

ESTUDIO HISTÓRICO DE LA RECEPCIÓN DE LAS TEORÍAS DE LA RELATIVIDAD EN
COLOMBIA DESDE LA PERSPECTIVA DE LA RECONTEXTUALIZACIÓN DE SABERES

LINA DEL PILAR HERNÁNDEZ SEPULVEDA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

BOGOTÁ D.C.

2019.

ESTUDIO HISTÓRICO DE LA RECEPCIÓN DE LAS TEORÍAS DE LA RELATIVIDAD EN
COLOMBIA DESDE LA PERSPECTIVA DE LA RECONTEXTUALIZACIÓN DE SABERES

LINA DEL PILAR HERNÁNDEZ SEPULVEDA

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADA EN
FÍSICA

ASESOR: JUAN CARLOS OROZCO CRUZ

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DESDE UNA
PERSPECTIVA CULTURAL

BOGOTÁ D.C.

2019.

Agradecimientos...

A Él y a mis Ángeles.

A mi Padre y Madre por su amor y apoyo incondicional, para que este proceso se llevara a cabo, a Mauro y a Luisa por su amistad y solidaridad, al Pensador Imaginario (PI) por estar en los momentos importantes de este proceso.

A toda mi familia por apoyarme.

Al Maestro Juan Carlos Orozco Cruz por su paciencia, constancia y fortalecer las ideas de este trabajo.

A los Profesores y Compañeros de la Línea de Investigación: Enseñanza de las Ciencias desde una Perspectiva Cultural de la Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica Nacional, por sus aportes y comentarios para fortalecer este proceso.

Al Profesor e Historiador Regino Martínez-Chavanz por su tiempo y aportes, también por la entrevista, que fue crucial para este proceso.

A la Filósofa Diana Fandiño Munévar por centrar algunas ideas de este proceso, sus aportes fueron de gran ayuda.

Al Presidente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales Enrique Forero Gonzáles por su tiempo y permitirme conocer la Academia y su historia.

A Luis Miguel López funcionario de la Sociedad Colombiana de Ingenieros por su tiempo y permitirme conocer la Sociedad y su historia.

A Gonzalo Jiménez funcionario del Observatorio Astronómico Nacional por su tiempo y permitirme conocer el Observatorio y su historia.


A todos... ¡Mil gracias!

Dedicatoria...

A Él.

En todas las etapas de un país, la historia de las ciencias, tanto en la educación secundaria como universitaria, debe ocupar un sitio adecuado. Ignorar la historia auténtica, en general, es condenarse a repetir los errores del pasado.

Regino Martínez-Chavanz.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN – RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 9	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado.
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central.
Título del documento	Estudio histórico de la recepción de las teorías de la relatividad en Colombia desde la perspectiva de la recontextualización de saberes
Autor	Hernández Sepulveda, Lina Del Pilar.
Director	Orozco Cruz, Juan Carlos.
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2019. 51p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional.
Palabras Claves	RELATIVIDAD ESPECIAL, RELATIVIDAD GENERAL, DIFUSIÓN CIENTÍFICA, INSTITUCIONES CIENTÍFICAS, EXPONENTES DE LA FÍSICA EN COLOMBIA, RECONTEXTUALIZACIÓN DE SABERES, HISTORIA DE LAS CIENCIAS EN COLOMBIA Y ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN COLOMBIA.

2. Descripción
<p>Colombia es un país en el que se afirma que hay muy poco desarrollo en investigación científica, también que no se ha realizado grandes trabajos en ciencias, mucho menos en física; visiones que se ha construido por causa del bajo presupuesto que el gobierno otorga a la educación y a proyectos científicos, estas perspectivas basadas en estadísticas como las de Unesco que muestran la inversión de los países en gasto de investigación y desarrollo en ciencia, respecto a su producto interno bruto (PIB). Sin embargo, a pesar de las dificultades que afronta el progreso de la investigación científica en Colombia, algunos científicos han</p>

trabajado con pocos recursos económicos y sus aportes han sido de gran impacto en la academia científica, por esto, el presente trabajo está enmarcado en un estudio histórico desde la perspectiva de la recontextualización de saberes sobre la recepción de las teorías de la relatividad especial y general a comienzos del siglo XX en Colombia, mostrando principalmente la labor de la academia de la época, personajes destacados, instituciones de ciencia, difusión de escritos originales y su enseñanza. Este estudio demuestra la importancia de la historia de las ciencias en el contexto educativo como otra forma de enseñanza y la importancia de estudiar las posturas de la física de los científicos colombianos. Además, muestra implícitamente el rol que pueden ejercer como historiadores los licenciados en física y quienes se forman en esta carrera profesional, que se encuentra orientado en el reconocimiento del pasado y en las dinámicas sociales bajo las cuales se crearon, se consolidaron y se recibieron en Colombia, las diferentes teorías que abarcan la comprensión de los fenómenos físicos.

3. Fuentes

Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. (2017). <https://accefyn.org.co/quienes-somos/>. Obtenido de la Historia de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. (2019). Informe de la visita a la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales *elaborado por* Lina Del Pilar Hernández Sepulveda, Bogotá D.C.

Alonso, M. & Soler, V. (2006). La relatividad en el bachillerato, una propuesta como unidad didáctica. *Enseñanza de las ciencias*, 24(3), 439-454.

Álvarez, J. (1905). Los trabajos del Doctor Garavito. *Anales de Ingeniería*.

Álvarez, J. (1920). Julio Garavito ensayo bibliográfico y literario. *Anales de Ingeniería y Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*.

Álvarez, J. (2 de septiembre de 1936). Primer informe sobre los trabajos de Garavito. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 66-70.

Álvarez, J. (1937). El positivismo en la física moderna y la evolución de la ciencia. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 314.

Arriasecq, I. & Greca, I. (2001). Algunas consideraciones históricas, epistemológicas y didácticas para el abordaje de la teoría de la relatividad especial en el nivel medio y polimodal. *Programa internacional de doctorado en enseñanza de las ciencias. Universidad de Burgos y Universidade Federal do Rio Grande do Sul*.

- Ayala, M. (2006). Los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes científicos-construyendo un espacio de posibilidades.
- Banco Mundial & OCyt (2012). Gasto público en educación, total (% del PIB). Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SE.XPD.TOTL.GD.ZS?end=1998&start=1998&view=bar>
- Becerra, D. & Restrepo, O. (1993). Las ciencias en Colombia 1783-1990 una perspectiva histórico-sociológica.
- Carvajal, F. (2012). Implicaciones del tratamiento de los conceptos de masa y masa relativista. *Universidad Pedagógica Nacional*.
- Castaño, E. (2015). Institucionalización, desarrollo y enseñanza de la física en Colombia. *Universidad Pedagógica Nacional*.
- Castillo, J. (14 de noviembre de 2008). La historia de las ciencias y la formación de maestros: la recontextualización de saberes como herramienta para la enseñanza de las ciencias. *Revista Nodos y nudos*, 8.
- Garavito, J. (1912). Teoría de la aberración de la luz. *Imprenta del Estado Mayor General y Anales de Ingeniería*.
- Garavito, J. (1913). Nota sobre la óptica matemática (crítica de la hipótesis ondulatoria). Explicación de algunos fenómenos ópticos que se relacionan con la astronomía: aberración y refracción. *Imprenta del Estado Mayor General*.
- Garay, F. (2011). Perspectivas de historia y contexto cultural en la enseñanza de las ciencias: discusiones para los procesos de enseñanza y aprendizaje. *Revista Ciencia & Educación*, 17(1), 51-62.
- Gordillo, H. (2008). La recepción de la física en Colombia. *Universidad Pedagógica Nacional*.
- Graizer, Ó. & Navas, S. (septiembre de 2011). El uso de la teoría de Basil Bernstein como metodología de investigación en Didáctica y Organización Escolar. *Revista de Educación*, 133-158.
- Granés, S. & Caicedo, L. (1997). Del contexto de la producción de conocimientos al contexto de enseñanza. Análisis de una experiencia pedagógica. *Revista Colombiana de educación*, 1-11.
- Guayara, D. (2017). La enseñanza de la teoría especial de la relatividad: reglas fijas y relojes con estudiantes de séptimo grado. *Universidad Pedagógica Nacional*.
- Martínez-Chavanz, R. (abril de 2006). Einstein y su recepción en Colombia.
- Martínez-Chavanz, R. (2018). Entrevista profesor Regino Martínez-Chavanz. (Hernández, L, Entrevistador).
- Martínez-Chavanz, R. & Paty, M. (2004). Formación y desarrollo de la cultura científica en Colombia: la física de 1880-1940. BOGOTÁ.D.C. *Colciencias*.

Martínez-Chavanz, R., Cubillos., A. Poveda, F. & Villaveces, L. (1993). Historia Social de la ciencia en Colombia. *Colciencias*.

Moreno, J. & Mora, J. (2014). La comisión corográfica primera empresa científica en Colombia: Consideraciones sobre su incidencia en la educación en ciencia. *Universidad Pedagógica Nacional*.

Observatorio Astronómico Nacional. (2019). Historia del Observatorio Astronómico Nacional. Obtenido de <http://patrimoniocultural.bogota.unal.edu.co/menu-principal/claustro/colecciones-patrimoniales/observatorio-astronomico-nacional.html>

Observatorio Astronómico Nacional. (16 de abril de 2019). <http://ciencias.bogotá.unal.edu.co/oan/historia/>. Obtenido de Historia del Observatorio Astronómico Nacional.

Observatorio Astronómico Nacional. (2019). Informe de la visita al Observatorio Astronómico Nacional elaborado por Lina Del Pilar Hernández Sepulveda, Bogotá D.C.

Orozco, J. (2005). Los estudios histórico-críticos y la enseñanza de las ciencias. *Atajos y desviaciones*, 1-13.

Pérez, J. & Solbes, H. (octubre de 2002). Algunos problemas de la enseñanza de la relatividad. *Investigación didáctica*.

Rozo, D. (1938). La entidad física, primera parte. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 422-438.

Rozo, D. (1938). La entidad física, segunda parte. *Academia Colombiana de ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 584-593.

Rozo, D. (1938). La entidad física, tercera parte, Conclusión. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 32-42.

Rozo, D. (1945). DISCUSIÓN ACADEMICA-CRÍTICA AL ESTUDIO DE "LA ENTIDAD FÍSICA". *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 328-330.

Sierra, A. (2014). Análisis introductorio para la comprensión del segundo postulado de la teoría especial de la relatividad. *Universidad Pedagógica Nacional*.

Sociedad Colombiana de Ingenieros. (2014). Rol de Julio Garavito Armero y Jorge Álvarez Lleras como directores de la Sociedad Colombiana de Ingenieros. *Anales de Ingeniería*.

Sociedad Colombiana de Ingenieros. (2019). Historia de la Sociedad Colombiana de Ingenieros. Obtenido de <https://sci.org.co/>

Sociedad Colombiana de Ingenieros. (2019). Informe de la visita a la Sociedad Colombiana de Ingenieros elaborado por Lina Del Pilar Hernández Sepulveda, Bogotá D.C.

UNESCO. (2013). Hechos y cifras: Gasto en Investigación y Desarrollo (I+D) del Informe de la UNESCO sobre la Ciencia: hacia 2030. UNESCO. Obtenido de <https://es.unesco.org/node/275048>

Universidad Nacional de Colombia. (11 de agosto de 2017). <http://unradio.unal.edu.co/nc/detalle/cat/politica-sociedad/article/hora-oficial-de-colombia.html>. Obtenido de UnRadio-Programa de radio.

Universidad Nacional de Colombia. (05 de mayo de 2018). Historia de la Facultad de Ingeniería. Obtenido de: <https://www.ingenieria.bogota.unal.edu.co/facultad/historia.html>

4. Contenidos

El documento tiene cuatro apartados principales análogos a capítulos:

El primer apartado se titula “*Preámbulo del estudio histórico desde la perspectiva de la recontextualización de saberes*”, este desarrolla el planteamiento del problema, los objetivos orientadores del trabajo, la justificación y una recolección de antecedentes locales, nacionales e internacionales. También el rol de la historia en la enseñanza de las ciencias, la metodología desde la perspectiva de la recontextualización de saberes: explicando principalmente en que consiste, desde el desarrollo de los trabajos de M. Ayala, J. Castillo, J. Orozco y Granés & Caicedo que fueron la base para realizar para este estudio histórico, además, algunas perspectivas de la enseñanza de la relatividad.

El segundo apartado se titula “*Máximos exponentes de la física en Colombia a Comienzos del siglo XX*”, este muestra los personajes más importantes de la física de Colombia a comienzos del siglo XX: Julio Garavito Armero, Jorge Álvarez Lleras y Darío Rozo Martínez, principalmente: sus estudios, roles, publicaciones y su postura frente a las teorías de la física: aquí se describe sus formas de explicar conceptos de la física como: masa, tiempo, longitud, entre otros, además, algunas ecuaciones que utilizaban para sus escritos. Concluyendo que los científicos son sujetos sociales e intelectuales de las ciencias, que desarrollaron importantes proyectos en investigación científica en Colombia.

El tercer apartado se titula “*Instituciones científicas de Colombia a comienzos del siglo XX*”, describe las instituciones científicas de la época, que han estado vinculadas con la recepción de las teorías de la física: la Sociedad Colombiana de Ingenieros, el Observatorio Astronómico Nacional y la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, principalmente se expone: su historia, la difusión en sus revistas sobre las teorías de la mecánica clásica, las teorías de la relatividad y el rol de los máximos exponentes de la física en estas, tomando como fuente principal los informes de las visitas a estas instituciones, que se encuentran en los anexos del presente documento.

En el cuarto apartado se titula “*La enseñanza de las teorías de la relatividad en Colombia a comienzos del siglo XX*”, este muestra algunos momentos históricos sobre la enseñanza de la física en Colombia a comienzos del siglo XX, principalmente: el rol de la Universidad Nacional de Colombia, libros de texto y revistas de difusión científica, que llegaron a Colombia siendo fuentes de estudio en la física.

5. Metodología

Este estudio histórico desde la perspectiva de la recontextualización de saberes se desarrolló en cuatro fases:

FASE I (Indagación): Involucró la revisión de algunas publicaciones de Julio Garavito Armero, Jorge Álvarez Lleras y Darío Rozo Martínez, también se realizó una entrevista a Regino Martínez-Chavanz (historiador de la física de Colombia). Después, se realizaron visitas a las principales instituciones científicas de Colombia: la Sociedad Colombiana de Ingenieros, el Observatorio Astronómico Nacional y la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, que publicaron los originales de los científicos mencionados anteriormente.

FASE II (Interpretación): comprendió el análisis de algunas publicaciones de Julio Garavito Armero, Jorge Álvarez Lleras y Darío Rozo Martínez, también se vinculó los escritos de historiadores de ciencia de Colombia: Regino Martínez-Chavanz y Michael Paty, que permitieron mostrar más aspectos del contexto de la época como: los culturales, los sociales, los políticos y los económicos, que incidieron en la recepción de las teorías de la relatividad en Colombia a comienzos del siglo XX, para desarrollar este estudio histórico.

FASE III (Análisis y discusión): se realizó el análisis de las contribuciones de Julio Garavito Armero, Jorge Álvarez Lleras y Darío Rozo Martínez. En particular, se destacó el debate que se generó en la época, entre los relativistas y los mecanicistas, además, se discutió el rol de las instituciones de ciencia y el rol que ejercieron los científicos mencionados anteriormente de Colombia y la enseñanza de la relatividad.

FASE IV (Sistematización): se centró en la elaboración del presente escrito desde la perspectiva de la recontextualización de saberes, como una herramienta para la enseñanza de la relatividad. Además, se recolectaron reflexiones en torno a la importancia de la historia de las ciencias, el contexto cultural y los factores de la recepción de la relatividad en Colombia para la enseñanza, como otra metodología que permite una mejor comprensión del origen y recepción de las teorías de la física. Adicionalmente se elaboró un escrito que muestra un panorama general de los viajes realizados por Einstein a Argentina y Brasil, para realizar un reconocimiento de cómo fue la recepción de la relatividad, (en términos de los exponentes de la física, instituciones científicas y algunas publicaciones hechas en estos países) a comienzos del siglo XX.

6. Conclusiones

El rol que pueden ejercer como historiadores los licenciados en física y quienes se forman en esta carrera profesional, se encuentra orientado en el reconocimiento del pasado y en las dinámicas sociales bajo las cuales se crearon, se consolidaron y se recibieron en Colombia, las diferentes teorías que abarcan la comprensión de los fenómenos físicos. Cabe destacar también que los licenciados y los científicos, además, de conocer la historia de las ciencias, deberían escribirla. Hecho que muestra a estas dos figuras como sujetos sociales conocedores de las teorías y su contexto de origen. Todo lo anterior posibilita nuevas perspectivas de enseñanza de la ciencia de Colombia.

Los aportes a la enseñanza de la relatividad que se pueden derivar de un estudio histórico sobre la recepción de la teoría especial y general de la relatividad desde la perspectiva de la recontextualización de saberes son: mostrar la enseñanza de la relatividad desde otra perspectiva: principalmente retomando el estudio de aspectos sociales, culturales y educativos de cómo se generaron, desarrollaron y estudiaron, las grandes teorías en Colombia. A partir de esto, es pertinente estudiar los artículos originales de los científicos colombianos para enseñar la relatividad en las aulas, desde un sentido de pertenencia, estos escritos muestran algunos conceptos como el movimiento, la velocidad, la masa, el tiempo, el espacio y el concepto de absoluto. Además, conocer el rol de las instituciones científicas y el papel que desempeñaron los mecanicistas y los relativistas.

Por otra parte, es importante para los licenciados en física conocer los aspectos sociales, políticos, culturales y económicos de la historia de las ciencias desde la perspectiva de la recontextualización de saberes que muestra la enseñanza de las ciencias desde una visión contextualizada y aborda el contexto del origen, la consolidación de las teorías científicas y los aspectos que la involucran. Estos aplicados en la enseñanza de la relatividad permiten establecer problemas de conocimiento o situaciones de estudio a partir de una reflexión que relaciona la actividad científica con la enseñanza, ya que no es posible separar el conocimiento de quienes lo elaboran, también se establece un diálogo con los aportes y los problemas de la física, abordados en este caso por: Julio Garavito Armero, Jorge Álvarez Lleras y Darío Roza Martínez a comienzos del siglo XX en Colombia.

