapter activities
 - Organization and logistics of chapter activities
 - Oversee execution of tasks within executive board
 - Schedule chapter meetings and events
 - Create agendas for general assemblies
 - Coordinate community service activities
- Mentor in the Undergraduate Research MENTORship Program at The Ohio State University

- Vice-President of PRSA (Puerto Rican Student Association) at The Ohio State University. (2012-2014)
 - Perform duties of President when absent
 - Attend events of the University-wide Council Hispanic Associations (UCHO)
 - Attend financial meetings with Treasurer
 - In charge of internal team building, leadership and socials of executive board members
 - Coordinate community service activities

- New York Academy of Science- member (2015-current).
- Invited as Judge in the Evaluation of 8 Genomic Poster and Oral Presentations- Ana G. Méndez University System; Pre-College Research Symposium; Sheraton Convention Center (December 2012 & Spring 2013)
- Vice-President of PRSA (Puerto Rican Student Association at OSU) (2012-2013)

Nathalie Fuentes, B.S.
Graduate Student in the Department of Pediatrics
The Pennsylvania State University College of Medicine

CONTACT INFORMATION

Lab Address: 500 University Drive, MC H085. Hershey, PA, 17033
Lab Phone: (717) 531-0003 Ext. 280754
Email: nfuentes1@pennstatehealth.psu.edu
Web: <https://www.linkedin.com/in/nathaliefuentes>

PERSONAL INFORMATION

Date of Birth: February 20, 1992
Place of Birth: Caguas, Puerto Rico
Citizenship: U.S. Citizen

EDUCATION

- 2015 – *ongoing* **Doctor of Philosophy degree** in Biomedical Sciences.
Penn State University College of Medicine, Hershey, PA.
Thesis Advisor: Dr. Patricia Silveyra
Thesis Dissertation: Sex Differences and Role of Sex Hormones in the
Expression of Inflammatory Mediators and Lung Function
- 2010 – 2015, **B.S.** **Bachelor of Science degree** with a major in Biochemistry plus a minor
in Spanish. Iowa State University, Ames, Iowa.

CURRENT POSITION

Graduate Research Assistant of Pediatrics and Biochemistry and Molecular Biology.
Since I joined my thesis lab, I have been discerning the molecular basis of sex differences in lung inflammation to help in the development of sex-specific therapies that will deal with these health disparities. To define the role of sex hormones in lung inflammation, I am using mouse models, and techniques in biochemistry and molecular biology.

ONGOING RESEARCH SUPPORT

Center for Research on Women and Newborn Health (P Silveyra, PI) 05/01/2017-05/01/2018 "Role of inflammatory biomarkers in the development of pulmonary hypertension in extremely low birth weight premature infants" The goal of this study is to identify proteomic biomarkers for early detection of pulmonary hypertension. Role: Co-investigator

AWARDS AND HONORS

- 2017 Penn State Graduate Alumni Endowed Scholarship
- 2017 The Class of 1971 and 1974 Awards, Penn State College of Medicine
- 2017 Penn State Junior Mentor Recognition, Penn State College of Medicine
- 2017 Young Investigator Award from Society for Experimental Biology and Medicine
- 2017 American Physiological Society Minority Travel Fellowship Award to attend the Experimental Biology Conference
- 2017 American Association for the Advancement of Science Travel Award sponsored by Yale Ciencia Academy
- 2016 Travel Scholarship to the Society for the Advancement of Chicanos/Hispanics and Native Americans in Science (SACNAS) Conference
- 2016 The American Association for the Advancement of Science (AAAS)/Science Program for Excellence in Science
- 2016 Penn State Junior Mentor Recognition, Penn State College of Medicine
- 2015 National Science Foundation (NSF) Graduate Research Fellowship Program (GRFP) Honorable Mention
- 2015 Mentor of the Year, Department of Academic Support, Iowa State University
- 2014 Collegian of Innovation and Leadership Iowa Finalist, Technology Association of Iowa
- First place in the Scientific Oral Presentation Category in the 2014 McNair Research Symposium
- 2014 Outstanding Excellence in Mentoring Award by The Iowa Illinois Nebraska STEM Partnership for Innovation in Research and Education (IINSPIRE) NSF LSAMP Alliance
- 2013 HENAAC National Conference Symposium Undergraduate Poster Winner
- 2014 - 2015 Latinos Unidos of Iowa Scholarship
- 2014 - 2015 W. Stanton Deming Minority Scholarship
- 2014 Outstanding First Year McNair Scholar
- 2013 - 2015 IINSPIRE LSAMP Scholar
- 2012 - 2014 Iowa State University Dilworth Scholarship
- 2011 First Place in Oral Presentation, Annual Chemistry Research Symposium
- 2010 - 2014 Gonzalo Aponte, Fundación Comunitaria de Puerto Rico Scholarship
- 2010 First Place in the Research Academy Symposium, Ana G. Mendez University
- 2010 Special Recognition by the American Association of Pharmaceutical Scientists (AAPS)
- 2010 Merck & Co. Scholarship

PROFESSIONAL EXPERIENCE

Aug 2016- **Graduate Research Assistant of Pediatrics and Biochemistry and Molecular Biology.** Penn State College of Medicine. Advisor: Patricia Silveyra, PhD. In this role, I am investigating the role of sex hormones in lung inflammation taking into consideration sex differences. As a graduate student, I am developing my career by increasing my

involvement in funding opportunities, peer discussions and communication skills through public speaking, teaching, and scientific writing.

- Dec 2016-** **Yale Ciencia Academy Fellow.** Yale University, New Haven, CT. Mentor: Giovanna Guerrero-Medina, PhD and Mónica Feliú Mójér, PhD. The Yale Ciencia Academy is a competitive year-long program, that provides me with opportunities for mentoring, peer support, and networking; to develop skills important for my career advancement; and to contribute to the community through science outreach. NIH: R25GM114000.
- Jun 2016- Jul 2016** **Data Science Fellow.** Icahn School of Medicine at Mount Sinai, NY. Mentor: Luz Claudio, PhD. I was part of the Mount Sinai Community Research Education and Engagement for Data Science (CREEDS). It was an intensive, practical summer school experience in computational genomics, which included problem solving to tackle real-life biomedical questions and the use of a variety of bioinformatics programs.
- Apr 2016- May 2016** **Graduate Research Assistant of Pharmacology.** Penn State College of Medicine. Advisor: Fumiaki Imamura, PhD. This was an educational rotation where I was able to study the effects of olfactory inflammation on the nervous system and its contribution to Parkinson's disease using immunohistochemistry and a mouse model. Also, I analyzed the mechanisms regulating the effect and action of IL-1 β on the olfactory sensory neurons and microglia located in the olfactory bulb and epithelium.
- Jan 2016- Mar 2016** **Graduate Research Assistant of Pediatrics. and Biochemistry and Molecular Biology.** Penn State College of Medicine. Advisor: Patricia Silveyra, PhD. In this educational rotation, I established sex differences in lung function and inflammation at different stages of the estrous cycle in mice and defined the role of estradiol in basal levels of inflammation.
- Sep 2015- Dec 2015** **Graduate Research Assistant of Pediatrics.** Penn State College of Medicine. Advisor: Sinisa Dovat, MD/PhD. In this educational rotation, I studied the regulation of gene expression in leukemia by a tumor suppressor *Ikaros* and Casein Kinase II. For this, I used a retroviral gene transfer system to deliver the target gene into leukemia cells to observe the effect of the transcription factors on cell differentiation, leukemia suppression and/or leukemogenesis.
- Jun 2015- Aug 2015** **Mount Sinai International Exchange Program for Minority Students Fellow.** Department of Biophysics, University Federal of Rio de Janeiro, RJ Brazil. Advisor: Mauro Rebelo, PhD. This competitive fellowship allows students to conduct research abroad. My research was about

genetic engineering microorganisms for bioremediation. I performed CrMTa2 cloning in surface display system plasmid and transformation in *C. metallidurans*.