La inclinación por las posturas mecanicistas y su desarrollo en Colombia hasta inicios del siglo XX eran por admitir y tener en cuenta las teorías del éter, además, de no tener en cuenta las nuevas teorías como la electrodinámica, la relatividad especial y general, considerando la mecánica newtoniana y la óptica matemática para algunos estudios de caso donde no eran adecuados como el comportamiento de la luz. Se destaca en este trabajo la difusión científica por medio de sus revistas que para la época era algo innovador, mostrando las posturas de la física de los científicos de Colombia, sus teorías de la física, en especial la teoría de la relatividad especial y general.

Los obstáculos que muestran los historiadores de la ciencia sobre la recepción y la enseñanza de la relatividad en Colombia a comienzos del siglo XX están relacionados con el cómo se aborda, se enseña y se ve la ciencia; estos obstáculos deben enmarcarse en un proceso social, donde los estudiantes y licenciados en ciencias reconozcan que las teorías no surgieron únicamente en el imaginario de lugares como laboratorios o por ciertos personajes aislados de la sociedad, por el contrario que a través de la sociedad fueron conformadas las teorías de la ciencia.

Las instituciones académicas de Colombia han desempeñado un rol importante frente al desarrollo de la ciencia en Colombia, las instituciones expuestas aquí han logrado sostenerse a pesar de las dificultades, especialmente en inversión económica; hoy en día son reconocidas como insignias de la historia de la ciencia de Colombia, a partir de esto se destaca el rol de estas en una sociedad que ha sido marcada por tradiciones frente a la enseñanza, además, promueven la investigación y apropian posturas conceptuales de la ciencia. Se destaca en este trabajo la difusión científica por medio de sus revistas que para la época era algo innovador, mostrando las posturas de la física de los científicos de Colombia, sus teorías de la física en especial la teoría de la relatividad especial y general.

Las teorías de la relatividad y su enseñanza en Colombia son importantes porque son parte esencial de la física, además, permiten a partir de su estudio un desarrollo científico y tecnológico. También estas teorías físicas modernas son relativamente nuevas y generan hipótesis en los escenarios educativos, donde nace un gusto de la ciencia por parte de los estudiantes. Es pertinente integrar la labor histórica de las comunidades científicas en los procesos de enseñanza de las ciencias en los escenarios educativos. Esto puede verse como un punto de partida para que los estudiantes interesados en esta rama de conocimiento puedan desarrollar un perfil profesional, ya que la articulación de las comunidades científicas con los escenarios de aprendizaje crea una nueva perspectiva de aprendizaje de las ciencias y un contacto real con estas.

Elaborado por:	Hernández Sepulveda, Lina Del Pilar
Revisado por:	Orozco Cruz, Juan Carlos

Fecha de elaboración del Resumen:	10	06	2019
--	----	----	------

Índice

Introducción.....	1
1. Preámbulo del estudio histórico desde la perspectiva de la recontextualización de saberes	3
1.1. Objetivo general	8
1.1.1. Objetivos específicos.....	8
1.2. Antecedentes	9
1.3. El rol de la historia en la enseñanza de las ciencias	13
1.4. Metodología desde la perspectiva de la recontextualización de saberes	14
1.5. Algunas perspectivas de la enseñanza de la relatividad.....	17
2. Máximos exponentes de la física en Colombia a comienzos del siglo XX.....	20
2.1. Julio Garavito Armero	22
2.1.1. Estudios.....	22
2.1.2. Roles	22
2.1.3. Principales publicaciones.....	22
2.1.4. Postura en el campo de la física en Colombia a comienzos del siglo XX.....	23
2.2. Jorge Álvarez Lleras	28
2.2.1. Estudios.....	28
2.2.2. Roles.....	28
2.2.3. Principales publicaciones.....	29
2.2.4. Postura en el campo de la física a comienzos del siglo XX.	30
2.3. Darío Rozo Martínez.....	32
2.3.1. Estudios.....	32
2.3.2. Roles.....	32
2.3.3. Principales publicaciones.....	32
2.3.4. Postura en el campo de la física a comienzos del siglo XX.	33
3. Instituciones científicas de Colombia a comienzos del siglo XX.....	38
3.1. Sociedad Colombiana de Ingenieros.....	39
3.1.1. Historia.	39
3.1.2. El rol de Garavito y Álvarez en la Sociedad Colombiana de Ingenieros.	40
3.1.3. Anales de Ingeniería	41
3.2. Observatorio Astronómico Nacional	41

3.2.1. Historia.	41
3.2.2. El rol de Garavito y Álvarez en el Observatorio Astronómico Nacional.	43
3.2.3. Publicaciones del Observatorio Astronómico Nacional	44
3.3. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales	44
3.3.1. Historia.	44
3.3.2. El rol de Garavito, Álvarez y Rozo en la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.	45
3.3.3. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.	46
4. La enseñanza de las teorías de la relatividad en Colombia a comienzos del siglo XX....	47
5. Reflexiones finales	49
Referencias bibliográficas	52

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Retrato de Julio Garavito Armero.....	24
Ilustración 2. Retrato de Jorge Álvarez Lleras.. ..	30
Ilustración 3. Retrato de Darío Rozo Martínez.....	33

Índice de Tablas

Tabla 1. Antecedentes locales, nacionales e internacionales.....	9
Tabla 2. Publicaciones de Julio Garavito Armero por campos de estudio.....	23
Tabla 3. Publicaciones de Jorge Álvarez Lleras por campos de estudio.....	29
Tabla 4. Publicaciones de Darío Rozo Martínez por campos de estudio.	32
Tabla 5. Comparación entre las ecuaciones utilizadas por Rozo y Einstein.	36
Tabla 6. Algunas revistas que llegaron a Colombia a comienzos del siglo XX.	48
Tabla 7. Algunos libros de texto usados en las universidades a comienzos del siglo XX.	48

Índice de Anexos

Anexo A. Entrevista profesor e historiador Regino Martínez-Chavanz	57
Anexo B. Informe de la visita a la Sociedad Colombiana de Ingenieros	70
Anexo C. Informe de la visita al Observatorio Astronómico Nacional	76
Anexo D. Informe de la visita a la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales	85
Anexo E. Einstein y su difusión científica en algunos países de Suramérica	92

Introducción

Conocer la historia del rol que desempeñó la enseñanza de las ciencias en Colombia es una herramienta que permite comprender los hechos culturales, sociales, políticos, económicos y de enseñanza ocurridos en el pasado y así mismo, explicar cómo es hoy en día la enseñanza de las ciencias y qué aspectos fueron los que consolidaron la educación de las ciencias. El trabajo que aquí se presenta surge como una necesidad de emprender una reflexión teórica e histórica, sobre aquellos aspectos que marcaron el proceso social y cultural de la teoría de la relatividad especial y de la teoría general de la relatividad, mostrando principalmente los aspectos más destacados en la educación a comienzos del siglo XX en Colombia como: la difusión científica, el rol de las instituciones científicas y la enseñanza de la relatividad desde la perspectiva de la recontextualización de saberes. Esto permite que el docente ejerza su rol como sujeto social y cultural en una sociedad como la nuestra, envuelta en abundantes dificultades que afectan las dinámicas propias de la educación.

A finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX en Colombia, los profesores de física y matemáticas eran ingenieros, ya que las primeras carreras universitarias del país fueron las ingenierías. Uno de los ingenieros más destacados fue Julio Garavito Armero (1865-1920), él fue director del primer Observatorio Astronómico Nacional; en sus cátedras de física, enseñó la mecánica clásica (newtoniana) y se le considera el primer antirrelativista de Colombia por algunos historiadores de la ciencia de Colombia. Garavito tuvo un asistente en el Observatorio Astronómico Nacional, su nombre era Jorge Álvarez Lleras, cuando Garavito murió, él siguió con las ideas de la física clásica y realizó diferentes publicaciones mostrando su postura mecanicista, haciendo críticas a las nuevas teorías de la física como la teoría especial y general de la relatividad. Ellos no aceptaban las ideas de la relatividad, ya que pensar en que algo tenía límite como la velocidad de la luz y que algo no fuera absoluto como el espacio y el tiempo, no era racional.

Sin embargo, otro ingeniero: Darío Rozo Martínez (1861-1964), hizo un estudio riguroso sobre algunos textos de las teorías de la relatividad especial y general, siguió estas ideas y en sus cátedras como profesor las implementó en el estudio de la física. Además, realizó publicaciones de estas teorías. Estos académicos fueron los primeros directores, difusores, fundadores y profesores de las primeras instituciones de ciencias en Colombia, como: la Academia Colombiana

de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, el Observatorio Astronómico Nacional, la Universidad Nacional de Colombia y la Sociedad Colombiana de Ingenieros. Con estos hechos, se generó una dinámica entre los expositores de la enseñanza mecánica clásica y la enseñanza de la relatividad en Colombia.

En el siglo XX, cuando se consolida la teoría de la relatividad especial, de acá en adelante (TRE) y la teoría de la relatividad general, de acá en adelante (TRG) en Europa, Colombia ya había tenido diferentes cambios en el contexto de la educación, como la consolidación de instituciones educativas públicas y privadas (universidades, colegios, sociedades y academias): diferentes decretos y leyes permitieron esto. También hubo diferentes transformaciones en los currículos; el campo de la física logró constituirse como una disciplina y ya tenía su pensum establecido en algunas carreras profesionales como las ingenierías.

En relación con lo anterior surge la importancia de realizar un estudio histórico que permita mostrar aspectos culturales, sociales, políticos, económicos y de enseñanza de la época desde la perspectiva de la recontextualización de saberes que se definirá a partir de algunos aspectos que la caracterizan como una actividad que genera condiciones para que los estudiantes y maestros puedan configurar fenómenos y no productos de ciencia, además, otorga criterios para realizar un análisis histórico, en este caso de las teorías de la relatividad en Colombia, ya que la historia de las ciencias como un campo disciplinar específico, se constituye en una alternativa importante como una actividad pedagógica. La recontextualización de saberes en este caso la enseñanza de la relatividad es una herramienta para la enseñanza de las ciencias que destaca las problemáticas y argumentos que dieron origen a los productos de las ciencias y su recepción (Castillo, 2008).

También se mostrarán algunas perspectivas de la recontextualización, con el fin de ampliar este concepto vinculándolo con los trabajos de los personajes mencionados anteriormente, esto permite que los licenciados y los licenciados en formación en ciencias conozcan diferentes perspectivas de la enseñanza de las ciencias y cambien modelos tradicionales. Para este estudio histórico se realizaron actividades que se muestran a lo largo de este escrito como: visitas a algunas instituciones científicas, recopilación y análisis de escritos originales, una entrevista al profesor e historiador Regino Martínez-Chavanz y un escrito reflejando una comparación con otros países frente al rol que desempeñó las teorías de la relatividad. Estas actividades permiten desglosar y

detallar esos aspectos que marcaron las teorías de la relatividad en Colombia a comienzos del siglo XX, en especial su difusión científica, posturas de la élite científica, su enseñanza, entre otros.

Por otra parte, desde mi experiencia como estudiante de la Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica Nacional, he visto que en los cursos de relatividad no se hace una contextualización y recontextualización de saberes de los fenómenos que son estudiados, en especial de los trabajos de científicos colombianos¹. Por ende, este trabajo es una propuesta la cual pretende relacionar diferentes aspectos vinculados con la recontextualización de saberes en los cursos de la licenciatura: en este caso la enseñanza de la relatividad. En este trabajo se realizó una revisión de algunos textos originales, los cuales son un estudio de las grandes teorías que nacieron en Europa, principalmente: “*Teoría de la aberración de la luz*” elaborado por Julio Garavito Armero, “*Primer informe sobre los trabajos de Garavito*” elaborado por Jorge Álvarez Lleras y “*La entidad física*” elaborado por Darío Roza Martínez, entre otros. Así mismo, se hace hincapié del rol que tuvieron dichas figuras en la élite científica y su papel en las instituciones científicas.

Seguidamente, se destaca el valor de la ciencia en Colombia, que aunque marcada por algunas costumbres tradicionales, ha desempeñado un rol importante en nuestra sociedad, de igual forma, su relevancia histórica en los diferentes escenarios de enseñanza, en especial en el de las ciencias; aunque no se tome en cuenta en algunos espacios académicos o se asuma de manera anecdótica y descontextualizada, se ha demostrado que conocer la historia de las ciencias permite revivir la producción de conocimientos, recepción y generar nuevos, desde recursos como: hipótesis, posturas, experimentación, entre otros.

1. Preámbulo del estudio histórico desde la perspectiva de la recontextualización de saberes

Colombia es un país en el que se afirma que hay muy poco desarrollo en investigación científica, también que no se han realizado grandes trabajos en ciencias, mucho menos en física; estas visiones se han construido por causa del bajo presupuesto que el gobierno otorga a la educación y a proyectos científicos, estas perspectivas están basadas en estadísticas como las de la

¹ Para verificar esta afirmación, se sugiere ver los contenidos de las asignaturas: Relatividad con el código (1443170) y Teoría general de la relatividad con el código (1443226) del departamento de la Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica Nacional.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) que muestran la inversión de los países en “*Gasto de investigación y desarrollo en ciencia*”, respecto a su Producto Interno Bruto (PIB) de Colombia, también acorde a la inversión en proyectos en investigación científica y en educación (UNESCO, 2013).

A pesar de las dificultades que ha afrontado el progreso de la investigación científica en Colombia, algunos científicos han trabajado con pocos recursos económicos y sus aportes han sido de gran impacto, un ejemplo es: Francisco José De Caldas (1768-1816), él fue el primer científico colombiano que desarrolló una teoría propia, la llamó la hipsometría: consiste en la medición de alturas por medio de la presión atmosférica, en especial de las montañas. Otro científico que transformó la educación y la investigación científica de Colombia fue José Celestino Mutis (1732-1808), desde su llegada en la época de la colonia, tuvo una participación en el campo de las ciencias; él principalmente implementó la física clásica (la mecánica newtoniana) que para la época no era algo aceptado por las tradiciones de la enseñanza de la época.

A finales del siglo XIX e inicios del siglo XX en Colombia, se destacaron tres científicos, debido a sus grandes aportes: Julio Garavito Armero, Jorge Álvarez Lleras y Darío Rozo Martínez, ellos han sido considerados como una insignia en la ciencia de Colombia por sus trabajos en diferentes ramas de la física, además, desempeñaron un rol muy importante marcando un antes y un después en la historia de la física y su enseñanza en Colombia, por su difusión científica y posturas reflejadas en sus escritos. Estos exponentes también fueron los primeros directores, difusores, fundadores y profesores de las primeras instituciones de ciencia en Colombia, como: la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, el Observatorio Astronómico Nacional, la Universidad Nacional de Colombia y la Sociedad Colombiana de Ingenieros. Con sus posturas frente a la física, se generó una dinámica entre los expositores de la mecánica clásica y la relatividad en Colombia.

Como se mencionó anteriormente, ha habido científicos de la física influyentes en el desarrollo de la ciencia en Colombia, sin embargo, resulta preocupante para la enseñanza de las ciencias el desconocimiento sobre la labor de estos y el rol que han desarrollado las instituciones científicas. Por lo tanto, hacer uso de la historia de las ciencias para la enseñanza de estas, abre un camino en el que se puede interactuar con los contextos de producción y enseñanza de conocimientos. Así mismo, es importante estimular el pensamiento científico de los estudiantes

como escenario de significación que les permita comprender la física como una relación permanente con los contextos sociales, culturales y naturales de los fenómenos que se construyen como sus objetos de indagación.

Ahora bien, en la enseñanza de las ciencias el conocimiento científico es presentado a los estudiantes como una serie de contenidos relacionados con los productos de la ciencia, muchas veces secuenciales y lineales, que por lo general no están vinculados con el reconocimiento y el estudio del cómo se originaron y se recibieron los saberes científicos, tampoco con los procesos históricos de producción y recepción de dichos contenidos. Además, la enseñanza habitual sigue priorizando la reproducción de contenidos, en los que no hay una relación con la experiencia de los estudiantes, tampoco con el contexto donde se encuentran, ni con el cómo fueron recibidos y difundidos los conocimientos científicos en Colombia.

Actualmente, en la enseñanza de las ciencias se da prioridad centralmente al estudio de las teorías, su conceptualización y su explicación por medio de ecuaciones: herramientas de cálculo solo para dar solución a ejercicios, descartando así, aspectos tan importantes como los culturales, los sociales, los políticos y los económicos, del contexto de producción de saberes científicos. Por esto, se genera una necesidad de enfocar el centro de estudio de la enseñanza de las ciencias, como lo afirma Ayala (2006):

El problema de la enseñanza de la física se convierte, entonces, en un problema fundamentalmente cultural. A través de la enseñanza de las ciencias y de la física en particular no sólo se generan condiciones culturales para legitimar y fomentar la actividad científica sino, principalmente, para que individuos y colectividades puedan participar activamente en la producción de formas de representación del mundo natural, de sí mismos y de los otros, de lo social, del país en su relación con otros, que permitan enfrentar favorablemente los múltiples y complejos conflictos que los afectan; se genera igualmente condiciones culturales, vincular nuestra cultura con la cultura científica e incidir en su transformación (p.11).

Con la afirmación anterior, es necesario que la enseñanza de la física se vincule con la recontextualización de saberes científicos, ya que esta permite ampliar la perspectiva de enseñanza

de los saberes científicos, principalmente haciendo un análisis detallado, también priorizando la comprensión, reflexión en torno a los fenómenos de estudio y fundamentándose con las problemáticas y consideraciones que dieron paso a la conceptualización que se generó en los descubrimientos de la ciencia, relacionándolos a su vez con el contexto que viven los estudiantes, para este caso la recepción de las teorías en Colombia, es decir, realizar una recontextualización sobre la recepción y el desarrollo de los saberes científicos en Colombia, a comienzos del siglo XX, para este caso las teorías de la relatividad, con el fin de ampliar la visión de su enseñanza.