Jun 2014- Aug 2014 NIH/NIDDK Short-Term Research Experience for Underrepresented Persons (STEP-UP) Fellow. Schepens Eye Research Institute, Harvard University. Advisor: Dong Feng Chen, MD/PhD. In this internship, I was able to screen novel neuroprotective molecules on retinal ganglion cells survival and neurite growth, and to explore the possibility of using genetic approaches to promote regeneration of the optic nerve and restoration of function.

Aug 2013- May 2014 Research Assistant. Department of Biochemistry, Biophysics and Molecular Biology, Iowa State University. Advisor: Alan A. DiSpirito, PhD. In this role, I explored the role of methanobactin in metal acquisition and activity of the particulate methane monooxygenase. I was responsible for the synthesis of methanobactin SB2 and OB3B using the fermenter dialysis culture technique to grow bacteria, and for the use of the spectrophotometer to measure the concentration and absorbance of metal particles. This project conducted to a scientific publication in the Journal of Inorganic Biochemistry.

Jun 2012- Aug 2012 NIH/NIDDK STEP-UP Fellow. Department of Biochemistry, Medical Science Campus, University of Puerto Rico. Advisor: Carmen L. Cadilla, PhD. As an intern, I was interested in the molecular mechanisms of *TWIST1/2* as transcription factors, and the molecular pathology involved in Setleis Syndrome. I tested several antibodies for the detection of endogenous *TWIST1* and *TWIST2* proteins in human cell lines.

Sep 2011- May 2012 Research Assistant. Department of Chemistry, University of Puerto Rico, Río Piedras Campus. Advisor: Angel Morales, PhD. In this position, I developed different silica and zirconia aerogels in order to study the structure-property relationships.

Jun 2011- Aug 2011 NIH/NIDDK STEP-UP Fellow. Penn State College of Medicine. Advisor: Sinisa Dovat, MD/PhD. In this position, I identified target genes of tumor suppressor *Ikaros* in leukemia cells, designed new chromatin immunoprecipitation technique to optimize the identification of genes linked to *Ikaros*, and cloned the promoter region of the genes related to *Ikaros* for *in vitro* luciferase transcription assays. This project won several awards.

Jan 2011- May 2011 Research Assistant. Department of Chemistry, University of Puerto Rico, Río Piedras Campus. Advisor: Angel Morales, PhD. As a research assistant, I determined the effectiveness of commercial antacids, led a student research group, managed workflow, provided input in all research

deliverables decision making and final editing in every step of the proposal.

Jun 2010- Aug 2010 NIH/NIDDK STEP-UP Fellow. Department of Biochemistry, Medical Science Campus, University of Puerto Rico. Advisor: Carmen L. Cadilla, PhD. In this internship, I screened for mutations in the *HPS1* and *HPS3* genes in Puerto Rican patients heterozygous for founder mutations. I performed the mutation screening by exon and intron screening using PCR and automated DNA sequencing with dye terminator chemistry.

Jan 2010- May 2010 Saturday Research Academy Fellow. Ana G. Mendez University System. Advisor: Raúl Navedo. In this academy, I investigated the evolutionary rates of the disease-associated sites of the *NOTCH* gene. In addition, I built a phylogenetic tree using MEGA software.

Jun 2009- Aug 2009 NIH/NIDDK STEP-UP Fellow. Department of Biochemistry, Medical Science Campus, University of Puerto Rico. Advisor: Carmen L. Cadilla, PhD. In this role, I helped to develop a pharmacogenetic (PGt)-guided approach to optimize dosage in patients taking antidepressants in Puerto Rico. I genotyped the CYP2D6*4 variant on peripheral leukocytes DNA by molecular biology techniques.

TEACHING EXPERIENCE

2013 – 2015 Academic Tutor. Biochemistry, Chemistry, English, Spanish (undergraduate students). Iowa State University. Ames, Iowa.

2011 Academic Tutor. General Chemistry. University of Puerto Rico, Río Piedras Campus. San Juan, Puerto Rico.

MENTORING EXPERIENCE

Graduate Students:

Aflah Hanafiah (Fall 2017). The Big/Little Mentoring Program provides a framework for graduate students to develop and sustain mentoring relationships by matching incoming freshman with upper division graduate students. My mentee received personalized academic and social support, advice, encouragement, and insight. With this, I gained the satisfaction and knowledge from guiding fellow students while fostering a sense of community.

Undergraduate Students:

Jonathan Pesantez (Summer 2017). Funded by the Center for Research on Women and Newborn Health. I developed and designed the overall research project. I directly supervised the student throughout the summer. The student learned laboratory techniques, acquired

communication skills and had the opportunity to present our research at Penn State College of Medicine and Franklin & Marshall University.

Project: "Role of Estrogen Receptors in Alveolar Macrophage Polarization in Women and Infants"

Pranay Manda (Summer 2017). As a Penn State Junior Mentor, I was paired with an undergraduate student for the summer. I helped him prepare a Journal Club presentation and scheduled weekly meetings to discuss professional development topics and graduate school application process.

Alexandra Ogando (Summer 2016). Sponsored by NIH. As a mentor, I helped the intern learn basic lab techniques, prepare an abstract, perfect an oral presentation and prepare a Journal Club presentation.

Project: "Role of *HtrA1* as tumor suppressor in carcinogenesis"

The student successfully presented her research at the Penn State Research Symposium.

Vimal Konduri (Summer 2014). As part of the NIH/NIDDK STEP-UP Program, my advisor Dr. Dong Feng Chen, assigned me a student from Harvard University. I taught him molecular biology techniques and developed a research project.

Project: "Screening of Compounds to Enhance Neuroprotection and Neurite Growth in Retinal Ganglion Cells"

The student presented the project at the Harvard College Program for Research in Science and Engineering (PRISE).

Jorge Utrilla Burgaz (2013- 2015). Sponsored by the Academic Support Department, Iowa State University. As a peer mentor, I helped the student to find more efficient ways to organize, manage his time, improve study skills and test preparation.

Alejandra Galvis (2013- 2015). Sponsored by the Academic Support Department, Iowa State University. As a peer mentor, I helped the student to find more efficient ways to organize, manage his time, improve study skills and test preparation.

Jhoa Luque Leon (2014-2015). Sponsored by the Academic Support Department, Iowa State University. As a peer mentor, I helped the student to find more efficient ways to organize, manage his time, improve study skills and test preparation.

The student improved her grades and was selected as student and athlete of the month twice in the academic year.

Celia Barquín (2014-2015). Sponsored by the Academic Support Department, Iowa State University. As a peer mentor, I helped the student to find more efficient ways to organize, manage his time, improve study skills and test preparation.

The student received a top 5% scholarship for her outstanding academic performance.

Anna García (2014-2015). Sponsored by the Academic Support Department, Iowa State University. As a peer mentor, I helped the student to find more efficient ways to organize, manage his time, improve study skills, test preparation and English language.

High School Students

Leysha Tirado (2012). Mentored student and helped her through the process of conducting scientific research.

Project: "Effect of Fungi in the Anthurium andreanum"

The student participated in the local and regional Scientific Fair placing first and second, respectively.

Naiara Quiñones Pedraza (2011). Mentored student and assisted her through the scientific process. I taught the student how to use a bioinformatics database and analyze the data using NCBI tools.

Project: "Mutations in *NOTCH1* gene in the Puerto Rican population"

The student participated in the local and regional Scientific Fair winning first place.

Middle School Students

Juan Carlos Tirado (2010). Improved student's understanding of the scientific method.

Project: "Difference in Densities of Soda Cans"

The student was awarded first place at the school Scientific Fair.

PUBLICATIONS

1. Baral BS, Bandow NL, Vorobev A, Freemeier BC, Bergman BH, Herdendorf TJ, **Fuentes N**, et al . Mercury binding by methanobactin from Methylocystis strain SB2. J Inorg Biochem. 2014;141:161-9.
2. Payne JL, Song C, **Fuentes N**, Sloan J, Payne KJ, Payne MA, Dovat S. Use of qChIP to identify genes targeted by the Ikaros tumor suppressor. The FASEB Journal. 2012; 26: 931.11
3. **Fuentes N**, Cadilla CL. Screening for novel mutations in the HPS1 and HPS3 genes in Puerto Rican patients heterozygous for founder mutations. Ethnicity & Disease (2009): 19:3
4. Cabello N, Mishra V, **Fuentes N**, Zomorodi N, Rodriguez E, Nicoleau M, DiAngelo S, Silveyra P. Modulation of the lung inflammatory response to ozone by the estrous cycle. *In preparation*
5. Sinha U, **Fuentes N**, Nicoleau M, Spinelli A, Caruso C, Harding R, DiAngelo S, Mishra V, Chroneos ZC, Silveyra P. ATF3 regulation of the lung inflammatory response to ozone. *In preparation*
6. **Fuentes N**, Cabello N, Nicoleau M, Silveyra P. Sex differences and role of sex hormones in the expression of inflammatory cytokines and lung function in response to ozone. *In preparation*

7. **Fuentes N**, Roy A, Mishra V, Cabello N, Howrylak J, and Silveyra S. Sex-specific microRNA expression networks in an acute model of ozone-induced lung inflammation. *In preparation*

Book chapters, articles and collaborations

American Physiological Society: I Spy Physiology Blog: Publication "When Hormones Take Your Breath Away". August 2017

<https://ispyphysiology.com/2017/08/23/when-hormones-take-your-breath-away/>

Student Scientists: Publication "5 Things You Should Do Before Applying to Medical or Graduate School". August 2017

<http://studentscientists.com/stem-life/5-things-to-do-before-applying/>

Collaborator in Scientific Blog: "Ciencia en tus Manos": Publication "Asma". March 2017

<https://www.facebook.com/cienciaentusmanospr/>

Chapter: "Gender Differences in Pollution-Associated Pneumonia": In "Pneumonia" by Silveyra P, Fuentes N, Rivera L. To be published on September 2017. InTechOpen Books, Croatia.

Language Editing, Work Acknowledged: Cheng L, Zhang L, Gao L, Zhang W, Chen X, Zhou HH. Genotyping HLA-B*5801 for Allopurinol-Induced Severe Cutaneous Adverse Reactions: An Accurate and Prompt Method. *Clin Transl Sci.* 2015;8(6):834-6.

Press releases

https://infonet.pennstatehershey.net/web/news/-/graduate-students-hold-oath-and-awards-ceremonies?redirect=https%3A%2F%2Finfonet.pennstatehershey.net%3A443%2Fweb%2Fquest%2Fsearch%3Fp_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-main%26p_p_col_count%3D1%26_3_keywords%3Dnathalie%2Bfuentes%26_3_groupId%3D0%26_3_struts_action%3D%252Fsearch%252Fsearch&inheritRedirect=true

<https://www.grc.org/programs.aspx?id=15651>

<https://pennstatehealthnews.org/event/graduate-student-seminar-series-kim-fuentes/>

http://www.fasebi.org/content/31/1_Supplement/726.1

http://www.fasebi.org/content/31/1_Supplement/656.9.abstract?sid=5bee12d5-3cdd-4949-ae72-706fef813b01

<http://www.cienciapr.org/en/blogs/yale-ciencia-academy/get-know-2017-yale-ciencia-academy>

<http://www.cienciapr.org/es/blogs/yale-ciencia-academy/conoce-la-clase-2017-de-la-academia-yale-ciencia>

<http://www.sebm.org/young-investigator-awardees>

<http://www.the-aps.org/mm/Education/Minority-Program/Educational-Projects/Minority-Travel-Fellows-Program/Awardees>

<https://students.med.psu.edu/student-groups/graduate-student-association/leadership/>

<https://pennstatehealthnews.org/topics/students-attend-computational-genomics-summer-program/>

https://pennstatehealthnews.org/topics/graduate-student-awards-2016/?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+pscom%2Fbms-graduate+%28Biomedical+Sciences+Graduate+Program+-+Penn+State+College+of+Medicine%29

<https://lions-talk-science.org/2015/07/01/meet-a-scientist-nathalie-fuentes/>
<http://www.mcnaair.iastate.edu/sites/default/files/newsletter/May-2015.pdf>
http://myemail.constantcontact.com/ISU-McNair-Program-Newsletter-May-2014.html?soid=1114936827194&aid=7g_nOqfScFY
http://www.iinspirelsamp.iastate.edu/conference_winners_14-15.php
<http://www.mcnaair.iastate.edu/news-and-events/isu-mcnaair-scholar-collaborates-with-brazilian-researchers>
<http://www.greatmindsinstem.org/college/2013-technical-posters-winners>
<http://www.desmoinesregister.com/story/tech/2014/10/16/tech-association-names-finalists-for-annual-awards/17340953/>
http://www.suaqm.edu/umet/im/pdf/Symposia/Proceedings_Spring_2010.pdf
<http://www.the-aps.org/mm/Publications/Journals/Physiologist/Archive/2016-Issues/November-2016-Vol-59No-6/Membership/New-Graduate-Student-Members>

PRESENTATIONS

Scientific Abstracts

1. **Fuentes N**, Cabello N, Nicoleau M, Silveyra P. Hormonal Regulation of Inflammatory Mediators and Pulmonary Function in Lung Inflammation. SACNAS Conference, Salt Lake, Utah . To be presented in October, 2017.
2. Pesantez J, **Fuentes N**, Nicoleau M, Silveyra P. Role of Sex Hormones in Alveolar Macrophage Polarization. SACNAS Conference, Salt Lake, Utah. To be presented in October, 2017.
3. **Fuentes N**, Cabello N, Nicoleau M, Silveyra P. Sex differences in the expression of inflammatory mediators in response to ozone. The 4th annual Faculty and Student Retreat. *Hershey, PA*. August 2017
4. **Fuentes N**, Cabello N, Nicoleau M, Silveyra P. Estrogen Regulation of Inflammatory Mediators and Pulmonary Function in Lung Inflammation. Gordon Research Conference "Lung Development, Injury and Repair". Colby-Sawyer College, New London, NH. August 2017.
5. **Fuentes N**, Cabello N, Nicoleau M, Silveyra P. Sex differences and role of sex hormones in the expression of inflammatory mediators and lung function in response to ozone. *Experimental Biology 2017. Chicago, IL. April 2017*
6. Spinelli A, **Fuentes N**, Nicoleau M, Sinha U, Caruso C, DiAngelo S, Chroneos Z, Silveyra P. Sex dependent role of activating transcription factor 3 (ATF3) expression in modulating the asthmatic phenotype in an acute mouse model of airway neutrophilia. *Experimental Biology 2017. Chicago, IL. April 2017*
7. **Fuentes N**, Cabello N, Silveyra P. Sex Differences and Role of Sex Hormones in the Expression of the Cytokine Interleukin-6 and Lung Function. SACNAS Conference, Long Beach, CA. October, 2016