Entonces, este trabajo propende encontrar en la enseñanza de la relatividad, un camino que abra la posibilidad de crear estrategias y propuestas en el que se tenga en cuenta, la relación de los contextos de producción y recepción de la ciencia en el ámbito de la enseñanza, logrando así un panorama de sentido en esta. Una de esas propuestas se puede construir haciendo uso de la historia de las ciencias, ya que es importante conocerla, para generar otro sentido en la enseñanza de las ciencias. Así lo afirma Martínez-Chavanz (2018):

En todas las etapas de un país, la historia de las ciencias, tanto en la educación secundaria como universitaria, debe ocupar un sitio adecuado, ignorar la historia auténtica, en general, es condenarse a repetir los errores del pasado (p.11).

Otra problemática que surge debido a la omisión de la historia de las ciencias son los recursos utilizados en su enseñanza, ya que la mayoría de los docentes en sus clases utilizan libros de texto, que muchas veces solo mencionan una pequeña parte del contexto de origen de los saberes científicos que se trataron en una época determinada, además, cuando se nombra la biografía de los científicos solo se abarca una pequeña parte, con el fin de conceptualizar únicamente los productos de las ciencias, para luego reducirlo a una definición y a una ecuación, lo cual se espera que los estudiantes aprendan. Tampoco se utilizan textos originales, especialmente los de los científicos colombianos, que permiten mostrar una forma contextualizada de interpretar las grandes teorías de la física, en este caso las teorías de la relatividad (Orozco, 2005).

La enseñanza de las ciencias específicamente la de la física, sigue un modelo en el cual el lenguaje matemático es su esencia, como se ha reiterado, para dar solución a ejercicios; estos están

descontextualizados y evidencian la ausencia de la comprensión del papel que jugaron en la interpretación de los fenómenos físicos, sus condiciones históricas (personajes, contexto de la época, los roles de la élite científica, las instituciones científicas, entre otros). Partiendo de lo anterior es imprescindible conocer la historia de la recepción de la relatividad en Colombia, para de esta forma mostrar otra perspectiva de enseñanza de la relatividad por medio del estudio de los escritos originales de los científicos colombianos. A partir de esto surgió la siguiente pregunta de investigación, la cual desglosa el presente estudio histórico desde la perspectiva de la recontextualización de saberes científicos de la recepción de la relatividad en Colombia:

¿Qué aportes a la enseñanza de la relatividad se pueden derivar de un estudio histórico sobre el papel que desarrolló la recepción de la teoría de la relatividad especial y la teoría de la relatividad general y su enseñanza en Colombia a comienzos del siglo XX desde la perspectiva de la recontextualización de saberes?

De este modo, este estudio histórico se enfocó en la exposición de diferentes aspectos respecto a la recepción de las teorías de la relatividad: su difusión científica, personajes destacados, instituciones de ciencia de Colombia (Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, la Sociedad Colombiana de Ingenieros y el Observatorio Astronómico Nacional) y su enseñanza. Este trabajo fue realizado desde la perspectiva de la recontextualización de saberes, con el fin de involucrar los contextos de origen de la recepción de la relatividad, mediante el estudio y la descripción de algunos textos originales de Julio Garavito Armero, Jorge Álvarez Lleras y Darío Rozo Martínez, para mostrar las dinámicas que marcaron el desarrollo de la física en Colombia a comienzos del siglo XX.

Los textos originales en cierta medida permiten determinar problemáticas en la enseñanza de las ciencias, en especial en las teorías de la relatividad; sin embargo, conocer el rol de las instituciones científicas, la vida y obra de la élite científica de Colombia y cómo era la enseñanza de la física en el siglo XX, permite fundamentar este estudio histórico que busca otra perspectiva de enseñanza de la relatividad, ya que es recurrente ver que en el curso de relatividad del departamento de la Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica Nacional, no se hace un estudio sobre la recepción de las teorías de la física de nuestro país, ni se muestra el tránsito de las

teorías de la física que surgieron a principios del siglo XX, entre las posturas de los mecanicistas y los relativistas.

Los objetivos de este trabajo son:

1.1. Objetivo general

- Realizar un estudio histórico desde la perspectiva de la recontextualización de saberes de algunos aspectos sobre la recepción de la relatividad en Colombia como: la difusión científica, instituciones científicas, personajes relevantes, su enseñanza en Colombia y sus aportes en la educación actual.

1.1.1. Objetivos específicos

- Realizar un estudio de algunos artículos científicos originales de Julio Garavito, Jorge Álvarez Lleras y Darío Rozo Martínez, que permita identificar algunos aspectos en los que se desarrolló el tránsito de la enseñanza de la mecánica clásica a la enseñanza de la teoría de la relatividad.
- Establecer criterios para relacionar la enseñanza de la física con la cultura a partir de la indagación de algunos trabajos de historiadores de ciencia y física de Colombia: Regino Martínez-Chavanz y Michael Paty, para la enseñanza de la relatividad.
- Caracterizar los aspectos que facilitan realizar un estudio desde la perspectiva de la recontextualización de saberes del trabajo de Julio Garavito Armero, Jorge Álvarez Lleras y Darío Rozo Martínez, sobre sus posturas frente a la teoría de la relatividad, como: la difusión, el rol en instituciones académicas y la enseñanza de la relatividad en Colombia.
- Describir la historia y los aportes que hicieron algunas instituciones científicas de Colombia: la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, la Sociedad Colombiana de Ingenieros y el Observatorio Astronómico Nacional, permitiendo así, mostrar el papel de la difusión y los roles de los exponentes de la mecánica clásica y de las teorías de la relatividad a comienzos de siglo XX.

1.2. Antecedentes

Aquí se presentan las diferentes investigaciones locales, nacionales e internacionales, enmarcadas en diferentes trabajos de grado y artículos científicos de la recepción y enseñanza de la teoría especial y general de la relatividad en diferentes campos de estudio, también se muestra los aportes que realiza la historia en los espacios de enseñanza de la física e investigaciones en torno a la enseñanza de la relatividad que sirvieron como referente y sustento para el presente trabajo.

Los antecedentes aquí presentados aportaron a la investigación, en el sentido de que fue posible, tener una visión más amplia de los problemas de enseñanza en torno a la recepción de la relatividad en nuestro país, así también exponer las propuestas metodológicas que se han generado en torno a esta rama de conocimiento, genera una mayor comprensión de los conceptos de la teoría especial y general de la relatividad. También se exponen los trabajos que se han realizado respecto a las obras de Julio Garavito Armero, Jorge Álvarez Lleras y Darío Roza Martínez, que explican el análisis de las teorías de la relatividad, que fueron fundamentales para una mayor comprensión de estos en la enseñanza de la relatividad y, a su vez, muestran la difusión científica vinculada con el rol de las instituciones científicas de la época. Ahora bien, la contribución que hacen los antecedentes en el presente estudio histórico sobre los aspectos mencionados anteriormente desde la perspectiva de la recontextualización de saberes, desarrollan un análisis que permite situar problemáticas de estudio tanto en la actividad científica como en la actividad educativa. La tabla 1 recoge de manera sintética estos trabajos.

Tabla 1. *Antecedentes locales, nacionales e internacionales.*

TÍTULO	AUTOR (ES)	DESCRIPCIÓN	APORTE AL TRABAJO DE GRADO
La recepción de la física moderna en Colombia.	Heidy esperanza Gordillo Bogota. Tesis de pregrado Universidad Pedagógica Nacional Bogotá (2008).	Aborda los procesos sociales y académicos que fueron necesarios en el país para que se presentara la inclusión de algunas teorías físicas modernas, como la química y la física, desde el periodo colonial hasta el siglo XX.	Este trabajo de grado aportó en la investigación en el abordaje histórico que se hace de la recepción de teorías físicas y químicas modernas en Colombia, donde muestra trabajos de diferentes científicos.

<p>Institucionalización, desarrollo y enseñanza de la física en Colombia a partir de la primera mitad del siglo XX.</p>	<p>Edwin Alejandro Castaño Santos. Tesis de pregrado Universidad Pedagógica Nacional Bogotá (2015).</p>	<p>Muestra los procesos que durante el siglo XX promovieron e impulsaron la institucionalización y apropiación de la física en la academia en Colombia.</p>	<p>Este trabajo de grado estuvo centrado en mostrar condiciones sociales y culturales, frente a la constitución de la academia, exponiendo principalmente el surgimiento de las carreras profesionales orientadas a la formación de los licenciados en física.</p>
<p>La enseñanza de la teoría especial de la relatividad: reglas fijas y relojes con estudiantes de grado séptimo.</p>	<p>Deiberth Sebastián Guayara Moreno Tesis de pregrado Universidad Pedagógica Nacional Bogotá (2017).</p>	<p>Se discutió la supremacía de la física clásica en el ámbito educativo colombiano y mostró la posibilidad de llevar la física moderna a un colegio, con estudiantes que no tuvieron contacto con la física como asignatura.</p>	<p>Este trabajo de grado aportó en la investigación en el abordaje histórico sobre conceptos de espacio y de tiempo desde la perspectiva de la teoría de la relatividad especial, abordándolos con estudiantes de grado séptimo.</p>
<p>La comisión corográfica primera empresa científica en Colombia: Consideraciones sobre su incidencia en la educación en ciencias.</p>	<p>José Eduardo Moreno Ávila & Juan David Mora. Tesis de pregrado Universidad Pedagógica Nacional Bogotá (2014).</p>	<p>Muestra cómo fueron aceptadas algunas corrientes de pensamiento en algunos países de Europa en Colombia, en la época Neogranadina a principios del siglo XX.</p>	<p>Este trabajo de grado muestra algunos métodos de enseñanza en la época Neogranadina, las teorías que fueron implementadas en las escuelas de la época, principalmente el proceso de la Expedición Botánica.</p>
<p>Implicaciones del tratamiento de los conceptos de masa y masa relativista.</p>	<p>Fabian Ricardo Carvajal Córdoba Tesis de pregrado Universidad Pedagógica Nacional</p>	<p>Realiza una discusión frente a los conceptos de masa relativista mostrando las dificultades y problemáticas que trae</p>	<p>Este trabajo de grado muestra las posturas de Newton y Einstein sobre el concepto de masa, donde hay falacias en el trabajo</p>

	Bogotá. (2012).	el concepto de masa entre la mecánica clásica y la relatividad especial	que realizó una de mis principales referencias: Regino Martínez-Chavanz.
Análisis introductorio para la comprensión del segundo postulado de la teoría especial de la relatividad.	Andrés Yesid Sierra Pareja Tesis de pregrado Universidad Pedagógica Nacional Bogotá (2014).	Se hace un estudio y un análisis en diferentes textos de física de tipo educativo, también de difusión histórica-filosófica de diversos autores, en la que se encuentra la que se muestra la explicación de la teoría de la relatividad de Albert Einstein.	Este trabajo de grado es una propuesta en la que se desarrolla un análisis introductorio que acerca al lector a la comprensión del segundo postulado de la teoría especial de la relatividad.
Algunas consideraciones históricas, epistemológicas y didácticas para el abordaje de la teoría de la relatividad especial en el nivel medio y polimodal.	Irene Arriasecq e Ilena María Greca. Programa internacional de doctorado en enseñanza de las ciencias. Universidad de Burgos y Universidade Federal do Rio Grande do Sul. España y Brasil (2001).	Se presenta una serie de consideraciones emergentes, de aportes recientes de la historia de la ciencia, la filosofía de la ciencia y la didáctica de las ciencias relevantes para la introducción de la teoría especial de la relatividad, en la enseñanza secundaria.	Este trabajo de grado aportó a la investigación en uno de los ejes centrales, sobre la vinculación entre la enseñanza de las ciencias y la historia de las ciencias en especial en el abordaje de la teoría de la relatividad especial.
Historia social de la ciencia en Colombia.	Regino Martínez-Chavanz, Germán Cubillos, Flor Poveda y Luis Villaveces. Colciencias (1993).	Se muestra la historia social de la ciencia en Colombia de 1886 hasta 1970, en cuatro periodos: la física precolombina, la física del periodo colonial, la física en el periodo republicano y la física a partir de 1960.	Este trabajo de Colciencias fue el primer antecedente, del presente trabajo, permitió hacer una reflexión de la enseñanza de las primeras teorías físicas que llegaron a Colombia, también ubicar el periodo de

			tiempo del presente estudió histórico.
Formación y desarrollo de la cultura científica en Colombia (La física de 1880 a 1940).	Michel Paty y Regino Martínez-Chavanz. Colciencias. (2004).	Este artículo muestra la física en Colombia durante el periodo colonial de (1550 a 1819), la física durante la republica de (1860 a 1960), la recepción de la relatividad en Colombia y la recepción comparativa de la relatividad en Francia en Colombia y en Brasil.	Este trabajo ayudó a profundizar en algunos aspectos sobre las posturas de Julio Garavito Armero, Jorge Álvarez Lleras y Darío Roza Martínez, frente a la enseñanza de la física en Colombia en el siglo XX.
Las ciencias en Colombia 1783-1990 una perspectiva histórico-sociológica.	Diego Becerra Ardila y Olga Restrepo Forero (1993).	Hace un análisis histórico-sociológico, mostrando la situación precaria del proceso de institucionalización de las ciencias en nuestro país.	Este artículo muestra el rol de las instituciones académicas, como la universidad en Colombia, en especial su difusión de ideas científicas y formación de investigadores, esto permitió identificar el papel de la universidad como institución científica.
Einstein y su recepción en Colombia.	Regino Martínez-Chavanz (2006).	Este trabajo muestra seis dificultades u obstáculos que no hicieron posible que no se implementara la teoría de la relatividad en Colombia.	Se retomó la conferencia del Valle del Cauca en Cali-Colombia donde se trabajan diferentes ejes de la relatividad, también muestra las teorías que se enseñaban en las clases de ciencias de las universidades.

Fuente: elaboración propia.

1.3. El rol de la historia en la enseñanza de las ciencias

A la historia de las ciencias se le puede asignar diversos roles en la enseñanza, los cuales están vinculados generalmente a aspectos como: la motivación para el aprendizaje de las ciencias y la vinculación de aspectos culturales, sociales, políticos y económicos para la enseñanza de estas; un criterio más adecuado para la introducción de la historia de las ciencias en la enseñanza, es la imagen de ciencia que se desarrolla a partir del contexto del sujeto. Esto en la ciencia implica una manera de entender el rol de la historia en la enseñanza; además, genera otra perspectiva de enseñanza. En este orden de ideas, las perspectivas de comprensión de la ciencia, se pueden agrupar en distintas formas y de este modo el papel de la historia también se puede comprender de formas diferentes. Por ende, es importante mencionar en principio esas formas de interpretar la ciencia, para posteriormente entender la vinculación que se tiene en la interpretación de la historia de las ciencias.

La perspectiva de cómo se concibe la ciencia, implica en cierta medida una forma de entender la historia de las ciencias, sí esta se considera como producto de la actividad de los científicos, ya que tradicionalmente la historia de las ciencias es presentada como una serie de momentos interesantes que solo refleja algunos datos de la vida, algunas sus posturas frente al análisis de teorías y algunas explicaciones de diversos fenómenos. Esto pone de antemano, únicamente, la necesidad de involucrar la historia de las ciencias como un curso más en el currículo, sin ninguna intención metodológica, reflexiva o de herramienta de aprendizaje, en donde lo importante es simplemente caracterizar la vida del científico ubicándolo en una cultura y en un periodo de la historia. Así, la manera en que comúnmente se aborda la historia de las ciencias según Orozco (2005) es:

En nuestro contexto sigue primando el paradigma historiográfico tradicional, las referencias anecdóticas en los libros de texto, las recurrencias marginales a la historia, el desconocimiento de las posibilidades del análisis conceptual y la sensación casi generalizada de que el vínculo de la historia de las ciencias con las propuestas curriculares se resuelve incluyendo pequeños cursos de historia, cuando no cápsulas con datos históricos llamativos, dentro de los planes de estudio (p.2).

En contraste con lo mencionado, comprender la ciencia es reconocerla como una actividad que establece problemas de conocimiento, configura fenómenos y estructura explicaciones; todo esto situado en aspectos relevantes como: el contexto histórico, cultural, social, político y económico. Además, vinculando específicamente a la sociedad con las comunidades científicas, mostrando así, un estudio histórico que relaciona diversos aspectos como lo afirma Garay (2011):

Un estudio de la historia de la ciencia desde un enfoque definido, pero ni único ni fijo, desde los personajes, los instrumentos, los métodos o los textos como un proceso de reconstrucción cultural del saber científico, permite reelaborar la visión de ciencia y de la naturaleza de ésta. Esto es mostrar la ciencia como una construcción no ajena a un cotidiano que interactúa constantemente con este, en un proceso dinámico y cíclico, en el sentido de que parte de una u otra y retorna, con modificaciones, reestructuraciones o nuevas demandas y necesidades. Proceso realizado por seres humanos, con habilidades, procesos, aptitudes y actitudes que les posibilitaron construir, reconstruir, formular o proponer posibles formas de ver, explicar y entender el mundo (p.54).

La afirmación anterior destaca el valor de la historia de las ciencias en la enseñanza, entendida como un espacio de conocimiento que permite investigar, analizar, reflexionar, comprender, contextualizar y recontextualizar los problemas, los fenómenos y los productos científicos, que fundamenta el centro de este estudio histórico desde la perspectiva de la recontextualización de saberes.

1.4. Metodología desde la perspectiva de la recontextualización de saberes

A partir de la reflexión en torno al trabajo de los científicos, se pueden establecer criterios en la enseñanza de la relatividad desde la perspectiva de la recontextualización de saberes, en donde es posible situar las problemáticas y los eventos que dieron origen a los hallazgos y recepción de las ciencias, así mismo, estructurar una reflexión para la enseñanza de la relatividad a partir del mismo análisis. El estudio de los textos originales en cierta medida permiten determinar problemáticas en la enseñanza de las ciencias, en especial en las teorías de la relatividad; sin embargo, conocer el rol de las instituciones científicas, la vida y obra de la élite científica de Colombia y cómo era la enseñanza de la física en el siglo XX, permite fundamentar este estudio histórico que busca otra

perspectiva de enseñanza de la relatividad desde la perspectiva de la recontextualización de saberes.