8. **Fuentes N, DiSpirito A.** Role of methanobactin in metal acquisition and activity of the pMMO. 12th Annual McNair Research Symposium, Iowa State University, Ames IA. April, 2015
9. **Fuentes N, Chen DF.** Testing new molecules to increase retinal ganglion cells survival and neurite growth. 2014 HENAAC National Conference Symposium, New Orleans, LA. October, 2014
10. **Fuentes N, Chen DF.** Novel neuroprotective molecules on retinal ganglion cells survival and neurite growth. STEP-UP Symposium, National Institutes of Health, Bethesda, MD. August 2014
11. **Fuentes N, DiSpirito A.** Characterization of Methanobactin. 11th Annual McNair Research Symposium in Ames, IA. April 2014
12. **Fuentes N, DiSpirito A.** Ability of Methanobactin to acquire Metals. 2014 Emerging Researchers National Conference, Washington, DC. February, 2014
13. **Fuentes N, Morales A.** Structure-property relationships of organic and inorganic aerogels. IINSPIRE LSAMP Conference, Waterloo, IA. November, 2013
14. **Fuentes N, Dovat S.** Role of Ikaros in Leukemogenesis. 2013 HENAAC National Conference Symposium, New Orleans, LA. October, 2013
15. **Fuentes N, Cadilla CL, Casasnovas J.** Prevalence of *TWIST1 mutations* in the Puerto Rican population. 2012 Society of Hispanic Professional Engineers Conference, FT Worth, TX. November 2012
16. **Fuentes N, Cadilla CL, Casasnovas J.** Antibody assessment for the detection of endogenous *TWIST1* and *TWIST2* proteins. STEP-UP Symposium, National Institutes of Health, Bethesda, MD. August 2012
17. **Fuentes N, Dovat S.** "Target genes of tumor suppressor *Ikaros* in leukemia cells". 2011 Penn State Undergraduate Research Symposium in Hershey, PA, August 2011
18. **Fuentes N, Dovat S.** "Target genes of tumor suppressor *Ikaros* in leukemia cells". STEP-UP Symposium, National Institutes of Health, Bethesda, MD. August 2011
19. **Fuentes N, Morales A.** Effectiveness of Commercial Antacids. 2011 Puerto Rico American Chemical Society, Dorado, PR. April 2011
20. **Fuentes N, Cadilla CL.** Screening for mutations in the *HPS3* in Puerto Rican patients heterozygous for founder mutations. STEP-UP Symposium, National Institutes of Health, Bethesda, MD. August 2010
21. **Fuentes N, Cadilla CL, Duconge J.** Prevalence of polymorphic *CYP2D6* alleles in the Puerto Rican population. STEP-UP Symposium, National Institutes of Health, Bethesda, MD. August 2009
22. **Fuentes N, Cadilla CL.** Screening for novel mutations in the *HPS1* and *HPS3* genes in Puerto Rican patients. STEP-UP Symposium, National Institutes of Health, Bethesda, MD. August 2008

Podium Presentations and Seminars

1. **"Hormonal Regulation of Inflammatory Mediators and Pulmonary Function in Lung Inflammation"**. SACNAS Conference, Salt Lake, Utah. October, 2017.
2. **"Estrogen Regulation of Inflammatory Mediators and Pulmonary Function in Lung Inflammation"**. Gordon Research Conference "Lung Development, Injury and Repair". Colby-Sawyer College, New London, NH. August 2017.
3. **"Sex Specific Regulation of Inflammatory Mediators and Pulmonary Function in Ozone-Induced Inflammation"**. Penn State College of Medicine, Hershey, PA. July 2017.
4. **"Careers in Science: From College to Graduate School"**, Iowa State Lunch and Learn Undergraduate Summer Research Program, Ames, IA. June 2017
5. **"Scientific Careers: How to get there?"**. Luis Ramos González Middle School, Caguas, PR. March 2017
6. **"Research Opportunities and Career Development"**. Iowa State University iResearch Student Organization, Ames, IA. October 2016
7. **"Building a LinkedIn Profile"**. National Institutes of Health, Bethesda, MD. August 2016
8. **"Broadening Experiences in Science"**. National Institutes of Health, Bethesda, MD. August 2016
9. **"Sex Differences and Role of Sex Hormones in Lung Function"**. Penn State Rotation's Symposium, Hershey, PA. April 2016
10. **"Role of methanobactin in metal acquisition and activity of the pMMO"**, Iowa State Symposium on Undergraduate Research & Creative Expression, Ames, IA. April 2015
11. **"Chemistry in Life"**. Annual Chemistry Research Symposium in San Juan, PR. May 2014
12. **"Novel neuroprotective molecules on retinal ganglion cells survival and neurite growth"**. STEP-UP Symposium, National Institutes of Health, Bethesda, MD. August 2014
13. **"Antibody assessment for the detection of endogenous *TWIST1* and *TWIST2* proteins"**. STEP-UP Symposium, National Institutes of Health, Bethesda, MD. August 2012
14. **"Target genes of tumor suppressor *Ikaros* in leukemia cells"**. STEP-UP Symposium, National Institutes of Health, Bethesda, MD. August 2011
15. **"Screening for mutations in the *HPS3* in Puerto Rican patients heterozygous for founder mutations"**. STEP-UP Symposium, National Institutes of Health, Bethesda, MD. August 2010
16. **"Prevalence of polymorphic *CYP2D6* alleles in the Puerto Rican population"**. STEP-UP Symposium, National Institutes of Health, Bethesda, MD. August 2009
17. **"Screening for novel mutations in the *HPS1* and *HPS3* genes in Puerto Rican patients"**. STEP-UP Symposium, National Institutes of Health, Bethesda, MD. August 2008

Non-Scientific Presentations

1. **“Importance of Latino Vote”**. 9th Student Leadership Institute Debate Competition, Annual Latino Education Forum, Lancaster, PA. October 2016
2. **“How to be an outstanding peer-mentor?”**. 2014 IINSPIRE LSAMP Conference, Ankeny, IA. November 2014
3. **“Life in College”**. Iowa State University: The Multicultural Students Event. Ames, IA. March 2015

MEMBERSHIP AND SERVICE IN PROFESSIONAL SOCIETIES**Memberships**

- Society for Experimental Biology and Medicine (SEBM)
- Penn State Hershey Graduate Students Association (GSA)
- American Physiological Society (APS)
- Society for Advancement of Chicanos/Hispanics and Native Americans in Science (SACNAS)
- American Chemical Society (ACS)
- Estamos Unidos de Pennsylvania (EUP)
- American Association for the Advancement of Science (AAAS)
- HonorSociety.org
- Society of Hispanic Professional Engineers (SHPE)
- National Society of Collegiate Scholars (NSCS)
- Iowa State University iResearch Student Organization
- American Medical Student Association (AMSA)
- Latinos in Science and Engineering (MAES)
- ISU Biochemistry, Biophysics and Molecular Biology Student Organization

Current Leadership positions

- **Penn State Student Advising Group**. Office for a Respectful Learning Environment
- **Awards Committee**. Society for Experimental Biology and Medicine
- **Events Management Committee**. Estamos Unidos de Pennsylvania
- **International Representative**. Penn State Graduate Student Association

Past Leadership positions

- **Co-founder and Vice-President**. Iowa State University iResearch Club (2014-2015)
- **SHPE Jr. High School Assistant Director**, Society of Hispanic Professional Engineers (2013-2014)
- **Webmaster**. 2014 Regional Leadership Development Conference Organization (2013-2014) <http://rlcd-region6.weebly.com/>

- **Logistics Committee.** 2014 Regional Leadership Development Conference Organization (2013-2014)
- **Outreach /Recruitment Committee Member.** Society of Hispanic Professional Engineers (2013)
- **Chapter External Activities Committee Chair.** American Chemical Association-University of Puerto Rico (2011)

Poster Judge

- 2017 Capital Area Science and Engineering Fair, Pennsylvania
- 2016 STEP-UP Annual Symposium, National Institute of Health
- 2015 State Science and Scientific Fair of Iowa
- 2012 Scientific Fair, Concepción Méndez Cano Elementary School

Symposium Organizer

- 2014 Networking Symposium, Iowa State University iResearch Student Organization
- 2014 Regional Leadership Development Conference, Society of Hispanic Professional Engineers

ACTIVITIES FOR PROFESSIONAL DEVELOPMENT AND TRAINING (selected)

Professional Development:

- Applying Multimedia Learning Principles to Create Effective Presentations, Penn State College of Medicine, 2017.
- Visualizing your data with R-studio, Penn State College of Medicine, 2017.
- Navigating NCBI Molecular Data Using the Integrated Entrez System and BLAST, Penn State College of Medicine, 2017.
- Introduction to Graduate Students as Educators, Penn State College of Medicine, 2017.
- Institutional Animal Care and Use Committee (IACUC) Writing Protocol, Comparative Medicine Penn State College of Medicine, 2017.
- Advanced Rat Training, Comparative Medicine Penn State College of Medicine, 2017.
- Mouse Breeding Colony, Comparative Medicine Penn State College of Medicine, 2016.
- Qualified Medical Interpreter, The Health Federation of Pennsylvania and Penn State College of Medicine, 2016.
- Research Ethics Course, Penn State College of Medicine, 1 credit, 2016.
- Grant Writing, Penn State College of Medicine, 1 credit, 2016.
- Occupational Health Certification, Penn State University College of Medicine, 2016.
- Introduction to Mice/ Rodent Handling, Penn State University, 2016.

- Advanced Surgical Techniques Training, Penn State University College of Medicine, 2016.
- 3D Content Creation for Virtual Reality, Penn State/ Lynda.com, Lic. 9D1395, 2016
- Data Security and HIPAA for research, Icahn School of Medicine at Mount Sinai, 2015.
- Genetic Research in Human Populations, Icahn School of Medicine at Mount Sinai, 2015.
- FDA- Regulated Research, Icahn School of Medicine at Mount Sinai, 2015.
- Basic Institutional Review Board (IRB) Regulations and Review Process, Basic Institutional Review Board (IRB) Regulations and Review Process, Icahn School of Medicine at Mount Sinai, 2015.
- Responsible Conduct of Research Curriculum, Penn State College of Medicine, 2015
- Lab Safety: Fundamental Concepts, Iowa State University, Ames, IA, 2014.
- Bloodborne Pathogens, Harvard University, Cambridge, MA, 2014.
- Manuscript Review, Harvard University, Cambridge, MA, 2014.

Language proficiency

- **Spanish.** Native.
- **English.** Fluent professional proficiency.
- **Portuguese.** Intermediate proficiency.
- **American Sign Language.** Intermediate proficiency.

Steven Díaz-Hernández

2949 Lakeside Commons Dr. Apt. 103A Tampa, FL 33613
 (787) 380-9004
 stevendiazhernandez@gmail.com

EDUCATION

| | |
|---|-------------------------|
| University of South Florida. Tampa, FL. Ph.D. Computer Science and Engineering Current GPA: 3.88 | August 2015 – Present |
| University of South Florida. Tampa, FL. M.S. Computer Science GPA: 3.88 | August 2015 – May 2017 |
| Universidad del Turabo. Gurabo, PR. B.S. Computer Engineering. Overall GPA: 3.76 Major GPA: 3.82 | August 2011 – June 2015 |

RESEARCH / PROJECTS

| | |
|---|-----------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Díaz Hernández, S., Labrador, M. “<i>Lower Body Assistive and Rehabilitation Technology using Wearable Sensors</i>”, University of South Florida (Tampa, Florida). Find new ways to objectively measuring the progress of human’s lower limb rehabilitation using wearable sensors. | August 2015 - Present |
| <ul style="list-style-type: none"> • Zaleski, O., Navarro M., Díaz Hernández, S., Labrador, M. “<i>Clinical Gait Assessment Comparison: Smartphone-based versus Inertial Measurement Units</i>”, University of Oviedo (Asturias, Spain). Compare how clinical gait assessment’s tests work on smartphone against using inertial measurement units. | May 2017 - Present |
| <ul style="list-style-type: none"> • Díaz Hernández, S., Adorno Nieves, J., Di Sano, M., Labrador, M. “<i>Strokes Classification for Tennis Players</i>”, University of South Florida (Tampa, Florida). | August 2016 – December 2016 |
| <ul style="list-style-type: none"> • De La Hoz, Y., Díaz Hernández, S., Di Sano, M. “<i>Convolutional Neural Network to Detect Water on the Floor</i>”, University of South Florida (Tampa, Florida). Create, train and test a convolutional neural network that is capable to detect water on the floor. | January 2016 – June 2016 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Zayas, H., Díaz Hernández, S., Rafiq, A. “<i>Manufacturing Performance Improvements Implementation</i>”, Medtronic PR & Universidad del Turabo (Gurabo, Puerto Rico). Design a dashboard to help managers, leaders, engineers, workers, etc., to have a view of how is the manufacturing progress, where work in process units are accumulating or missing and other important manufacturing components that decreases time spending on searching what is wrong. | August 2014 – July 2015 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Díaz Hernández, S., De La Hoz, Y., Labrador, M. “<i>Dynamic Background Subtraction for Fall Detection System using a 2-D Camera</i>”, University of South Florida (Florida, United States). Using computer vision techniques, design and develop a fall detection system that utilizes a 2-D camera. | June – July 2014 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Díaz Hernández, S., Zanni-Merk, C. “<i>Developing an Urban Ontology and the Implementation of SKOS on it</i>”, University of Strasbourg (Strasbourg, France). Collect quantitative values from images, convert those values to qualitative values and classify them based on the results. | June – July 2013 |

PROFESSIONAL EXPERIENCE

| | |
|---|----------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Teaching Assistant at University of South Florida | August 2017 – Present |
| <ul style="list-style-type: none"> • REU Mentor at University of Oviedo, Asturias, Spain | May 2017 – July 2017 |
| <ul style="list-style-type: none"> • REU Mentor at University of South Florida, Tampa, FL | May 2016 – July 2016 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Software Developer at Medtronic Puerto Rico | December 2014 – July 2015 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Pre-Calculus Teacher at Adler College, Gurabo, PR | August 2014 – May 2015 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Private tutor for elementary, intermediate and high school students | January 2014 – March 2015 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Assistant Mentor at CCCE in Universidad del Turabo Pre-College Research Academy | January 2014 – August 2014 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Laboratorios Borinquen Inc: | |

- o Information Systems August 2013 – May 2014
- o Maintenance, transporting laboratory samples May 2008 – August 2013

PUBLICATIONS

1. **Díaz Hernández, S., De La Hoz, Y., Labrador, M.** (2014). "Dynamic Background Subtraction for Fall Detection System using a 2D Camera" IEEE Latin-America Conference on Communications (LATINCOM)

PRESENTATIONS

1. **Díaz Hernández, S., De La Hoz, Y., Labrador, M.** (2014). "Dynamic Background Subtraction for Fall Detection System using a 2D Camera". IEEE Latin-American Conference on Communications (LATINCOM). Cartagena, Colombia.
2. **Díaz Hernández, S., De La Hoz, Y., Labrador, M.** (2014). "Dynamic Background Subtraction for Fall Detection System using a 2D Camera". AGMUS Research Symposium 2014, San Juan, Puerto Rico.
3. **Díaz Hernández, S., De La Hoz, Y., Labrador, M.** (2014). "Dynamic Background Subtraction for Fall Detection System using a 2D Camera". USF REU Symposium 2014, Tampa, Florida.
4. **Díaz Hernández, S.** (2013). "Developing an urban ontology and the implementation of SKOS on it". AGMUS Research Symposium 2013, San Juan, Puerto Rico.