La recontextualización de saberes, se entiende como una actividad que realiza el investigador, en este caso el licenciado en formación, según sus intereses y conocimientos, además es un diálogo con los autores en busca de elementos para el planteamiento de un problema o una hipótesis, también la solución de un problema o hipótesis o la construcción de argumentos para abordar el conocimiento de fenómenos. Por esto, los procesos de recontextualización, le dan al maestro herramientas en su labor, ya que estos, aumentan su conocimiento y alimentan sus procesos de enseñanza, en especial, la enseñanza de las ciencias (Ayala, 2006). En otras palabras, un análisis histórico desde la perspectiva de la recontextualización de saberes como lo describe Castillo (2008):

Un cierto análisis histórico posibilita los procesos de significación y construcción de sentidos, cuyas fuentes se encuentran tanto en los planteamientos que los científicos han desarrollado en torno a las problemáticas y fenómenos que llevaron a la construcción de conceptos, y leyes que estructuran las teorías científicas, como en las elaboraciones de aquellos que se encuentran inmersos en la formulación de problemas, construcción de fenómenos, y estructuración de explicaciones (p.2).

Otros autores han desarrollado la perspectiva de recontextualización a partir de los planteamientos del sociólogo Basil Bernstein, como Granés & Caicedo (1997):

Recontextualizar es situar, insertar y articular un conocimiento, de manera significativa, en un nuevo contexto. Este cambio de localización implica procesos regulados de selección, de jerarquización y de transformación de los conocimientos. Además, en el proceso de recontextualización, la red de relaciones conceptuales y prácticas en la cual se inserta el conocimiento cambia con relación al cuerpo de saberes en el contexto original de la producción. Los procesos de recontextualización son siempre complejos y multifacéticos. Implican la construcción de un nuevo discurso, con finalidades, funciones y estructura propias, que deliberadamente se aleja del discurso original, aunque lo toma como base (p.2).

A partir de las perspectivas anteriores sobre la recontextualización de saberes, se asume el estudio de la historia como un recurso necesario para la adquisición del conocimiento y la enseñanza de este; cuando el licenciado y el licenciado en formación se interesen, además, se comprometan, con el estudio de la historia, en especial la de Colombia, será necesario abordar los documentos originales. En este caso, los originales de los científicos colombianos que hacen un estudio detallado de la mecánica clásica y la teoría especial y general de la relatividad. Estos escritos originales, en cierta medida proporcionan el reconocimiento de aspectos sociales, culturales y de enseñanza que, a su vez, manifiestan apreciaciones sobre las teorías; no sólo el conocimiento de estas y su forma de representación: por medio de ecuaciones; ya que, a partir de la difusión de los escritos originales y los roles de los científicos, también se muestran las posturas y el contexto de la recepción de la relatividad en Colombia a comienzos del siglo XX.

Lo anterior, da la posibilidad al lector de situar dichas posturas, en un contexto, según unas necesidades específicas históricamente establecidas. Este ejercicio implica una construcción de un discurso de las experiencias y la información brindada por el estudio de los originales, además, se establece una relación con el contexto de la enseñanza de las ciencias. En este sentido, durante el desarrollo de este trabajo, se acudió a algunas publicaciones de Julio Garavito Armero, Jorge Álvarez Lleras y Darío Rozo Martínez. Estas se abordaron con la intención de reconocer los elementos involucrados en sus trabajos respecto a algunos conceptos que se estudian en la TRE y la TRG como: masa, tiempo, longitud, entre otros.

Este estudio histórico abarca principalmente tres aspectos: primero, el estudio realizado por los autores, segundo, destacar las contribuciones de los científicos de la época y las instituciones de ciencia que hicieron posible la difusión de las posturas de estos y, finalmente, resaltar el valor y la estrategia pedagógica para la enseñanza de la física. Esta investigación se desarrolló en las siguientes fases:

FASE I (Indagación): Involucró la revisión de algunas publicaciones de Julio Garavito Armero, Jorge Álvarez Lleras y Darío Rozo Martínez, también se realizó una entrevista a Regino Martínez-Chavanz (historiador de la física de Colombia)². Después, se realizaron visitas a las principales

² La entrevista al profesor e Historiador Regino Martínez Chavanz, se encuentra en el anexo A del presente documento

instituciones científicas de Colombia: la Sociedad Colombiana de Ingenieros, el Observatorio Astronómico Nacional y la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales³, que publicaron los originales de los científicos mencionados anteriormente.

FASE II (Interpretación): comprendió el análisis de algunas publicaciones de Julio Garavito Armero, Jorge Álvarez Lleras y Darío Rozo Martínez, también se vinculó los escritos de historiadores de ciencia de Colombia: Regino Martínez-Chavanz y Michael Paty, que permitieron mostrar más aspectos del contexto de la época como: los culturales, los sociales, los políticos y los económicos, que incidieron en la recepción de las teorías de la relatividad en Colombia a comienzos del siglo XX, para desarrollar este estudio histórico.

FASE III (Análisis y discusión): se realizó el análisis de las contribuciones de Julio Garavito Armero, Jorge Álvarez Lleras y Darío Rozo Martínez. En particular, se destacó el debate que se generó en la época, entre los relativistas y los mecanicistas, además, se discutió el rol de las instituciones de ciencia y el rol que ejercieron los científicos mencionados anteriormente de Colombia y la enseñanza de la relatividad.

FASE IV (Sistematización): se centró en la elaboración del presente escrito desde la perspectiva de la recontextualización de saberes, como una herramienta para la enseñanza de la relatividad. Además, se recolectaron reflexiones en torno a la importancia de la historia de las ciencias, el contexto cultural y los factores de la recepción de la relatividad en Colombia para la enseñanza, como otra metodología que permite una mejor comprensión del origen y recepción de las teorías de la física. Adicionalmente se elaboró un escrito que muestra un panorama general de los viajes realizados por Einstein a Argentina y Brasil, para realizar un reconocimiento de cómo fue la recepción de la relatividad, (en términos de los exponentes de la física, instituciones científicas y algunas publicaciones hechas en estos países) a comienzos del siglo XX⁴.

1.5. Algunas perspectivas de la enseñanza de la relatividad

Estamos inmersos desde hace tres décadas, en una amplia línea de debate sobre los contenidos curriculares en la enseñanza de las ciencias debido a la insatisfacción que se presenta en torno a

³ Los informes de las visitas a las instituciones científicas se encuentran en los anexos B, C y D del presente documento.

⁴ El escrito de los viajes de Einstein a Argentina y Brasil se encuentra en el anexo E del presente documento.

los objetivos y a las metodologías que en la enseñanza se aplican actualmente. Por tanto, este trabajo resalta la importancia de incluir en los currículos la historia de la recepción de las teorías de la física a comienzos del siglo XX, en Colombia. Porque la enseñanza de las teorías de la relatividad y su recepción:

- Proporciona una de las visiones más correctas de cómo se desarrolla la ciencia, evitando visiones lineales y acumulativas, lo que es recurrente en la física clásica, ya que no ha podido explicar los fenómenos físicos. Consecuentemente esto provocó su crisis y el desarrollo de la física moderna.
- Destaca la importancia de la física moderna en la sociedad, no sólo por sus desarrollos tecnológicos sino también por su influencia en el pensamiento y la cultura de su tiempo.
- Muestra el interés y la curiosidad que manifiestan los alumnos por dichos desarrollos y por cuestiones más teóricas, por ejemplo: las teorías de la relatividad (la paradoja de los gemelos, la simultaneidad, los agujeros negros, entre otros).
- Mejora la comprensión de la propia física clásica porque la enseñanza de la física moderna muestra sus límites de validez y las diferencias entre ambas (Pérez & Solbes, 2002).

Con las afirmaciones anteriores se genera una de las preguntas más importantes que se quieren resolver en este trabajo de grado: ¿es importante la relatividad y su enseñanza en un país como Colombia? ¿por qué? Como se expone a continuación, esta pregunta es respondida en cierta medida por el profesor e historiador Regino Martínez-Chavanz (2018):

La enseñanza de la relatividad (como también de la cuántica) es importante para cualquier país, porque por un lado es parte integrante de la física y por el otro, porque es útil en la práctica. Un bachiller (como aquí en Francia) debe disponer las bases generales de la relatividad. En el curso de filosofía que nos dieron en mi Liceo (en ese tiempo dispensado por clérigos) se refirieron a la, relatividad, pero para denigrarla, caricaturizarla y rechazarla; y, a la vez, mostrar que el neotomismo era superior. El curso se llamaba Cosmología, con un texto del padre jesuita Rafael Faría. Afortunadamente, hoy ya las cosas han cambiado y los profesores de filosofía son profesionales idóneos (p.11).

Ahora bien, el estudio de los libros de texto en la enseñanza de la relatividad se ha criticado por diversos autores, muchos de ellos, han desarrollado trabajos en las aulas de clase en torno a la enseñanza de las teorías de la relatividad, además, han transformado tradiciones y falacias al momento de abordar conceptos de esta área, específicamente cuando son impartidos mediante libros de texto. Alonso & Soler (2006) señalan algunas falacias de la enseñanza de la relatividad cuando se hace uso de libros de texto, como se muestra a continuación:

El tratamiento de la relatividad en los libros de bachillerato es, de forma generalizada, muy escasa, claramente insuficiente. Cómo la relatividad es un tema muy breve, que sólo trata unos pocos aspectos, casi siempre de forma aislada y puntual. Parece, en muchos casos, que las expresiones operativas, que sí muestran los textos, se justifican por su funcionalidad en temas posteriores, más que por el papel que tienen dentro de la propia estructura del tema. Los desarrollos habituales se presentan acabados y, en consecuencia, propugnan un tipo de aprendizaje meramente repetitivo de la relatividad, resultando muy escasa, si no nula, la presencia en este tema de aspectos de la metodología científica. No se muestran los conceptos de relatividad, suficientemente, como un conjunto coherente de conocimientos; como una teoría estructurada sobre unos principios o postulados fundamentales y que obtiene de dichos principios unas leyes cinemáticas y dinámicas (p.440).

En términos generales es importante implementar los estudios históricos en la enseñanza de la relatividad desde la perspectiva de la recontextualización de saberes en Colombia, porque estos generan una mirada distinta en los maestros y alumnos del estudio de los fenómenos de la física, además, crean una transformación de los contenidos curriculares, ya que en la academia no se aborda la historia de la consolidación y recepción de las teorías de la física. Esto ha causado que la ciencia en Colombia no tenga una trascendencia con sentido e incertidumbre de sus alcances, debido al desconocimiento de su origen y desarrollo.

2. Máximos exponentes de la física en Colombia a comienzos del siglo XX

Los primeros escritos de la teoría de la relatividad especial y general introducidos en Colombia fueron los de Jules Henri Poincaré (1854-1912), posteriormente, los de Albert Einstein (1879-1955). Estos fueron implementados en los currículos de ciencias en diferentes universidades del país, específicamente, en las carreras de ingenierías que para el siglo XX en Colombia eran muy destacadas e importantes. Gracias a estas se crearon diferentes proyectos de estructuración y vías en el país.

Los ingenieros que introdujeron en sus clases las teorías de la física, tuvieron acceso a los primeros escritos de la mecánica clásica y a las teorías de la relatividad a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, ellos fueron: Julio Garavito Armero, Jorge Álvarez Lleras y Darío Rozo Martínez, quienes mostraron sus posturas a través del estudio de documentos que recibieron de diferentes países, especialmente de Europa, mediante algunos viajes que realizaron. También por medio de correspondencia de algunas bibliotecas de universidades y la revisión de documentos que estaban en la Biblioteca Nacional de Colombia. Estos escritos eran escasos en esa época; sin embargo, estas figuras pertenecieron a una élite científica y lograron obtenerlos (Martínez-Chavanz & Paty, 2004).

Anteriormente se mencionó la élite científica, para centrar el estudio en este apartado de la vida, obra y roles de científicos influyentes que permitieron el desarrollo de la ciencia en Colombia como: Julio Garavito Armero, Jorge Álvarez Lleras y Darío Rozo Martínez (figuras que para este trabajo sirvieron de sustento investigativo) desde la perspectiva de la recontextualización de saberes, ya que esto permite desarrollar un análisis más detallado de la producción de las teorías científicas, además ver los científicos como sujetos sociales y no como personas apartados de la sociedad, como lo describe Graizer & Navas (2011):

Una categoría en la cual todo sujeto es ubicado o reubicado y que da forma a las relaciones de poder y de control generadas por el principio de la división social del trabajo y por sus relaciones sociales intrínsecas: es un recurso simbólico, producto de la división social del trabajo de las categorías implicadas en su producción y producto de las relaciones sociales (prácticas y expertas) intrínsecas a esas categorías (p.41).

Adicionalmente, este apartado expone las principales publicaciones que reflejan las posturas de la élite científica, las cuales describen fenómenos como el movimiento, la masa, el tiempo y la longitud. Estas contextualizan el origen y la transición de teorías de la física en Colombia. Para mostrar un panorama general de la física, es pertinente aquí mencionar un acontecimiento esencial que enmarcó las teorías de la relatividad en el mundo. En el año de 1919, hubo un antes y un después en la historia de la física con el suceso del eclipse total de Sol del 29 de mayo de ese año, cuando se le dio veracidad a la teoría de la relatividad: con la observación del eclipse se verificó la desviación de los rayos luminosos estelares que pasan cerca del Sol, como lo predijo la teoría relativista de la gravitación de Einstein o teoría de la relatividad general. Este hecho sirvió para enfocar definitivamente la atención hacia la teoría general y rectificar la veracidad de la teoría de la relatividad especial.

Lo anterior permite entrever que la teoría de la relatividad general no era reconocida internacionalmente y que la teoría de la relatividad especial no tenía su veracidad total en la academia internacional; por esto tardó mucho en ser conocida en Colombia, lo que retrasó su estudio, difusión y enseñanza. En 1919 en Colombia ya se habían consolidado algunas instituciones científicas donde la élite trabajaba en el estudio de los fenómenos físicos, en la difusión y en su enseñanza, ya que los expositores y científicos eran profesores de las carreras profesionales de ciencia e ingeniería.

Por lo anterior, se pretende mostrar de forma más detallada, un bosquejo biográfico de cada uno de los máximos exponentes de la física en Colombia a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, sus posturas frente a algunas ramas de la física como: la mecánica clásica, la teoría de relatividad especial y la teoría de la relatividad general; también cómo estas teorías las explicaban a comienzos del siglo XX en Colombia. Para esto, se revisaron escritos originales publicados en las revistas *Anales de Ingeniería* y *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Estas publicaron específicamente en esa época, trabajos realizados por los siguientes campos de conocimiento: física, química y biología, además, estas constituyeron un destacado medio de comunicación local de los resultados de diversas investigaciones; sus publicaciones permitieron comprender posturas en algunos campos de la física, formas de comprensión y análisis de algunos fenómenos físicos. Todo lo anterior se muestra a continuación.

2.1. Julio Garavito Armero

Él nació en Bogotá el 5 de enero de 1865 y falleció en la misma ciudad el 11 de marzo de 1920.

2.1.1. Estudios. Estudió en el colegio Mayor de San Bartolomé, donde se graduó como bachiller en Filosofía y Letras. En 1884 entró a la Escuela de Ingeniería de la Universidad Nacional; fue un estudiante brillante. El 4 de junio de 1891 Garavito obtuvo el título de profesor de Matemáticas con la presentación de su trabajo titulado “*Forma de la sección meridiana de un manómetro de aire comprimido para que la graduación sea uniforme*”, publicado en 1892 en la revista *Anales de Ingeniería* que es el centro de difusión de la Sociedad Colombiana de Ingenieros. Además, Julio Garavito realizó diferentes publicaciones: una de ellas fue su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en 1891 denominada “*Método general para el estudio de las armaduras triangulares*”, aplicado al estudio de la Armadura Warren, esta especial para el estudio de puentes, la cual también fue publicada en los *Anales de Ingeniería*.

2.1.2. Roles. En 1890 se vinculó como profesor a la Escuela de Ingeniería, donde impartió las cátedras: Cálculo Infinitesimal, Mecánica Racional y Astronomía. En 1892 fue nombrado director del Observatorio Astronómico Nacional, este cargo lo ocupó durante muchos años, a su vez en 1896 ejerció el cargo de decano de la Facultad de Matemáticas e Ingeniería. En 1902 propuso al gobierno un plan para que el Observatorio realizara la carta de Colombia, con métodos astronómicos, partiendo de la latitud de Santa Fe de Bogotá. En 1898, estuvo encargado de modernizar los cursos de matemáticas para los ingenieros: se inspiró en el modelo de enseñanza francesa introducido por Augustin Louis Cauchy (1789-1857) en la Escuela Politécnica de París, que asigna valores a ciertas integrales impropias para que su resultado no sea indefinido.

2.1.3. Principales publicaciones. Julio Garavito realizó diversas publicaciones en diferentes campos de conocimiento en los distintos roles que desempeñó, sus publicaciones manifiestan que él científico, ingeniero y astrónomo fue un sujeto social que hizo parte del desarrollo de la ciencia y la cultura en Colombia a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX. Hoy en día es considerado un sabio para Colombia por sus grandes contribuciones en el desarrollo de la ciencia y su enseñanza. Sus publicaciones de mayor reconocimiento y difusión en Colombia se muestran a continuación.

Tabla 2. *Publicaciones de Julio Garavito Armero por campos de estudio.*

CAMPOS DE ESTUDIO	TÍTULO
Astronomía	Tratado de la mecánica celeste
	El cometa brillante
	La naturaleza del sol
	El eclipse solar
	Conjunciones planetarias
	El cometa Halley
	Óptica Astronómica
	El juego de la aguja
Las tablas de la luna	
Mecánica clásica	Nota sobre la dinámica de los electrones
	Teoría de la aberración de la luz
	Nota sobre la óptica matemática (crítica de la hipótesis ondulatoria)
	Óptica Astronómica. Teoría de la refracción y de la aberración anual
Sociedad y cultura	Evolución en la distribución de la riqueza y fundamento científico del impuesto
	Causa Principal de la Guerra Europea
	Seguro agrícola
	¿Bancarota de la ciencia?