AWARDS AND RECOGNITION

- Alfred P. Sloan Foundation's Minority Ph.D. Program January 2016
- Florida Georgia Louis Stokes for Alliance Minority Participation (FGLSAMP) Bridge to Doctorate Fellowship September 2015
- Second Place ACM-ICPC PR National Competition October 2013
- Honor Student Scholarship, Universidad del Turabo August 2011

LEADERSHIP

- VP of Initiates (Tau Beta Pi, Florida Gamma, University of South Florida) May 2017 – Present
- Graduate Ambassador (Society of Hispanic Professional Engineers of University of South Florida) May 2017 – Present
- President of Tau Alpha Omega (Engineering Honor Society of Universidad del Turabo) January 2014 – May 2015
- President of ACM Turabo Chapter (Association of Computing Machinery) May 2014 – May 2015
- SHPE Turabo Chapter E-Board (Society of Hispanic Professional Engineers)
 - o SHPE Chapter Coach January 2015 – May 2015
 - Give tips and productive ideas when making decisions.
 - o Internal Affairs Vice-President May 2014 – December 2014
 - Be on charge of the registration, marketing and recruiting of the Chapter.
 - o Student Affairs Manager August 2012 – May 2014

RELEVANT COURSEWORK

Introduction to Theory of Algorithms, Principles of Computer Architecture, Operating Systems, Web Design, Neural Networks & Deep Learning, Computer Vision, Advanced Databases, Data Mining, Data Visualization.

SKILLS AND ABILITIES

- Programming languages: *Python, Java, C/C++, HTML, CSS, JavaScript, and LaTeX*
- Softwares and Libraries: *WEKA, Tensorflow, Scikit-learn, and OpenCV*
- Operating Systems: *OS X, Unix (Ubuntu) and Windows (XP – 10)*
- Languages: *Spanish (Native) and English*

EDWIN J. ALVARADO-RODRÍGUEZ

16 Segundo Ruiz Belvis, Santa Isabel, PR 00757 • (787) 377-4431 • ej.alvarod@gmail.com

| | |
|---------------------------------------|--|
| EDUCATION | <p>PhD in Chemical Physics expected: 2022 University of Illinois at Urbana-Champaign, IL</p> <p>BS in Mathematics 2017 BS in Chemistry University of Puerto Rico at Cayey, PR</p> |
| RESEARCH EXPERIENCE | <p>Research Assistant 2015 – 2017 w/ Dr. Dalvin D. Méndez-Hernández; University of Puerto Rico at Cayey, PR <i>Project involves global uncertainty and sensitivity analysis on the classical Marcus and the Marcus-Jortner-Levich electron transfer theory, in addition to endeavors in the full implementation of these models for first-principles calculations. Another project involves probing Marcus kinetics in the Arrhenius scheme through computational methods. Software used include R and ORCA. We have successfully created a computational framework in order to reduce uncertainty in electron transfer rate calculations.</i></p> <p>Research Assistant 2013-2016 w/ Dr. Javier A. Arce-Nazario; University of Puerto Rico at Cayey, PR <i>A first objective required the optimization of a faecal pollution indicator for water quality assessment. We preliminarily identified key issues with the method, such as analyte overestimation and background contamination. Another project involved optimizing the average precipitation model of Puerto Rico using spatial interpolation and terrain features using R. We successfully developed a simple, open-source model for accurate climate mapping.</i></p> <p>Research Assistant, ChemEnergy Research Experience for Undergraduates (REU) 2016 w/ Dr. Frank E. Osterloh; University of California-Davis, CA <i>Worked in the determination of the absorption and scattering properties of cuprous oxide, bismuth vanadate, and aluminum-doped strontium titanate, which were destined for photocatalysis. Methods used include drop coating to create films, profilometry and UV-Vis spectroscopy. We successfully characterized the properties of these materials using Beer-Lambert and Kubelka-Munk-Stokes theory.</i></p> <p>Research Assistant, Summer Course in Biophysics 2015 w/ Dr. Qi Zhang; University of North Carolina at Chapel Hill, NC <i>Project involved transcribing in vitro and describing the dynamics of the human microRNA let-7g pre-element using nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy such as ¹H-NMR and ¹H-¹H NOESY. We found preliminary evidence of dynamic behavior of the miRNA and were able to perform initial resonance assignments.</i></p> <p>Research Assistant, Summer Undergraduate Research Program (SURP) 2014 w/ Dr. Luis A. Marky; University of Nebraska Medical Center, NE <i>Research involved the characterization of the unfolding thermodynamics of DNA pseudoknots. Techniques used included differential scanning calorimetry (DSC) and UV-Vis spectroscopy. We successfully gathered thermodynamic evidence for the formation of a triplex segment between the loop and terminal stem of the studied pseudoknots.</i></p> <p>Research Assistant, Summer Undergraduate Research Experience (SURE) 2013 w/ Dr. Marc Halfon; State University of New York-University at Buffalo, NY <i>Project involved site-directed mutagenesis for putative Ets factor binding sites in the Drosophila melanogaster genome in order to determine their role downstream of the Rho/MAPK signaling pathway during development.</i></p> |
| PUBLICATIONS & MANUSCRIPTS | <p>Edwin J. Alvarado, Dalvin D. Méndez-Hernández et al. Uncertainty and sensitivity analysis of the Marcus electron transfer rate model. <i>Manuscript in preparation</i></p> <p>Edwin J. Alvarado, Javier A. Arce-Nazario. Optimizing the average climate model of Puerto Rico. <i>Manuscript in preparation</i></p> |

Edwin J. Alvarado-Rodríguez | CV, p2

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|----------------|---------------------------|----------------|--|----------------|---------------------------------|----------------|
| CONFERENCES | <p>Edwin J. Alvarado, Dalvin D. Méndez-Hernández et al. Uncertainty and sensitivity analysis of the Marcus electron transfer rate model. ABRCMS; 2016 November 9-12; Tampa, FL.</p> <p>Edwin J. Alvarado, Luis A. Marky et al. Longer loops of pseudoknots with appropriate sequence form local triplex segments that stabilize DNA molecules. Biophysical Society 59th Annual Meeting; 2015 February 7-11; Baltimore, MD.</p> <p>Edwin J. Alvarado, Luis A. Marky et al. Longer loops of pseudoknots with appropriate sequence form local triplex segments that stabilize DNA molecules. SACNAS Annual Meeting; 2014 October 16-18; Los Angeles, CA.</p> | | | | | | | | |
| AWARDS & FELLOWSHIPS | <p>Alfred P. Sloan Foundation's Minority Ph.D. (MPHD) Program, Sloan Fellowship, awarded in 2017-18.</p> <p>National Institutes of Health (NIH), Research Initiative for Scientific Enhancement (RISE) Research Component, supported 5 semesters of on-campus research</p> <p>Biophysical Society, Minority Affairs Committee Travel Award, supported travel to BPS 59th Annual Meeting</p> | | | | | | | | |
| SKILLS | <p>Native proficiency in both English and Spanish communication</p> <p>Highly experienced with typesetting (MS Word, LATEX), spreadsheet (MS Excel, Origin Pro), and presentation (MS PowerPoint) software</p> <p>Advanced proficiency with the R programming language and statistical environment</p> <p>Familiar with molecular modelling and quantum chemical calculation software (ORCA, Gaussian)</p> | | | | | | | | |
| PROFESSIONAL MEMBERSHIPS | <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">American Society for Biochemistry and Molecular Biology (ASBMB)</td> <td style="text-align: right;">2014 – present</td> </tr> <tr> <td>Biophysical Society (BPS)</td> <td style="text-align: right;">2014 – present</td> </tr> <tr> <td>American Association for the Advancement of Science (AAAS)</td> <td style="text-align: right;">2015 – present</td> </tr> <tr> <td>American Chemical Society (ACS)</td> <td style="text-align: right;">2015 – present</td> </tr> </table> | American Society for Biochemistry and Molecular Biology (ASBMB) | 2014 – present | Biophysical Society (BPS) | 2014 – present | American Association for the Advancement of Science (AAAS) | 2015 – present | American Chemical Society (ACS) | 2015 – present |
| American Society for Biochemistry and Molecular Biology (ASBMB) | 2014 – present | | | | | | | | |
| Biophysical Society (BPS) | 2014 – present | | | | | | | | |
| American Association for the Advancement of Science (AAAS) | 2015 – present | | | | | | | | |
| American Chemical Society (ACS) | 2015 – present | | | | | | | | |