Fuente: elaboración propia.

2.1.4. Postura en el campo de la física en Colombia a comienzos del siglo XX. Julio Garavito Armero realizó investigaciones en varios campos de la física y la matemática, las más destacadas son: la aberración astronómica, el movimiento relativo, las órbitas cometarias, los movimientos de la Luna y la determinación astronómica de coordenadas geográficas. También hizo estudios de varios temas de matemáticas, entre ellos de geometría algebraica y Euclidiana. Su encauzamiento filosófico sobre todo ontológico y epistemológico, solo le permitió aceptar la geometría euclidiana y la física newtoniana. Criticó y rechazó las geometrías no euclidianas, artificiales según él, reduciéndolas a puros ejercicios académicos sin consecuencias ni aplicaciones en la física.

Tampoco aceptó la física no newtoniana (la relativista, sobre todo) por encontrarla poco natural, saturada de hipótesis y alejada de algunos ideales clásicos de conceptos como: absoluto, espacio y tiempo. Esta postura hipercrítica de rechazo *a priori*, lo inhabilitó de asimilar la nueva

física exhibida por la teoría de la relatividad, por este hecho, se convierte en el primer antirrelativista en Colombia. Esta postura conllevó a consecuencias nefastas para el desarrollo de la física teórica y moderna en el país, ya que Garavito tenía a cargo la difusión del conocimiento científico en algunas cátedras en la Universidad Nacional de Colombia (Martínez-Chavanz & Paty, 2004).

A pesar de su postura antirrelativista expuesta anteriormente, Garavito es reconocido hoy en día por sus estudios y proyectos en ingeniería. Su postura en la física se ve reflejada en algunos estudios hechos sobre la aberración de la luz. Su principal y más conocida publicación se tituló “*Teoría de la aberración de la luz*”, en esta tuvo en cuenta la existencia de la hipótesis del arrastre total del éter sobre la atmosfera de la tierra, para fenómenos astronómicos que producen un movimiento aparente de las posiciones de los cuerpos celestes. También en esta publicación define que la aberración, hace que las posiciones de estos cuerpos presenten una pequeña desviación angular en

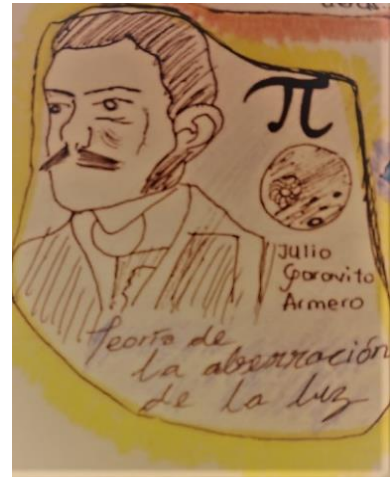


Ilustración 1. Retrato de Julio Garavito Armero. Fuente: Elaboración Propia.

dirección al movimiento del observador, en comparación a cuando el observador se encuentra en reposo. “Aceptábamos en ese tiempo, como lo aceptamos hoy, el arrastre total del éter por la atmósfera de la tierra. No hemos podido concebir la refracción de la luz en las capas sucesivas de la atmósfera sin admitirlo” (Garavito, 1912, p.59). El concepto de éter no lo reconoció a partir de la experiencia de Armand Hippolyte Louis Fizeau (1819-1896), donde se concluyó un arrastre parcial del éter, sino un arrastre total según la teoría de George Gabriel Stokes (1819-1903), ya que Stokes supuso que el éter era incompresible e irrotacional, lo que daría, en conexión con su modelo concreto de arrastre del éter y sustentó a la ley correcta de la aberración. Para reproducir el coeficiente de arrastre de Fresnel (y por tanto, explicar el experimento de Fizeau) argumentando que el éter es completamente arrastrado dentro de un medio (Garavito, 1913).

Después de la afirmación anterior, continúa haciendo una crítica fuerte al famoso experimento de Albert Abraham Michelson (1852-1931) y Edward Williams Morley (1838-1923) realizado en 1887: con este experimento se concluyó que el éter no existe y que la velocidad de la

luz es constante, Garavito lo describió con la palabra “*superfluo*” que significa que no cumple ni desempeña ninguna función, en las afirmaciones de Garavito:

Los experimentos de Michelson nos han parecido superfluos, pues para nuestra manera de ver semejaban a la tentativa de medir la velocidad de un tren con un anemómetro colocado en el interior de un vagón cerrado. No nos fundábamos, pues, para esto, en el principio de la relatividad. No tenemos derecho de suponer en reposo absoluto el medio en el cual se propaga la luz (Garavito, 1912, p.59).

En el estudio que realizó Garavito en su texto de la “*Teoría de la aberración de la luz*” y “*Óptica astronómica (teoría de la refracción y de la aberración anual)*” señaló que los estudios que hizo Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928) y todos aquellos que han tratado de acomodar la teoría ondulatoria de la luz a la contradicción que se presentaba en el campo de la óptica, han hecho un esfuerzo meritorio, pues no estaban obligados a subsanar errores que venían en las teorías ópticas desde la interpretación errada de Christiaan Huygens (1629-1695). Garavito estudió desde una única perspectiva el concepto de éter y la teoría ondulatoria, en sus palabras:

La teoría ondulatoria considera el éter como un sólido elástico, susceptible de atravesar los cuerpos materiales sin resistencia alguna y adaptándose, sin embargo, más o menos, a las condiciones físicas de tales cuerpos. El deseo de hallar la explicación de tal o cual fenómeno, verbigracia, la polarización de la luz, condujo a Fresnel a la consideración de un plano normal a la propagación de la luz, plano sobre el cual se consideran vibraciones rectilíneas de diverso sentido. (Garavito, 1913, p. 347).

Garavito explicó la teoría de Huygens, describiendo el siguiente ejemplo como una analogía para una breve explicación: se tiene una fuente luminosa que emite ondas esféricas de la misma manera que un movimiento ondulatorio en la superficie del agua que emite ondas superficiales, y un rayo de luz que está materializado por una recta perpendicular a la superficie de la onda, donde cada punto de una onda luminosa primaria se comporta como un centro emisor, que a su vez emite ondas secundarias de la misma frecuencia y velocidad que las ondas primarias. La onda resultante es la envolvente de las ondas secundarias, para este caso Garavito muestra una

solución radial, criticando la hipótesis ondulatoria. También en este artículo menciona la energía describiéndola como energía clásica en palabras de Garavito (1912):

En la luz debemos distinguir dos energías: la energía correspondiente al transporte de la luz o fuerza viva y la energía transversal. Como el ejemplo de las bolas de billar, las esferas se deforman transversalmente en la compresión debida a la fuerza viva transmitida y, recíprocamente, la energía de deformación se transforma en fuerza viva. Estas energías desempeñan el papel de cinética y potencial, que se transforman mutua y sucesivamente (p.64).

Para los desarrollos matemáticos sobre el planteamiento anterior utiliza la notación que se usa en la mecánica clásica. Una de las ecuaciones que utilizó es la siguiente en el artículo “*Teoría de la aberración de la luz*” es:

$$E_0 = \frac{1}{2} m v_0^2 \quad (1)$$

En la ecuación (1) E_0 : representa energía inicial, m : masa y v_0 : velocidad inicial.

Finalmente concluyó Garavito en su publicación sobre la teoría de la aberración de la luz (1912):

Este hecho no se puede explicar por el concepto de Huygens. La onda tiene su nacimiento solamente en el cuerpo luminoso y está constituida por los puntos del espacio en donde corresponde la misma faz vibratoria, y nada de extraño habría en el hecho de que, en ciertos casos, como lo hicimos notar atrás, pueda dejar de ser normal a la propagación (p. 65).

Otra afirmación que realizó Garavito es: “la velocidad de la luz cambia con respecto a la velocidad de la Tierra, conforme a la cinemática clásica” (Garavito, 1912, p.60). Esta hipótesis también fue contradicha por la experiencia de Michelson y Morley, mencionada anteriormente. Los problemas respecto al comportamiento de la luz ya habían sido resueltos de manera satisfactoria por Einstein con un grado de aceptación, exactitud y justificación, expresado por una serie de potencias en la Academia Europea, lo cual era el deseo de Garavito por sus trabajos realizados en matemáticas.

La solución de Einstein para el comportamiento de la luz, consistió en aplicar el hecho de que la dirección no es absoluta y depende del movimiento. Es decir que la noción de ángulo pierde el carácter absoluto que tenía en la geometría y cinemática prerrelativista (Martínez-Chavanz & Paty, 2004).

Además, Garavito mencionó que el principio de la relatividad ha servido hasta cierto punto de acomodo, para las interpretaciones de la ciencia, también estuvo en desacuerdo con las conclusiones de la escuela de Lorentz y con los sistemas materiales en movimiento relativo, en donde hace referencia a la errada conceptualización del éter, la óptica y el electromagnetismo: al éter se le relaciona con los movimientos de un sistema como si estuviera aquél en reposo absoluto, aun cuando ninguna experiencia nos demuestra, cómo podríamos estudiar un movimiento relacionándolo al éter del espacio. También abordó la elaboración de una teoría de medios refringentes móviles dentro de un marco puramente clásico, sin tener en cuenta la prometedora y moderna teoría electromagnética de los fenómenos luminosos de Lorentz, como tampoco la versión relativista de Einstein, de Minkowski y de Laub. Estas últimas teorías eran exactas y satisfactorias, tanto teórica como empíricamente. Otro problema tratado clásicamente por Garavito fue sobre la dinámica del electrón, se trata de la masa inercial variable con la velocidad que exhiben los electrones altamente veloces. La demostración teórica había sido dada por Lorentz en 1904 y definitivamente establecido por Einstein en 1905, como lo explica Martínez- Chavanz & Paty (2004):

Al principio hubo una confusión en los resultados experimentales que debían corroborar ese hecho, lo cual fue debidamente aclarado y establecido sin la menor duda. Garavito se empeñó en reinterpretar el resultado empírico con el fin de salvaguardar la constancia de la masa inercial, pero sin éxito alguno. Este nuevo fenómeno era un hecho típicamente relativista y, por consiguiente, los métodos clásicos implementados para explicarlo estaban condenados al fracaso, como efectivamente sucedió (p.90).

También se destaca la preocupación de Garavito por la propagación de la luz a través de medios diáfanos (medios los cuales pasan la luz casi en su totalidad) en movimiento, teniendo en cuenta siempre el concepto de éter en el que se mueven los cuerpos; sin embargo, para esta época,

como ya se había mencionado Michelson y Morley, realizaron un experimento que cambió el paradigma en torno a los estudios sobre la luz, pero para Garavito no tenía una sustentación válida.

Lo que se concluye de este apartado es que Garavito “no aceptó” la teoría de la relatividad especial y general, no porque eran nuevas o tenían poca sustentación, sino porque él tuvo poco tiempo de vida y no logró seguir desarrollando sus estudios en la física, de lo contrario hubiera sido un gran expositor de las nuevas teorías de la física.

2.2. Jorge Álvarez Lleras

Él nació en Bogotá el 16 de abril de 1886 y murió en la misma ciudad el 20 de abril de 1952.

2.2.1. Estudios. Estudio en el colegio Nacional de San Bartolomé, allí recibió el grado de bachiller el 8 de noviembre de 1901 y obtuvo el título de ingeniero civil en la Universidad Nacional de Colombia el 1 de noviembre de 1906.

2.2.2. Roles. Fue director de la biblioteca Nacional hasta 1907. También fue profesor de diferentes cátedras y secretario de la facultad de ingeniería en la Universidad De Nariño en los años 1908 y 1910. En 1911 y 1912 participó en la construcción del ferrocarril de Antioquia. En 1913 fue director en las Obras Públicas Departamentales, y en ese mismo año entró a la Universidad Nacional De Colombia donde fue profesor de la Facultad de Ingeniería, y finalmente en 1914 fue designado como Ingeniero ayudante del Observatorio Astronómico Nacional: en este lugar conoció a Julio Garavito Armero, con quien crea una afinidad de ideas, ya que Jorge Álvarez Lleras continuó expresando en sus cátedras las ideas de Julio Garavito Armero, en especial en la física clásica en el siglo XX.

A finales de 1921 tuvo el cargo de Ingeniero-Director de Ferrocarriles y Carreteras Nacional del Ministerio de Obras Públicas, en 1923 fue designado para realizar una explotación en la Intendencia Nacional del Chocó, en 1925 fue director de la sociedad Colombiana De Ingenieros, en 1927 participó en la obra de Canalización de las Bocas De Ceniza en el río Magdalena, en 1936 fue director del Observatorio Astronómico Nacional de Colombia. Ocupó la

dirección de la revista *Anales de Ingeniería* y de la *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* en esta institución, también fue presidente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, lo mismo que de la Sociedad Colombiana de Ingenieros.

2.2.3. Principales publicaciones. En los diferentes roles que ejerció Jorge Álvarez Lleras, realizó diversas publicaciones en diferentes campos de conocimiento, lo que muestra que él científico, ingeniero y astrónomo fue un sujeto social que formó parte del desarrollo de la ciencia y cultura en Colombia, a comienzos del siglo XX, además, Álvarez fue el primer presidente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, hecho que le permitió la difusión masiva de sus publicaciones. Hoy en día es considerado un gran difusor de la ciencia en Colombia y uno de los principales pupilos de Julio Garavito Armero, por sustentar, publicar y continuar sus principales trabajos. A continuación se muestran sus principales publicaciones.

Tabla 3. *Publicaciones de Jorge Álvarez Lleras por campos de estudio.*

CAMPO DE ESTUDIO	TÍTULO
Mecánica Clásica	Importante informe relativo a varias labores científicas del doctor Garavito
	Julio Garavito Ensayo biográfico y literario
	La ciencia en bancarrota
	El doctor Julio Garavito y las teorías eléctricas modernas
	Crítica a la hipótesis de los electrones
	La crisis de la Física Moderna y nuestra crítica a la hipótesis de los electrones
	El positivismo en la física moderna y la evolución de la ciencia
Historia y cultura social	La ciencia en bancarrota
	Reseña histórica del Observatorio Astronómico y Meteorológico de Bogotá
	El problema de Bocas de Ceniza
Filosofía	La mecánica y la filosofía natural. Nuevos aspectos del determinismo científico
	El último diálogo de Platón

Fuente: elaboración propia.

2.2.4. Postura en el campo de la física a comienzos del siglo XX. Jorge Álvarez Lleras estuvo convencido de que la labor de Garavito, al que llamó “Él Euclides Americano”, fue útil y contribuyó grandemente para confundir a los relativistas, ya que los describió como desconocedores de la física clásica en (1905):

Ellos han querido enturbiar las aguas clarísimas de la sana filosofía y de las ciencias positivas agitando viejas cuestiones, presentadas a título de mera curiosidad y como juegos del espíritu por los investigadores de otros tiempos. Ciertamente del concepto newtoniano del tiempo y del espacio no se puede salir sin encontrarnos fuera de aquel círculo de certeza que encierra dentro de sí los fundamentos del conocimiento y los métodos que el entendimiento sigue para hallar por medio de juicios sintéticos una comprobación en la propia experiencia (p.68).

Además, Álvarez afirmó que Garavito creyó en lo absoluto del Espacio y del Tiempo, al otorgarle siempre el valor que algunos han querido dar a las formas abstractas de Immanuel Kant (1724-1804) y al principio de la relatividad. Por lo tanto, la labor filosófica de Garavito se muestra conservadora; también Álvarez fue un excelente pedagogo: redactó numerosos cursos destinados a los estudios de ingeniería. Combatió las teorías de Einstein y de Hermann Minkowski (1864-1909), al mismo tiempo que las teorías cuánticas como consecuencia de su orientación epistémica, consideró el advenimiento de la física moderna como una “peste” y un hecho perturbador en el centro de la física clásica (Martínez-Chavanz & Paty, 2004).

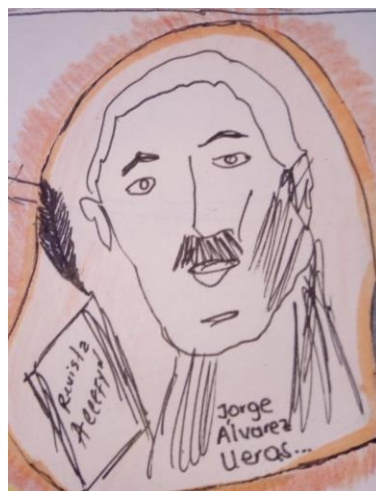


Ilustración 2. Retrato de Jorge Álvarez Lleras. Fuente: Elaboración Propia.

Cuando Jorge Álvarez Lleras trabajó en el Observatorio Astronómico Nacional como asistente del “sabio Garavito” llamado así, por la Sociedad Colombiana de Ingenieros, desarrolló diversas ideas en diferentes campos de la ciencia. En el Observatorio realizó medidas sobre la radiación solar, la meteorología y el magnetismo terrestre de la región de la Sabana de Bogotá, también llevó a cabo observaciones de eclipses. Álvarez es considerado el segundo antirrelativista por afirmaciones como: “En la evolución que han efectuado los métodos de investigación positiva,

durante el transcurso del siglo XIX, se ha venido abusando del llamado principio de relatividad, aplicando sin discernimiento a consideraciones complejas de filosofía” (Álvarez, 1920, p.472). Esta afirmación sumada a otras críticas a la física newtoniana, lo destacan como un miembro de la élite que hace publicaciones sobre estudios que exponen investigaciones sobre la física clásica y críticas a la física moderna, en especial a la TRE y TRG, además, el ingeniero Álvarez hace referencia a las ideas relativistas en 1937 en el artículo titulado “*El positivismo en la física moderna y la evolución de la ciencia*”: este no se trataba de una exposición sobre la teoría de la relatividad sino más bien de una exhibición de su crítica, con el objetivo expreso de poner en relieve las ideas y trabajos de Garavito. En ese artículo, Álvarez hace mención del principio de relatividad de Einstein, el espacio-tiempo de Minkowski, afirmando la imposibilidad de concebir una cuarta dimensión, lo mismo que la contracción de Lorentz (Álvarez, 1936).

Con el estudio de las posturas de los mecanicistas, cada vez se muestra una postura fuerte frente al concepto de éter en la difusión en Colombia a comienzos del siglo XX, Álvarez menciona en una de sus publicaciones un experimento sobre el éter que se realizó en París por el señor Ballaud, quien en esa época era el Director del Observatorio de París e hizo una observación sobre el arrastre total del éter, por la atmósfera de la tierra, no estaba de acuerdo con la experiencia de Fizeau, pues según su experiencia el arrastre del éter es solamente parcial (Álvarez, 1936). Con esto sigue verificando su apoyo a la postura de Garavito.

Hasta aquí se ha mostrado las biografías y las principales posturas de la física de los expositores de la mecánica clásica en Colombia a comienzos del siglo XX, se reconoce que para la época fueron estudios destacados e importantes, además estos expositores ayudaron a consolidar las teorías de la física y su enseñanza en nuestro país, también lideraron proyectos de avance científico como: construcción de vías, ingeniería, transporte, meteorología, astronomía entre otros. Sin embargo, otros científicos de esa época, ayudaron también al avance científico del país, mostrando otras perspectivas en la física, como se muestra a continuación.

2.3. Darío Rozo Martínez

Él nació en Bogotá el 17 de noviembre de 1881 y murió en la misma ciudad el 16 de mayo de 1964.

2.3.1. Estudios. Estudió en el colegio San Bartolomé y en el Colegio Nuestra Señora Del Rosario. Obtuvo su título de matemático e ingeniero en la Universidad Nacional De Colombia, el 19 de julio de 1909.

2.3.2. Roles. Fue el primer Geodesta del Estado Mayor General, también miembro de la oficina de Longitudes de Colombia como astrónomo, geógrafo y cartógrafo-dibujante. Fue profesor en la facultad de Ingeniería y matemáticas de la Universidad Nacional De Colombia. Además, hizo parte de diferentes comisiones de límites de Colombia con todas las repúblicas vecinas.

2.3.3. Principales publicaciones. Darío Rozo Martínez realizó diversas publicaciones en diferentes campos de conocimiento en los distintos roles que desempeñó, sus publicaciones manifiestan que él científico, ingeniero y astrónomo fue un sujeto social que hizo parte del desarrollo de la ciencia y la cultura en Colombia a comienzos del siglo XX. Hoy en día es considerado un sabio para Colombia por sus grandes contribuciones en el desarrollo de la ciencia y su enseñanza, además, se destaca que en la época fue el primer difusor de las teorías de la relatividad en Colombia. Sus publicaciones de mayor reconocimiento y difusión en Colombia se muestran a continuación.

Tabla 4. *Publicaciones de Darío Rozo Martínez por campos de estudio.*

CAMPO DE ESTUDIO	TÍTULO
Teoría de la relatividad especial y teoría general de la relatividad	Alcances de la teoría de Einstein
	La entidad de la Física
	Conferencia sobre la relatividad
	Nuevas ideas sobre la relatividad y la formación de la materia
	Las fórmulas de Einstein sin relativismo y la onda de Broglie
	Nuevos conceptos de la relatividad Einsteiniana, se exponen los rudimentos de los tensores relativistas
	El campo de gravitación explicado por la ecuación de onda
Filosofía	Mitología y Escritura de los Chibchas

Geografía	Del Pacífico al atlántico por la región Ecuatorial de América. Alfarjes Santaferreños
Astronomía	Teoría de los errores y mínimos cuadrados
	Tablas y formas para el uso del Hipsómetro y para la refracción astronómica
	Catálogo de pares de estrellas para el método de Zinger
	Lecciones de Astronomía de Campo
	Astronomía Geográfica

Fuente: elaboración propia.

2.3.4. Postura en el campo de la física a comienzos del siglo XX. Darío Rozo Martínez realizó estudios principalmente en astronomía y geodesia. Fue el primer colombiano en difundir y defender las nuevas ideas relativistas de Einstein en 1923. Realizó investigaciones, entre ellas, sobre la teoría de la relatividad, la mecánica ondulatoria, los fundamentos de la física y los rayos cósmicos.

El primer artículo que llega a Colombia sobre la relatividad fue en 1922, habla de la teoría de gravitación de Einstein, también sobre la anomalía de Perihelio de mercurio sobre la observación de la desviación de los rayos estelares que pasan cerca al sol, además, sobre el triunfo de las leyes de James Clerk Maxwell (1831-1879) y de la unidad de la física (Martínez-Chavanz & Paty, 2004). En 1923 el ingeniero Darío Rozo Martínez publicó en Colombia el primer artículo donde se expone una síntesis de la TRE y se esboza la TRG. A partir de esa fecha se inicia la defensa y la paulatina difusión de la relatividad. Rozo realizó otro artículo de síntesis de la TRE en 1946. En las cuatro



Ilustración 3. Retrato de Darío Rozo Martínez. Fuente: Elaboración Propia.

publicaciones citadas desde 1946 se expone con rigor y claridad las partes esenciales de la TRE. Darío Rozo Martínez en 1923, explicó el experimento de Michelson y Morley, las transformaciones de Lorentz, la contracción de Lorentz-Fitzgerald, la composición relativista de las velocidades y la relación entre la masa y la energía.

Darío Rozo Martínez publicó trabajos sobre las teorías de relatividad especial y general, la gravitación, la mecánica ondulatoria, los modelos atómicos y sobre los fundamentos de la física. Su gran insignia fue la realización de tres publicaciones en la *Revista de la Academia Colombiana*

de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales: la primera publicación “*La entidad física*”, hace referencia a algunos temas de relatividad como velocidades y energía, donde expone, que no es necesario recurrir al concepto de éter, para el estudio de las velocidades y que el movimiento ondulatorio y vibratorio se caracteriza por su velocidad. La segunda publicación “*La entidad física*”: continuación de la primera publicación, expone el concepto de masa y resalta las ecuaciones de Einstein y el modelo de átomo; muy diferente al de Bohr. La tercera “*La entidad física*”: conclusión de la primera y la segunda publicación, hace referencia a la electricidad y dinámica en el caso del átomo y expone el movimiento relativo. En la conclusión menciona los temas que se desarrollaron en el estudio de las tres publicaciones, las cuales mostró Rozo (1938):

- 1) Idea clara sobre la masa mecánica.
- 2) La razón de las ecuaciones einsteinianas.
- 3) La razón de los cuantos.
- 4) La expresión de los pesos atómicos en función de número atómico.
- 5) La generación de la materia considerada.
- 6) La constitución de la electricidad y la razón de los caracteres que tiene la electricidad positiva electricidad negativa, todo bajo al aspecto matemático.
- 7) La naturaleza de los rayos cósmicos (p.42).

El trabajo de Rozo frente a las nuevas teorías de la física que se presentan en este trabajo, se destaca principalmente por sus estudios físicos y matemáticos, también por la difusión de sus posturas frente a diversos temas de la física, que muestra otra perspectiva del mundo principalmente en sus artículos de la TRE y la TRG, estos permiten reconocer algunos conceptos que son nuevos en la física a comienzos del siglo XX en Colombia, como:

- Concepto de espacio-tiempo: el pretendía mostrar que la TRE y la TRG no quebrantaban los principios de los científicos Galileo Galilei (1564-1642) e Isaac Newton (1642-1727), por el contrario, que eran teorías, las cuales enriquecían dichos principios. Por esto, muestra un proceso matemático sobre la velocidad, tomando como referencia los escritos de Einstein y su notación con las ecuaciones de Lorentz: estos le permitieron explicar magnitudes físicas

medibles como la energía y la relación que hay entre el espacio y el tiempo, además, que estos conceptos no son absolutos, sino que varían cuando los cuerpos están en movimiento.

- Concepto de velocidad: para él la velocidad se consideraba independiente de la materia, él reconoce dos velocidades una de propagación que transporta energía y no materia y otra velocidad de traslación. Por esto, menciona la siguiente situación: “En las ondas hertzianas; las ondas del agua, se propagan en círculos y que no transportan los cuerpos flotantes, cuando la propagación es afuera a partir de un centro” (Rozo, 1938, p.422). También les da nombres propios a las velocidades: una independiente de la masa “*protovelocidad*” y la otra independiente de la materia “*protoenergía*” la que está definida al cuadrado de la velocidad considerada independiente de la masa.
- Concepto de movimiento en ondas: existe dos tipos de movimiento el vibratorio que tiene diferentes direcciones “*polidireccional*” y el uniforme: solo una dirección “*monodimensional*”.
- Ecuación de propagación: en ondas transversales o longitudinales la elongación armónica es independiente de la dirección de propagación. Lo describe por medio de la siguiente ecuación:

$$\frac{d^2s}{dt^2} = c^2 \nabla^2 S \quad (2)$$

En la ecuación (2): s representa la elongación armónica, t el tiempo, c la velocidad de propagación y $\nabla^2 S$ la divergencia ligada a la propagación de las ondas.

- Concepto de masa: la masa inercial y la masa atractiva ondulatoria son el mismo concepto porque la masa ondulatoria adquiere un comportamiento según la ecuación de propagación de masa atrayente que es la misma masa, desde la perspectiva de la mecánica clásica en un campo de fuerzas. En palabras de Rozo: “Se deduce que hay una compleja paridad entre la masa de inercia clásica y la masa ondulatoria” (Rozo, 1938, p.586). Rozo muestra la inercialización de la energía total y la masificación de la energía interna, ligadas respectivamente a la variancia de la inercia y a la invariancia de la masa.

También Rozo, toma de base a Poincaré, lo que le permitió exhibir explícitamente la invariancia de la masa y el tiempo propio, como la covariancia de las ecuaciones fundamentales de la TRE. Además, Rozo plantea análogamente algunas ecuaciones y relaciones entre la teoría

ondulatoria y la dependencia entre la masa y la energía cinética. Además, hace una comparación con las siguientes ecuaciones:

$$\frac{d^2s}{dt^2} = cte \quad (3)$$

$$\frac{d^2s}{dt^2} = k^2 - x \quad (4)$$

En las ecuaciones (3) y (4): s representa la elongación armónica, t el tiempo, k número angular de onda y x distancia.

En la mecánica clásica no se puede explicar los fenómenos ondulatorios, pero al momento de interpretar la ecuación (3) de Einstein se expresa de la misma forma que la ecuación (4), incluso poseen las mismas unidades. Sin embargo, Rozo realizó un estudio más profundo, en palabras de él: “se infiere que no se procede correctamente cuando se aplica las fórmulas de la mecánica clásica a casos que intervienen fenómenos ondulatorios” (Rozo, 1938, p.432). Por esto, él continuó haciendo desarrollos matemáticos donde muestra una ecuación que es similar a la de Einstein, en la que relaciona las ecuaciones de Lorentz:

Tabla 5. Comparación entre las ecuaciones utilizadas por Rozo y Einstein.

NOTACIÓN ECUACIONES EMPLEADAS POR DARÍO ROZO MARTÍNEZ		NOTACIÓN ECUACIONES EMPLEADAS POR ALBERT EINSTEIN	
$x_1 = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \beta^2}}$	(5)	$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	(6)
$t_1 = \frac{t - \frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1 - \beta^2}}$	(7)	$t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	(8)

Fuente: elaboración propia.

En las ecuaciones (5), (6), (7) y (8) x : representa la distancia. v velocidad, t : tiempo, c : velocidad de la luz, Δ : delta y β^2 : es $\frac{v^2}{c^2}$.

Es entonces demostrado que Rozo fue el primer personaje en usar y en realizar un estudio sobre las ecuaciones de Einstein, usando las transformaciones de Lorentz, dentro de la teoría de la relatividad especial, estas son un conjunto de relaciones que dan cuenta de cómo interactúan las

medidas de magnitudes físicas como la distancia y el tiempo, obtenidas por dos observadores diferentes. En la segunda parte de la entidad física, Rozo continúa explicando diferentes fenómenos de la física moderna.

- Concepto de materia: Rozo efectuó un estudio sobre la TRE y la TRG, además, realizó otros estudios sobre el átomo, planteando un nuevo modelo de núcleo, en donde expone la distribución de los elementos y niveles de energía del átomo, a partir de una hipótesis: “El átomo está formado por condensadores esféricos concéntricos y que un electrón puede extenderse y cubrir totalmente una diminuta esfera” (Rozo, 1938, p.591). Estas ideas son muy diferentes a las del modelo atómico de Bohr, en el que los electrones satélites están remplazados por una carga circundante de electricidad negativa.

Para la conclusión de “*La entidad física*” Rozo realizó una síntesis sobre la parte I y II de “*La entidad física*”, principalmente aclaró algunas relaciones como la espacio-tiempo e hizo comentarios sobre sus planteamientos, en sus palabras:

La teoría esbozada en el presente estudio se fundamenta en el concepto de la independencia del movimiento, en considerar al movimiento con existencia de por sí, sin relación con la materia antes de toda materia. La noción de movimiento no puede desligarse de la de espacio que sin la una subsiste la otra, por consiguiente el substratum del mundo físico en el espacio del mundo físico es el espacio, quedando inherente el tiempo a él, puesto que el tiempo es esencial al movimiento (Rozo, 1938, p. 42)

Ahora bien, la *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, realizó una publicación en 1945 titulada “*Discusión académica-crítica al estudio de “La entidad física”*”. En esta publicación el ingeniero Rozo muestra una carta hecha por el doctor Francisco A. Weil, que analiza su trabajo realizado en 1938 sobre el uso de unidad absoluta en el concepto de masa especialmente, Weil muestra que la masa debe ser absoluta exponiendo con argumentos de la mecánica clásica el concepto de unidad, es decir, que no puede variar. Por ejemplo, si hay un cuerpo que pesa 1 kg y este se mueve, siempre va a mantener su peso original, como lo afirmaron los mecanicistas. Por los argumentos de Weil, Rozo concluye que continuará realizando más estudios, en palabras de Rozo en 1945 “Actualmente estoy perfeccionando un escrito

para procurar demostrar que la independencia entre espacio y tiempo explica o aclara muchos problemas de Física, además, el concepto de masa absoluta” (Rozo, 1945, p.330). También resalta la importancia de la “discusión académica” que es importante para el desarrollo de las nuevas teorías científicas como la TRE y la TRG. El rol crucial que desempeñó la difusión de las publicaciones de Rozo abrió un nuevo panorama de la física en Colombia a comienzos del siglo XX porque introdujeron las teorías de la relatividad, esto a través de las instituciones científicas que lograron la enseñanza de nuevas teorías de la física.

Los tres personajes que se han mencionado en este trabajo son los más destacados en la recepción de la relatividad en Colombia, no se encontraron en el estudio histórico otros personajes que hayan hecho parte de este proceso. Martínez-Chavanz (2018) lo confirma:

Estos fueron los personajes más notables en la recepción de la física relativista en nuestro país, sobre todo Darío Rozo Martínez. Garavito fue pesimista y negativo. Álvarez Lleras se limitó a defender lo indefendible de Garavito. Rozo Martínez fue el primero en difundirla y defenderla. Esta situación histórica fue el fruto de los prejuicios, la estrechez de pensamiento, la poca información y relaciones disponibles y la intolerancia epistemológica (p.2).

3. Instituciones científicas de Colombia a comienzos del siglo XX

El resultado de la mayoría de los gobiernos de Colombia frente al desarrollo de la investigación en ciencia ha quedado hasta ahora en un segundo o tercer plano, esto se muestra en la inversión que ha hecho el gobierno de Colombia (BANCO MUNDIAL, 2019). Sin embargo, en algunos gobiernos, se han desarrollado algunos proyectos de investigación, los cuales, se han destacado por su impacto social.

Cuando se consolidaron las instituciones científicas en Colombia, por el poco apoyo económico del gobierno hacia estas, perpetuaron un retardo en los procesos de las investigaciones. A finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, algunas instituciones científicas estructuradas fueron de vital importancia para la difusión de las teorías de la relatividad especial y general. Los personajes mencionados previamente estuvieron a la dirección de estas instituciones, también en la

construcción de los artículos de difusión, plasmando sus posturas. Por esto, es importante mostrar la historia de cómo se consolidaron las instituciones y el rol que desempeñaron los personajes de la élite científica, en especial, en la publicación de sus escritos.

En este apartado se explicará la historia y el papel de las instituciones académicas, las cuales han desempeñado su rol como difusoras en grandes proyectos e investigaciones, con gran compromiso en nuestro país. A pesar de que son muy pocas las instituciones académicas, como mecanismos de orden social y cooperación, gobiernan las acciones de determinado grupo de individuos en relación con su entorno sin importar el número de miembros que este tenga, es decir, si son un grupo pequeño o grande.

3.1. Sociedad Colombiana de Ingenieros

La Sociedad Colombiana de Ingenieros ha desarrollado un papel muy importante en el progreso de las ciencias a través de los estudios de ingeniería en Colombia. A finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, la enseñanza de las ciencias estaba a cargo de las ingenierías: la Sociedad Colombiana de Ingenieros fue una de las principales instituciones difusora de los artículos de Julio Garavito Armero, Jorge Álvarez Lleras y Darío Rozo Martínez, en diferentes campos de conocimiento como: proyectos de infraestructura, vías y transporte. Julio Garavito Armero y Jorge Álvarez Lleras fueron directores de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, hoy en día son recordados como insignia del desarrollo del país.