Gustavo A. Martínez Muñiz

Urb. Sabanera del Río #285
Gurabo, PR 00778

Mobile: (787) 240-6361 Home: (787) 258-5486
E-mail: gustavo.martinez1@upr.edu

College Education

University of Puerto Rico at Cayey June 2012 – Present
GPA on a 4.0 Scale: 3.24
Graduation Date: June 2017

Science and Math Courses completed in University

- **Biology:** General Biology, Botany, Zoology, Genetics, General Microbiology, Neurobiology, Cell Biology and Physiology, Biochemistry, Introduction to Bioinformatics, Introduction to Research, Scientific Literature, Research Laboratory Techniques
- **Chemistry:** General Chemistry I&II, Organic Chemistry I&II
- **Math and Physics:** University Physics I, Calculus I, General Statistics

Science Courses in process

- Biochemistry, University Physics II, Seminar in Bioinformatics

Research Experience

University of Puerto Rico at Cayey August 2013 – 2017

- Research in Characterizing bacteria and bacteriophages isolated from the soils of Puerto Rico
- Research in Characterizing bacteria and bacteriophages isolated from compost samples
- Research in characterizing bacteria that degrade silica particles

Rutgers University Summers of 2014, 2016

- Research in Characterization of exosomes from the Ewing's Sarcoma EWS/FLI1 gene
- Identifying the carrier of the rare sugar psicose by competitive inhibition of the fructose transporter GLUT5 and the glucose transporter SGLT1

University of Georgia at Athens Summer of 2015

- Research in the study and characterization of Lin28ab DKO mice and their neural tube defects

Research Presentations

- Dr. Michael Rubin Research Team 2013 – 2017
- Rutgers Summer Research Symposium 2014, 2016
- RISE Research Component Symposium 2014-2015
- University of Georgia Research Symposium 2015
- ABRCMS National Meeting 2016

Current Research Program

- USC PREP 07/2017 – 06/2018
- Research in neural development and molecular mechanisms of autism phenotypes following inflammation in the brain.
- Research mentor: Dr. Sofia Lizarraga

Skills

- Oral and written aptitude in both Spanish and English
- Basic French and Portuguese knowledge
- Experience with basic and advanced laboratory techniques
- Classically trained musician in piano and flute

Associations

- Member of Boy Scout Troop 1167 - Caguas, PR 2004-Present
- ASBMB 2016
- Math Circle 2016

Honors

- Recipient of Eagle Scout Award and Medal 2011 & 2013
- Outstanding Musical Achievement Award in Piano 2008
- High Honor in Musical Ability – Piano 2012
- First and Second place award for writing creatively with science 2013 & 2014

Extracurricular Activities

- Leadership and community service activities as an active supporter of the Scouting movement
- Playing the piano and flute
- Reading and writing

Referencias

- AGMUS – IM (2012). Pre-College summer internship opportunities. Disponible en: http://www.suagm.edu/umet/im/Internship/pre_college_13.asp
- AGMUS – IM (2013). Saturday research academy. Disponible en: <http://www.suagm.edu/umet/im/precollege/index.asp>
- Arratia, J. F. (2006). Proceedings of the XVII Undergraduate Research Symposium. Universidad Metropolitana, San Juan, Puerto Rico.
- Arratia, J. F., Trucco, M. Y. & Font, L. F. (2011). Caribbean Computing Center for Excellence: Building Undergraduate Research Skills, Changing Perceptions of Post-graduate Study. Proceedings of 118th ASEE Annual Conference & Exposition. Disponible en: <http://www.asee.org/public/conferences/1/papers/557/view>
- Blank, W. (1997). “Authentic instruction”, en W.E. Blank & S. Harwell (Eds.), Promising practices for connecting high school to the real world, Tampa, University of South Florida, ERIC Document Reproduction Service No. ED407586, pp. 15–21.
- BLAST (2013). Basic Logic Alignment Search Tool. Disponible en: <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>
- Bolt, B., Hobbs, D., & García, L. B. (1991). *101 proyectos matemáticos*. Labor
- Braunschweiger, P. (2010). “Collaborative Institutional Training Initiative (CITI)”, *Journal of Clinical Research Best Practices*, Vol. 6, No. 4. Disponible en: http://www.firstclinical.com/journal/2010/1004_CITI.pdf
- Bruffee, K. A. (1995). Sharing our toys: Cooperative learning versus collaborative learning. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 27(1), 12-18.
- CHALLENGE 2000 MULTIMEDIA PROJECT (1999). Why do project based learning? San Mateo, CA: San Mateo County Office of Education. Disponible en: <http://pblmm.k12.ca.us/PBLGuide/WhyPBL.html>
- CITI (2013). Collaborative Institutional Training Initiative. Disponible en: <https://www.citiprogram.org/>
- CoSTEM (2011). NSTC Committee on Science, Technology, Engineering, and Math Education. Disponible en: <https://obamawhitehouse.archives.gov/administration/eop/ostp/nstc/committees/costem>

- Dickinson, K. P., Soukamneuth, S., Yu, H. C., Kimball, M., D'Amico, R., Perry, R., et al. (1998). Providing educational services in the Summer Youth Employment and Training Program [Technical assistance guide], Washington, D.C., Department of Labor, Office of Policy & Research, ERIC Document Reproduction Service No. ED420756.
- FLDOE (2017). Defining STEM. Florida Department of Education. Disponible en: <http://www.fldoe.org/academics/standards/subject-areas/math-science/stem/defining-stem.shtml>
- Galeana De La O. L. (2006). Aprendizaje basado en proyectos, Revista *CEUPROMED*. Disponible en: <http://ceupromed.ucol.mx/revista/PdfArt/1/27.pdf>
- Gilman, D. (1898). *University Problems in the United States*. New York: Century Company.
- Gonzalez, J., Dussan, C. y Taborda, J. (2015). Percepción sobre su formación matemática y estadística de estudiantes de una universidad colombiana. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 11 (1): 45-72.
- Harwell, S. (1997). Project-based learning, en W.E. Blank & S. Harwell (Eds.), Promising practices for connecting high school to the real world, Tampa. University of South Florida, ERIC Document Reproduction Service No. ED407586, pp. 23–28.
- IRB (2013). *Institutional Review Board Services*. Disponible en: <http://www.irbservices.com/irbservices/Home.html>
- IRBNET (2011). Instrucciones certificaciones en línea, Sistema Universitario Ana G. Méndez. Recuperado: 2012, 26 de diciembre, Disponible en: <http://www.suagm.edu/pdf/Instrucciones%20Certificaciones%20IRBNet.pdf>
- Karlin, M., and Viani, N. (2001). Project-based learning, Medford, Jackson Education Service District. Disponible en: <http://www.jacksonesd.k12.or.us/it/ws/pbl/>
- Kirkham, J. (2001). Math 308 Project, Autumn 2001. Disponible en: <https://sites.math.washington.edu/~king/coursedir/m308a01/Projects/m308a01-pdf/kirkham.pdf>
- Kullmann, D. (2002). Genetics of epilepsy, *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry* 73 (Suppl II), pp. 32–35.
- Kumar, S., Sulesky, M. P., Markov, G. J., Lawrence, S., Marco, A. and Filipisky, A. J. (2009). Positional conservation and amino acids shape the correct diagnosis and population frequencies of benign and damaging personal amino acid mutations, *Genome Research*, vol. 19, pp. 1562–1569.