3.1.1. Historia. La Sociedad Colombiana de Ingenieros (SIC) se fundó el 25 de abril de 1873 como iniciativa de los ingenieros Manuel H. Peña, Manuel Ponce de León, Abelardo Ramos y Ruperto Ferreira. El primer presidente fue Manuel Ponce de León, el vicepresidente Indalecio Liévano y el secretario Ruperto Ferreira. En mayo de 1887 los ingenieros Abelardo Ramos, Diodoro Sánchez, Andrés Arroyo y Miguel Triana tuvieron la idea de revivir la iniciativa olvidada. El día 24 de dicho mes dirigieron una circular a los colegas residentes en Bogotá invitándolos a reunirse el domingo 29 en la casa número 700 ubicada en la carrera Séptima “para tratar asuntos de ingeniería”. Como resultado de esta reunión, se declaró fundada la Sociedad Colombiana de Ingenieros y fueron elegidos presidente Ramos y secretario Sánchez. Se nombró una comisión para redactar los estatutos, la cual cumplió sus objetivos, siendo aprobados en la sesión del 12 de junio siguiente (Sociedad Colombiana de Ingenieros, 2019).

Pocos días después de fundada se discutían problemas como el trazado del ferrocarril de Bogotá al Río Magdalena, la organización de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Nacional, el Código de Minas. En 1894, era consultada oficialmente por la Cámara de Representantes en relación con un proyecto de Ley que debía fijar el ancho de las paralelas de las vías férreas colombianas. La manera como la Sociedad absolvió esta y otras consultas le mereció un justo elogio en el informe que presentó al Congreso Nacional el Ministerio de Fomento, al cual estaban adscritas las obras públicas (Sociedad Colombiana de Ingenieros, 2019).

El Gobierno Nacional precedido por el Vicepresidente Encargado Miguel Antonio Caro y su ministro de momento José Manuel Goenaga, expidió el decreto 336 del 4 de enero de 1893 “sobre inspección de ferrocarriles”, que reconocía a la Sociedad Colombiana de Ingenieros como cuerpo consultivo y le concedía una subvención anual y el “uso gratuito de un local público adecuado para que en él conserven los archivos, biblioteca y museo de la Sociedad Colombiana de Ingenieros”. En desarrollo de este decreto el Gobierno le suministró un local en el mismo edificio de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Nacional, actualmente ocupado por la Academia Colombiana de Historia, en el cual funcionó a partir del 12 de marzo de 1893. Años después la dirección de la SCI estuvo dirigida por Julio Garavito Armero y Jorge Álvarez Lleras (Sociedad Colombiana de Ingenieros, 2019).

3.1.2. El rol de Garavito y Álvarez en la Sociedad Colombiana de Ingenieros. Julio Garavito fue Director en 1897-1898 de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, seis años después de recibir su título de profesor de matemáticas y de ingeniero civil en la Facultad de ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia. Además, en 1916 fue presidente de la Sociedad Colombiana de Ingenieros donde realizó estudios sobre la determinación de la latitud de Bogotá, astronomía, óptica geométrica, entre otros campos (Sociedad Colombiana de Ingenieros, 2014).

Jorge Álvarez Lleras fue Director en 1916, 1917, 1922, 1924, 1925, 1927 y 1931 de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, su primera publicación en los *Anales de Ingeniería* fue sobre el intercambio de señales telegráficas que permitió la comunicación entre medellin y Santa Fe de Bogotá, también se destacó por continuar los estudios de Garavito en astronomía, óptica geométrica, ingeniería entre otros campos (Sociedad Colombiana de Ingenieros, 2014).

3.1.3. Anales de Ingeniería. El medio de difusión de la SCI es su revista titulada “*Anales de Ingeniería*” especializada en temas académicos, técnicos, científicos y de actualidad en el ámbito de la ingeniería. Lleva más de 130 años en circulación, ha tenido más de 930 ediciones y es considerada un medio de comunicación importante en el país; creada como periódico científico e industrial para la difusión de conocimientos de la Sociedad. Las principales publicaciones de los científicos mencionados anteriormente en el campo de la física son:

Julio Garavito Armero: “*Condiciones que debe cumplir un reloj para que su marcha sea constante*”, “*Nota sobre la dinámica de los electrones*”, “*La paradoja de la óptica matemática*”, “*Determinación de la intensidad de la intensidad del campo magnético terrestre*” y “*Óptica astronómica Nota sobre la fórmula fundamental de la trigonometría plana no Euclídea en la geometría hiperbólica*”.

Jorge Álvarez Lleras: “*Aplicaciones de la electricidad*”, “*Altura de Bogotá sobre el nivel del mar, instrucciones para el uso del hipsómetro y del barómetro aneróide combinados*”, “*Julio Garavito Armero proposición que honra su memoria*” y “*El doctor Julio Garavito Armero y las teorías eléctricas modernas- crítica a la hipótesis de los electrones*”.

Darío Rozo Martínez: “*Conferencia sobre la relatividad*” y “*Astronomía práctica y geodesia*”.

3.2. Observatorio Astronómico Nacional

El Observatorio Astronómico Nacional desarrolló un papel muy importante en el progreso de las ciencias a través de los estudios en astronomía en Colombia, especialmente a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX porque el pilar de la observación astronómica fue el Observatorio Astronómico Nacional, además, fue una de las principales instituciones donde Julio Garavito Armero, Jorge Álvarez Lleras realizaron estudios y artículos de física en especial de astronomía siendo directores de esta institución. Hoy en día son reconocidos como las principales figuras de esta institución porque lucharon por mantenerla en curso durante sus direcciones. Su historia es muestra de cómo se ha logrado mantener y cómo es reconocido patrimonio cultural e histórico de Colombia.

3.2.1. Historia. El Observatorio Astronómico Nacional de Colombia (OAN) fue el primer observatorio astronómico construido en América y el edificio más alto de América Latina. Fue

iniciativa del sabio naturalista español José Celestino Mutis. La edificación, (situada en la carrera octava con calle octava) comenzó a construirse en el jardín de la Expedición Botánica el día 24 de mayo de 1802 bajo la dirección del arquitecto capuchino fray Domingo de Petrés (1759-1811). La obra se concluyó el 20 de agosto de 1803. Mutis nombró como responsable de este al abogado y comerciante en telas Francisco José de Caldas quien comenzó a realizar observaciones astronómicas y meteorológicas (Observatorio Astronómico Nacional, 2019).

Fusilado Caldas por orden del Pacificador Pablo Morillo, la actividad científica en el Observatorio fue nula. Este abandono perduró hasta el año de 1823 con la llegada al país de la llamada Misión Boussingault, la cual estaba compuesta por cinco jóvenes científicos extranjeros. Desafortunadamente, la apatía de la clase política permitió que la misión se disolviera al cabo de pocos años. En 1827 el Observatorio quedó a cargo del literato y médico Benito Osorio (1792-1848) quien por un año realizó observaciones meteorológicas. En 1848 el Observatorio Astronómico Nacional pasó a formar parte del Colegio Militar, institución creada un año antes por el General Tomás Cipriano de Mosquera para la formación de ingenieros civiles y militares. El Observatorio fue utilizado entonces, como aula para las clases de ingeniería (Observatorio Astronómico Nacional, 2019).

En 1854 acaeció el golpe militar de Melo y con ello el Colegio Militar interrumpió sus labores. El Observatorio Astronómico Nacional quedó abandonado, no siendo otra cosa que una torre vacía; el gobierno la alquiló para usos particulares habiéndose llegado a establecer allí una venta de helados. En 1859 se reanudó la actividad en el Observatorio y es nombrado director el ingeniero militar, José Camilo Borda (1829-1866). Al parecer bajo este cargo dictó clases de matemáticas y publicó un almanaque (Observatorio Astronómico Nacional, 2019).

En 1867 el General Santos Acosta organizó la Universidad Nacional de Colombia. En febrero del año siguiente el doctor Manuel Ancizar (1812-1882), en su carácter de Rector de la Universidad nombró a José María González Benito (1843-1903) director del Observatorio Astronómico. González Benito dictó en el Observatorio clases de Meteorología, Astronomía, Paleontología y Geología. Se destacan sus observaciones de estrellas fugaces. Años después, Julio Garavito Armero y Jorge Álvarez Llera fueron directores del Observatorio Astronómico Nacional (Observatorio Astronómico Nacional, 2019).

3.2.2. El rol de Garavito y Álvarez en el Observatorio Astronómico Nacional. En 1891 es nombrado director del Observatorio el ingeniero Julio Garavito Armero, él realizó numerosos estudios teóricos y observaciones meteorológicas y astronómicas. Son destacados sus trabajos sobre el cálculo de probabilidades, óptica matemática y el movimiento de la Luna. Su admiración por la mecánica newtoniana lo convierte en un apasionado crítico de la teoría de la relatividad y de las matemáticas de Lobachevsky. Bajo la dirección de Garavito, el Observatorio Astronómico Nacional gozó de una gran actividad científica e investigativa. La tenacidad y el genio de Garavito le permitieron emprender observaciones astronómicas con las cuales logró obtener resultados de amplio contenido científico aún a pesar de que contaba con muy escasos y anticuados equipos. En 1902, Garavito y otros intelectuales reorganizan la Facultad de Ingeniería, y el Observatorio Astronómico sirve de local y salón de clases para la misma. (Observatorio Astronómico Nacional, 2019).

En 1930 donde se reorganiza el Observatorio es nombrado como director el ingeniero Jorge Álvarez Lleras; por mandato de la ley 65 de 1936, el Observatorio Astronómico fue incorporado a la Universidad Nacional de Colombia. A causa de su precaria salud, Álvarez Lleras presentó renuncia a su cargo en 1949 (Observatorio Astronómico Nacional, 2019).

El Observatorio Astronómico Nacional hizo parte del estudio de otras ramas de conocimiento como lo fue la geografía. Allí se encuentra la coordenada (0,0) del país, esto sirvió para la ubicación de los departamentos de Colombia y sus límites, también Garavito trabajó con relojes ya que, en este lugar salía la hora oficial hacia el país. En palabras de Ricardo Uribe en una entrevista en UN Radio sobre los relojes del Observatorio Astronómico Nacional:

La historia comienza en 1884 con la comisión científica colombiana que participó en la Conferencia Internacional del Meridiano en Washington, que respaldaban a Greenwich como el primer meridiano internacional. Pero, en 1899 el Ministerio de Relaciones Exteriores recibe una carta de la Asociación Británica solicitándole información respecto a la hora local en Colombia empleada para los asuntos públicos. Por tratarse de un asunto astronómico, el ministerio remitió la inquietud a Julio Garavito, director del Observatorio Astronómico, quien sin perder tiempo contestó: En Colombia no se ha puesto todavía en práctica el uso de un tiempo oficial. [...] En la capital (Bogotá) y en las principales poblaciones se usa el tiempo medio solar (Mean Solar Time), es decir, el tiempo solar

aparente corregido de la ecuación del tiempo (Universidad Nacional de Colombia, 2017, p.1).

3.2.3. Publicaciones del Observatorio Astronómico Nacional. El Observatorio Astronómico Nacional cuando estaba en funcionamiento su sede histórica ubicada en el palacio de Nariño contaba con una revista titulada “*Anales del Observatorio Astronómico Nacional*”: en esta se realizaron diferentes publicaciones en diferentes ramas de conocimiento como: Astronomía, geografía, geodesia entre otras. Actualmente estas publicaciones se encuentran en la sede histórica, principalmente en física son:

Julio Garavito Armero: “*Teoría de la refracción y de la aberración anual*” y “*Explicación de algunos fenómenos ópticos que se relacionan con la astronomía*”.

Jorge Álvarez Lleras: “*El Observatorio Astronómico Nacional y la Sociedad Colombiana de Ingenieros*”.

3.3. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ACCEFYN) ha hecho parte de las instituciones académicas más importantes de Colombia por su rol como difusora de las ciencias exactas, físicas y naturales, sus publicaciones han generado a nivel mundial un reconocimiento de la investigación de Colombia, a través de estas se ha logrado que Colombia muestre sus trabajos en el desarrollo de las ciencias. A comienzos del siglo XX cumplió un rol especial frente al tránsito de la mecánica clásica a la introducción de las teorías físicas modernas, Jorge Álvarez Lleras y Darío Rozo Martínez realizaron diferentes publicaciones principalmente reflejando sus posturas en la física. A través de ese panorama general sobre el rol de la ACCEFYN se mostraron las teorías de la física moderna en Colombia.

3.3.1. Historia. La historia de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales se remonta a 1823, cuando el General Francisco de Paula Santander, en su primer mandato creó la Comisión Científica Permanente bajo la dirección de Francisco Antonio Zea (decreto del 22 de julio de 1823 y protocolizada por decreto del 28 de julio de 1823), para establecer un Museo de Ciencias Naturales, una Escuela de Minas y trabajar en armonía con la Universidad Central que Santander también creó, con sedes en Quito, Bogotá y Caracas. En 1826

el General Santander creó la Academia Nacional de Colombia y en 1832, al posesionarse como presidente de la Nueva Granada creó la Academia Nacional de la Nueva Granada, basada en la ley de 18 de marzo de 1826 (Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2017).

En 1871 se organizó la Sociedad de Naturalistas Colombianos, base para que el presidente Eustorgio Salgar estableciera la Academia Nacional de Ciencias Naturales, a través del decreto ejecutivo de 30 de agosto de ese año que complementaba el decreto orgánico de 1868; la Academia quedó al amparo de la Universidad Nacional y su Escuela de Ciencias Naturales. El 11 de febrero de 1912 fue creada la Sociedad de Ciencias Naturales de la Salle que se convirtió en 1919 en la Sociedad Colombiana de Ciencias Naturales. Todas estas iniciativas culminaron en 1933 con el reconocimiento de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Colombia como órgano consultivo del Gobierno Nacional a través de la Ley 34 firmada por el presidente Enrique Olaya Herrera. El decreto 1218 de 28 de mayo de 1936, firmado por el presidente Alfonso López Pumarejo, estableció oficialmente a la Academia. El 16 de julio de 1951 la Alcaldía Mayor de Bogotá otorgó a la Academia personería jurídica y el 18 de abril de 1997 fue inscrita ante la Cámara de Comercio de Bogotá como Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2017).

3.3.2. El rol de Garavito, Álvarez y Rozo en la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Julio Garavito no fue miembro de la ACCEFYN, pero si se publicaron trabajos de él titulados: *“Teoría de la aberración de la luz”*, *“Nota sobre la dinámica de los electrones”*, *“Nota sobre la óptica matemática (crítica de la hipótesis ondulatoria)”*, *“Explicación de algunos fenómenos ópticos que se relacionan con la astronomía: aberración y refracción”*, *“La paradoja de la óptica matemática: Teoría de la aberración y de la refracción de la luz”* y *“Notas sobre las geometrías planas no euclídeas”*.

A partir de estas publicaciones se muestra una postura de la física en Colombia a comienzos del siglo XX. Garavito fue defensor de la mecánica clásica y sus publicaciones hacen fuertes críticas a las nuevas teorías de la física como la teoría de la relatividad. Jorge Álvarez Lleras fue presidente de la ACCEFYN, colaboró estrechamente en la fundación de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, ocupó la Presidencia de esta institución desde el mismo momento de su fundación en 1936 hasta 1949. Además, fue conductor de la revista ACCEFYN

cuyo primer número se publicó en diciembre de 1936. Como miembro de la ACCEFYN y asistente de Garavito, Álvarez hizo varias publicaciones continuando con su postura en la física como defensor y divulgador de la mecánica clásica. En la revista realizó publicaciones donde dichas posturas se reflejaban, principalmente son: *“Importante informe relativo a varias labores científicas del doctor Julio Garavito”*, *“El doctor J. Garavito y las teorías eléctricas modernas (crítica a la hipótesis de los electrones)”*, *“El positivismo en la física moderna y la evolución de la ciencia”*, *“Los fundamentos del electromagnetismo y las teorías eléctricas modernas”*.

3.3.3. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

El medio de difusión de la ACCEFYN es su revista titulada *“Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales”*, el primer número se publicó en diciembre de 1936, año de la creación oficial de la Academia, entonces bajo la dirección del doctor Jorge Álvarez Lleras y hasta el momento se han editado 41 volúmenes. Se ha publicado en forma continua por 69 años con una interrupción de 11 años. A partir del año 1998 se publica trimestralmente.

A comienzos del siglo XX, la posición oficial de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Colombia fue antirrelativista por mucho tiempo; con excepción de unos pocos integrantes, la Academia cambió oficialmente su posición oficial en 1979, con motivo del festejo planetario del centenario del nacimiento de Einstein, como lo afirma Martínez-Chavanz & Paty (2004):

La revista publicó, en 1923, la primera síntesis sobre la teoría de la relatividad especial y general en Colombia. La revista de la Academia lo hizo solamente para la relatividad especial, en 1946, y sirvió de caja de resonancia del debate relativista en el país. Ella tomó oficialmente el partido de los anti-relativistas, representado por Julio Garavito Armero y su alumno Jorge Álvarez Lleras (p.139).

La ACCEFYN desempeñó un rol muy importante en el tránsito de la física clásica a la física moderna y todo esto se destaca en 1938 con la publicación de Darío Roza Martínez, quien realizó tres publicaciones en el campo de la relatividad, titulas *“La entidad física”*.

A partir del panorama de la física en la ACCEFYN se muestra el rol como institución en la época, por esto es importante el uso de los originales, más aún, de los escritos de los científicos

colombianos, la difusión científica en Colombia, aunque muy poca en esa época ha tenido un gran reconocimiento en nuestra sociedad. La *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* publicó su primer número en diciembre de 1936, en ella se realizan publicaciones sobre Ciencias Naturales, Física, Astronomía, Matemáticas, Botánica, Química, Biología entre otras.

4. La enseñanza de las teorías de la relatividad en Colombia a comienzos del siglo XX

Las universidades colombianas, para finales del siglo XIX, no estaban lo suficientemente organizadas, financiadas, equipadas y adaptadas para la investigación, al menos en el dominio teórico. Las bibliotecas no contaban con los suficientes libros, manuales, tratados y publicaciones de primera mano y de vanguardia que facilitaran la información; tampoco con un servicio de canje suficientemente desarrollado. La institucionalización, profesionalización y enseñanza de la matemática y de la física, en tanto que ciencias autónomas, no existía, simplemente hacían parte de las ingenierías en especial de la Universidad Nacional de Colombia (2018):

Solo hasta 1935 merced a la Ley 68 que creó la Universidad Nacional de Colombia como persona jurídica autónoma, la Escuela de Ingeniería pasó a formar parte de la Universidad Nacional y en 1940 se trasladó a la Ciudad Universitaria con el nombre de facultad de Matemáticas e Ingeniería (p.2).