- Kwan, C.Y. (2000). "What is Problem-Based Learning (PBL)? It is magic, myth and mindset". McMaster (Canada). Centre for Development of Teaching and Learning. Vol 3. No 3.
- Lay, D.C. (2000). *Linear Algebra and its Applications*. New York: Adisson Wesley.
- Ludwig, D., Jones, D.D. and Halling, C.S. (1978). Qualitative analysis of insect-outbreak systems: the spruce budworm and forest, *J. Anim. Ecol.* 47: 315-332.
- Lupiañez J. L. y Ruiz-Hidalgo J. F. (2016). "Diseño de tareas para el desarrollo de la competencia STEM: los problemas de modelización matemática". Disponible en: <http://www.educacontic.es/blog/diseño-de-tareas-para-el-desarrollo-de-la-competencia-stem-los-problemas-de-modelización>
- Mata Hernández, C. (2014). *Un estudio de casos para evaluar la competencia STEM*. Tesis de Máster Universitario de Formación de Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, en la especialidad de Matemáticas, Universidad de Granada.
- MIE (2006). The Model Institution for Excellence (MIE). Disponible en: http://srdc.suagm.edu/About_Us/mie.asp
- Millis, B. J., & Cottell Jr, P. G. (1997). *Cooperative Learning for Higher Education Faculty*. Series on Higher Education. Oryx Press, Phoenix.
- Morales Socorro, C. (2011). "El Aprendizaje basado en proyectos en la educación matemática del siglo XXI", 15 Jornadas sobre el Aprendizaje y la Enseñanza de las Matemáticas, Canarias, España. Disponible en: <http://www.oei.es/salactsi/carlosmoralesocorro.pdf>
- Morrison, J. (2006). "TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education", Teaching Institute for Essential Science.
- Moursund, D., Bielefeldt, T., and Underwood, S. (1997). *Foundations for the road ahead: project-based learning and information technologies*. Washington, National Foundation for the Improvement of Education. Disponible en: <http://www.iste.org/research/roadahead/pbl.html>
- NCBI (2013). National Center for Biotechnology Information. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
- NSF (2007). Program provides blueprint for recruiting minorities to science and engineering. Disponible en: https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=110124

- Obama, B. (2013). State of the Union. Disponible en: <https://blog.ed.gov/2013/02/in-state-of-the-union-obama-outlines-bold-education-proposals-to-grow-the-middle-class/>
- Obama, B. (2015). Science, Technology, Engineering and Math: Education for Global Leadership. Disponible en: <https://www.ed.gov/stem>
- O'Neil, D. (2012). Probability of inheritance. Disponible en: http://anthro.palomar.edu/mendel/mendel_2.htm
- Panitz, T. (1999). Collaborative versus cooperative Learning – a comparison of the two concepts, Disponible en: <https://eric.ed.gov/?id=ED448443>
- Paredes, M. (2013). Turabo Saturday Research Academy. Disponible en: <http://marlio.webs.com/saturdayacademy.htm>
- Paredes, M., Castro, W. F., & Arratia, J. F. (2017). El centro de computación del caribe para la excelencia en la universidad del Turabo: una estrategia efectiva e innovadora para promover el estudio de la computación y la ingeniería. *Investigación & Desarrollo*, 25(2), 153-171. PBL (2013). Project based learning. Disponible en: <http://pbl-online.org/>
- PROFI (s.f.). Programa de formación inicial: El aprendizaje activo: una nueva forma de enseñar y aprender. Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad Politécnica de Cataluña. Disponible en: https://www.upc.edu/ees/guia.../aprendizaje_activo.pdf
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of engineering education*, 93(3), 223-231.
- PubMed (2013). PubMed database. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>
- Qin, Z., Johnson, D., and Johnson, R. (1995). Cooperative Versus Competitive Efforts and Problem Solving. *Review of Educational Research*, Vol. 65, No. 2, Summer 1995, p. 129.
- Rodríguez, C.; Kirshstein, R.; Hale, M. (2005). Creating and maintaining excellence: The Model Institutions for Excellence Program. Disponible en: http://www.air.org/files/MIE_Report_final.pdf
- Rosales Ordoñez, G. R. (2010). Uso de Matlab para la enseñanza y el aprendizaje de la solución de las ecuaciones lineales con enfoque geométrico para ingeniería. *Revista Ingeniería Solidaria*, vol 6, núm. 10, pp. 59-68.

- Sanders, M (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*. International Technology Education Association. December 2009, pp 20-26.
- Satchwell, R., & Loepp, F. L. (2002). Designing and Implementing an Integrated Mathematics, Science, and Technology Curriculum for the Middle School. *Journal of Industrial Teacher Education*, Vol 39, Number 3.
- SIFT (2013). Sorting Intolerant From Tolerant. Disponible en: <http://sift.jcvi.org/>
- STEM (2017). *What is STEM*. Disponible en: <http://whatis.techtarget.com/definition/STEM-science-technology-engineering-and-mathematics>
- STEAM (2016). What is STEAM? Disponible en: <https://educationcloset.com/steam/what-is-steam/>
- Strotgatz, S.H. (1994). *Nonlinear Dynamics and Chaos with Applications to Physics, Biology, Chemistry and Engineering*. 498 p. Nueva York: Perseus Books Publishing.
- TCOFFEE (2013). Tree-based Consistency Objective Function For Alignment Evaluation. Disponible en: <http://www.tcoffee.org/>
- Tsupros, N., R. Kohler, & Hallinen, J. (2009). STEM education: A project to identify the missing components. Pennsylvania: Carnegie Mellon University.
- UNIVERSIA (2011). Colombia tiene que invertir más en ciencia, tecnología e innovación. Disponible en: <http://noticias.universia.net.co/en-portada/noticia/2011/01/11/777718/colombia-tiene-invertir-mas-ciencia-%20tecnologia-e-innovacion-PRINTABLE.html>
- Zill, D. G. (2009). *A First Course in Differential Equations with Modeling Applications*, 9th Edition, Belmont (USA): Cengage Learning.

La enseñanza moderna debería hacerse de una forma tal, que se combinen todas estas áreas; esta idea nos lleva al concepto moderno de educación conocido como STEM (en inglés: Science, Technology, Engineering and Mathematics), acuñado por la Fundación Nacional de Ciencia (en inglés: *National Science Foundation* – NSF) en los años 90 (Sanders, 2009). Al respecto, según Lupiañez y Ruiz-Hidalgo, es más sencillo planificar actividades centradas en Ciencias y Matemáticas; sin embargo, la competencia STEM destaca una intención integradora: supone la creación de una nueva disciplina basada en la conjugación de otras, conformando así un puente interdisciplinario con identidad propia. STEM enfatiza una estrategia educativa interdisciplinaria, donde los conceptos académicamente rigurosos se acoplan a lo real; es decir, se ponen en práctica la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en contextos relacionados con la escuela, la sociedad, el deporte o el trabajo, entre otros (Lupiañez y Ruiz-Hidalgo, 2016; Tsupros *et al.*, 2009).

Marlio Paredes

Departamento de Matemáticas
Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas
Universidad Militar Nueva Granada
Cajicá, Colombia.

Oscar Picardo Joao

Director del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación
Universidad Francisco Gavidia
San Salvador, El Salvador.

Brenda Carolina Torres Velásquez

Escuela de Ciencias Naturales y Tecnología
Universidad del Turabo
Gurabo, Puerto Rico.



www.ufg.edu.sv



Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación

ISBN 978-99923-47-71-3