Julio Garavito Armero fue el primer profesor colombiano de matemáticas graduado en esa Facultad, en 1891. Garavito pasó a formar parte del cuerpo de profesores, presentó y defendió reformas pertinentes para la enseñanza universitaria. Hacia 1912 enseñó un curso de análisis matemático, donde introduce el rigor inaugurado por el insigne matemático francés Augustin Louis Cauchy (1789-1857) en sus cursos de la Escuela Politécnica de París, desde 1821. Tiempo después, cuando Álvarez propagaba publicaciones sobre los trabajos de Julio Garavito, algunos escritos sobre la relatividad comenzaron a aparecer. En ese momento, había ausencia de la enseñanza de la física en tanto que ciencia autónoma, lo mismo sucedía con las matemáticas, en las universidades colombianas, esto implicaba una carencia en el aprendizaje de la relatividad y, en general, de la física moderna. Esas disciplinas eran, por consiguiente, un tema de estudio solamente. En 1960 las

universidades comenzaron a crear y organizar los departamentos de física y de matemáticas, los cuales tomaron la rienda de la enseñanza de la física al nivel de carrera, y más tarde, de maestría. A partir de este momento, la física adquiere en Colombia su independencia, autonomía y financiamiento de sus actividades.

Entonces, la enseñanza de las ciencias físicas, como también de las matemáticas, a comienzos del siglo XX en Colombia quedó sometida a las exigencias y demanda de los estudios de la ingeniería civil y militar, y no de la filosofía primera, como en los tiempos de la colonia. De esta manera la física se iba a imponer por una vía no científica, propiamente dicha, sino por la vía de la aplicación puramente técnica hasta llegar, mucho más tarde, a la autonomía, a la profesionalización y a la vocación de la investigación. Sin embargo, fue sólo, después de muchas tentativas erráticas y de algunos sinsabores ligados a la precariedad económica y política, que el estado de las cosas comienza a cambiar positivamente, y aún muy lentamente, hacia 1850. (Martínez-Chavanz & Paty, 2004). Para la época algunas revistas llegaron al país, estas fueron usadas como referentes para el estudio de la física:

Tabla 6. *Algunas revistas que llegaron a Colombia a comienzos del siglo XX.*

TÍTULO	AÑO DE PUBLICACIÓN
Science, Revista de Ingeniería	1923
Ibérica, La Technique Moderne, y La Science et la Vie	1932

Fuente: elaboración propia.

Como se ha reiterado, la física era usada técnicamente en la época. A continuación, se muestra algunos libros de texto que se usaban en la época en Colombia:

Tabla 7. *Algunos libros de texto usados en las universidades a comienzos del siglo XX.*

TÍTULO	AUTOR	FECHA DE PUBLICACIÓN
Curso de física tomo I	Jorge E. Quiroga Ch	1940
Curso de física tomo II	Jorge E. Quiroga Ch	1951
Física fundamental	Michael Valero	1984

Fuente: elaboración propia.

La enseñanza de la relatividad en Colombia tuvo diferentes obstáculos, en especial, hacer parte de la enseñanza de la física en Colombia. Por esto, se destaca a continuación algunos puntos base que exponen el rechazo de la TRE y la TRG a comienzos del siglo XX en Colombia:

- No integrar la TRE y la TRG en sus investigaciones en la física: “en especial el principio de relatividad clásico o de Galileo a otro grupo de fenómenos no mecánicos” (Martínez-Chavanz, 2006).
- Tener en cuenta la existencia del éter en diferentes estudios como los que realizó Garavito (1913) en sus publicaciones una de ellas titulada: “*Teoría de la aberración de la luz*”, donde menciona el arrastre total del éter en la atmosfera de la tierra y considera el experimento de Michaelson y Morley “*Superfluo*”, es decir, innecesario o inútil (Garavito, 1912, p.65).
- No tener en cuenta la teoría electrónica de Lorentz y la electrodinámica de Maxwell-Lorentz junto con las mejoras substanciales aportadas por Poincaré.
- Usar la mecánica newtoniana y la óptica matemática para la solución de ciertos problemas, donde estas no son adecuadas: como en diferentes estudios sobre la luz, la astronomía y la física ondulatoria.
- No tener en cuenta experimentos de la TRE y excluir los tests de la TRG, Martínez-Chavanz como lo afirma (2006):

La demostración que la teoría de la gravitación newtoniana era un caso particular de la teoría einsteiniana, el corrimiento del perihelio de Mercurio y la desviación de los rayos estelares al pasar por las cercanías del Sol. El estudio del corrimiento al rojo de los espectros estelares, este se consolidó en 1911 (p.53).

Todo lo anterior refleja las dificultades que tuvo la teoría de la relatividad en Colombia para hacer parte de la física moderna. Sin embargo, se destaca el rol de los ingenieros, científicos y astrónomos por defender sus posturas y difundirlas, también como parte de una élite científica, su preocupación por modernizar los programas de enseñanza, introducir el rigor matemático en las definiciones y en las demostraciones de sus posturas.

5. Reflexiones finales

El rol que pueden ejercer como historiadores los licenciados en física y quienes se forman en esta carrera profesional, se encuentra orientado en el reconocimiento del pasado y en las dinámicas sociales bajo las cuales se crearon, se consolidaron y se recibieron en Colombia, las diferentes teorías que abarcan la comprensión de los fenómenos físicos. Cabe destacar también que los

licenciados y los científicos, además, de conocer la historia de las ciencias, deberían escribirla. Hecho que muestra a estas dos figuras como sujetos sociales conocedores de las teorías y su contexto de origen. Todo lo anterior posibilita nuevas perspectivas de enseñanza de la ciencia de Colombia.

Los aportes a la enseñanza de la relatividad que se pueden derivar de un estudio histórico sobre la recepción de la teoría especial y general de la relatividad desde la perspectiva de la recontextualización de saberes son: mostrar la enseñanza de la relatividad desde otra perspectiva: principalmente retomando el estudio de aspectos sociales, culturales y educativos de cómo se generaron, desarrollaron y estudiaron, las grandes teorías en Colombia. A partir de esto, es pertinente estudiar los artículos originales de los científicos colombianos para enseñar la relatividad en las aulas, desde un sentido de pertenencia, estos escritos muestran algunos conceptos como el movimiento, la velocidad, la masa, el tiempo, el espacio y el concepto de absoluto. Además, conocer el rol de las instituciones científicas y el papel que desempeñaron los mecanicistas y los relativistas.

Por otra parte, es importante para los licenciados en física conocer los aspectos sociales, políticos, culturales y económicos de la historia de las ciencias desde la perspectiva de la recontextualización de saberes que muestra la enseñanza de las ciencias desde una visión contextualizada y aborda el contexto del origen, la consolidación de las teorías científicas y los aspectos que la involucran. Estos aplicados en la enseñanza de la relatividad permiten establecer problemas de conocimiento o situaciones de estudio a partir de una reflexión que relaciona la actividad científica con la enseñanza, ya que no es posible separar el conocimiento de quienes lo elaboran, también se establece un diálogo con los aportes y los problemas de la física, abordados en este caso por: Julio Garavito Armero, Jorge Álvarez Lleras y Darío Roza Martínez a comienzos del siglo XX en Colombia.

La inclinación por las posturas mecanicistas y su desarrollo en Colombia hasta inicios del siglo XX eran por admitir y tener en cuenta las teorías del éter, además, de no tener en cuenta las nuevas teorías como la electrodinámica, la relatividad especial y general, considerando la mecánica newtoniana y la óptica matemática para algunos estudios de caso donde no eran adecuados como el comportamiento de la luz. Se destaca en este trabajo la difusión por medio de sus revistas que para la época era algo innovador, mostrando las posturas de la física de los

científicos de Colombia, sus teorías de la física, en especial la teoría de la relatividad especial y general.

Los obstáculos que muestran los historiadores de la ciencia sobre la recepción y la enseñanza de la relatividad en Colombia a comienzos del siglo XX están relacionados con el cómo se aborda, se enseña y se ve la ciencia; estos obstáculos deben enmarcarse en un proceso social, donde los estudiantes y licenciados en ciencias reconozcan que las teorías no surgieron únicamente en el imaginario de lugares como laboratorios o por ciertos personajes aislados de la sociedad, por el contrario que a través de la sociedad fueron conformadas las teorías de la ciencia.

Las instituciones académicas de Colombia han desempeñado un rol importante frente al desarrollo de la ciencia en Colombia, las instituciones expuestas aquí han logrado sostenerse a pesar de las dificultades, especialmente en inversión económica; hoy en día son reconocidas como insignias de la historia de la ciencia de Colombia, a partir de esto se destaca el rol de estas en una sociedad que ha sido marcada por tradiciones frente a la enseñanza, además, promueven la investigación y apropian posturas conceptuales de la ciencia. Se destaca en este trabajo la difusión por medio de sus revistas que para la época era algo innovador, mostrando las posturas de la física de los científicos de Colombia, sus teorías de la física en especial la teoría de la relatividad especial y general.

Las teorías de la relatividad y su enseñanza en Colombia son importantes porque son parte esencial de la física, además, permiten a partir de su estudio un desarrollo científico y tecnológico. También estas teorías físicas modernas son relativamente nuevas y generan hipótesis en los escenarios educativos, donde nace un gusto de la ciencia por parte de los estudiantes. Es pertinente integrar la labor histórica de las comunidades científicas en los procesos de enseñanza de las ciencias en los escenarios educativos. Esto puede verse como un punto de partida para que los estudiantes interesados en esta rama de conocimiento puedan desarrollar un perfil profesional, ya que la articulación de las comunidades científicas con los escenarios de aprendizaje crea una nueva perspectiva de aprendizaje de las ciencias y un contacto real con estas.

Referencias bibliográficas

Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. (2017). <https://accefyn.org.co/quienes-somos/>. Obtenido de la Historia de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. (2019). Informe de la visita a la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales *elaborado por* Lina Del Pilar Hernández Sepulveda, Bogotá D.C.

Alonso, M. & Soler, V. (2006). La relatividad en el bachillerato, una propuesta como unidad didáctica. *Enseñanza de las ciencias*, 24(3), 439-454.

Álvarez, J. (1905). Los trabajos del Doctor Garavito. *Anales de Ingeniería*.

Álvarez, J. (1920). Julio Garavito ensayo bibliográfico y literario. *Anales de Ingeniería y Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*.

Álvarez, J. (2 de septiembre de 1936). Primer informe sobre los trabajos de Garavito. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 66-70.

Álvarez, J. (1937). El positivismo en la física moderna y la evolución de la ciencia. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 314.

Arriasecq, I. & Greca, I. (2001). Algunas consideraciones históricas, epistemológicas y didácticas para el abordaje de la teoría de la relatividad especial en el nivel medio y polimodal. *Programa internacional de doctorado en enseñanza de las ciencias. Universidad de Burgos y Universidade Federal do Rio Grande do Sul*.

Ayala, M. (2006). Los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes científicos-construyendo un espacio de posibilidades.

Banco Mundial & OCyt (2012). Gasto público en educación, total (% del PIB). Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SE.XPD.TOTL.GD.ZS?end=1998&start=1998&view=bar>

Becerra, D. & Restrepo, O. (1993). Las ciencias en Colombia 1783-1990 una perspectiva histórico-sociológica.

Carvajal, F. (2012). Implicaciones del tratamiento de los conceptos de masa y masa relativista. *Universidad Pedagógica Nacional*.

Castaño, E. (2015). Institucionalización, desarrollo y enseñanza de la física en Colombia. *Universidad Pedagógica Nacional*.

Castillo, J. (14 de noviembre de 2008). La historia de las ciencias y la formación de maestros: la recontextualización de saberes como herramienta para la enseñanza de las ciencias. *Revista Nodos y nudos*, 8.

Garavito, J. (1912). Teoría de la aberración de la luz. *Imprenta del Estado Mayor General y Anales de Ingeniería*.

Garavito, J. (1913). Nota sobre la óptica matemática (crítica de la hipótesis ondulatoria). Explicación de algunos fenómenos ópticos que se relacionan con la astronomía: aberración y refracción. *Imprenta del Estado Mayor General*.

Garay, F. (2011). Perspectivas de historia y contexto cultural en la enseñanza de las ciencias: discusiones para los procesos de enseñanza y aprendizaje. *Revista Ciencia & Educación*, 17(1), 51-62.

Gordillo, H. (2008). La recepción de la física en Colombia. *Universidad Pedagógica Nacional*.

Graizer, Ó. & Navas, S. (septiembre de 2011). El uso de la teoría de Basil Bernstein como metodología de investigación en Didáctica y Organización Escolar. *Revista de Educación*, 133-158.

Granés, S. & Caicedo, L. (1997). Del contexto de la producción de conocimientos al contexto de enseñanza. Análisis de una experiencia pedagógica. *Revista Colombiana de educación*, 1-11.

Guayara, D. (2017). La enseñanza de la teoría especial de la relatividad: reglas fijas y relojes con estudiantes de séptimo grado. *Universidad Pedagógica Nacional*.

Martínez-Chavanz, R. (abril de 2006). Einstein y su recepción en Colombia.

Martínez-Chavanz, R. (2018). Entrevista profesor Regino Martínez-Chavanz. (Hernández, L, Entrevistador).

Martínez-Chavanz, R. & Paty, M. (2004). Formación y desarrollo de la cultura científica en Colombia: la física de 1880-1940. BOGOTÁ.D.C. *Colciencias*.

Martínez-Chavanz, R., Cubillos., A. Poveda, F. & Villaveces, L. (1993). Historia Social de la ciencia en Colombia. *Colciencias*.

Moreno, J. & Mora, J. (2014). La comisión corográfica primera empresa científica en Colombia: Consideraciones sobre su incidencia en la educación en ciencia. *Universidad Pedagógica Nacional*.

Observatorio Astronómico Nacional. (2019). Historia del Observatorio Astronómico Nacional. Obtenido de <http://patrimoniocultural.bogota.unal.edu.co/menu-principal/claustro/colecciones-patrimoniales/observatorio-astronomico-nacional.html>

Observatorio Astronómico Nacional. (16 de abril de 2019). <http://ciencias.bogotá.unal.edu.co/oan/historia/>. Obtenido de Historia del Observatorio Astronómico Nacional.

Observatorio Astronómico Nacional. (2019). Informe de la visita al Observatorio Astronómico Nacional *elaborado por Lina Del Pilar Hernández Sepulveda*, Bogotá D.C.

Orozco, J. (2005). Los estudios histórico-críticos y la enseñanza de las ciencias. *Atajos y desviaciones*, 1-13.

Pérez, J. & Solbes, H. (octubre de 2002). Algunos problemas de la enseñanza de la relatividad. *Investigación didáctica*.

Rozo, D. (1938). La entidad física, primera parte. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 422-438.

Rozo, D. (1938). La entidad física, segunda parte. *Academia Colombiana de ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 584-593.

Rozo, D. (1938). La entidad física, tercera parte, Conclusión. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 32-42.

Rozo, D. (1945). DISCUSIÓN ACADEMICA-CRÍTICA AL ESTUDIO DE “LA ENTIDAD FÍSICA”. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 328-330.

Sierra, A. (2014). Análisis introductorio para la comprensión del segundo postulado de la teoría especial de la relatividad. *Universidad Pedagógica Nacional*.

Sociedad Colombiana de Ingenieros. (2014). Rol de Julio Garavito Armero y Jorge Álvarez Lleras como directores de la Sociedad Colombiana de Ingenieros. *Anales de Ingeniería*.

Sociedad Colombiana de Ingenieros. (2019). Historia de la Sociedad Colombiana de Ingenieros. Obtenido de <https://sci.org.co/>

Sociedad Colombiana de Ingenieros. (2019). Informe de la visita a la Sociedad Colombiana de Ingenieros *elaborado por Lina Del Pilar Hernández Sepulveda*, Bogotá D.C.

UNESCO. (2013). Hechos y cifras: Gasto en Investigación y Desarrollo (I+D) del Informe de la UNESCO sobre la Ciencia: hacia 2030. UNESCO. Obtenido de <https://es.unesco.org/node/275048>

Universidad Nacional de Colombia. (11 de agosto de 2017). <http://unradio.unal.edu.co/nc/detalle/cat/politica-sociedad/article/hora-oficial-de-colombia.html>. Obtenido de UnRadio-Programa de radio.

Universidad Nacional de Colombia. (05 de mayo de 2018). Historia de la Facultad de Ingeniería. Obtenido de: <https://www.ingenieria.bogota.unal.edu.co/facultad/historia.html>

Anexos

Anexo A. Entrevista profesor e historiador Regino Martínez-Chavanz

Fecha: 24 de julio de 2018.

Entrevistador: Lina Del Pilar Hernández Sepulveda.

Objetivo de la entrevista:

Conocer de forma más detallada algunos aspectos que se destacaron, frente a la recepción de la teoría especial de la relatividad y la teoría general de la relatividad (Primeras instituciones de ciencia, personajes (la élite de la época), difusión su enseñanza en Colombia a comienzos del siglo XX, vinculando esto con la enseñanza de las ciencias en Colombia y en la actualidad en la era del posconflicto.

Preguntas:

1. Me gustaría saber: ¿qué relaciones piensa que hay entre la ciencia y la cultura?, esta pregunta surge, porque la sociedad define la ciencia como algo muy apartado de la vida cotidiana, es decir, el científico es aquella persona que estudia en un laboratorio solo, sin mencionar el poco interés de las personas por estudiar ciencias puras. Un estudio realizado en Colombia por el ministerio de educación mostró que más de la mitad de los adolescentes no cree que las materias científicas hayan aumentado su apreciación por la naturaleza, ni que sean fuentes de solución para problemas de su vida diaria.

Regino Martínez-Chavanz:

Existen unas relaciones íntimas entre ciencia, cultura y civilización. En efecto, por un lado, si nos atenemos a que la segunda se considere como un conjunto de modos de vida, saberes, conocimientos científicos y grado de desarrollo artístico, de un grupo social o en una época, la afirmación es cierta. Por el otro, si la tercera se considera como un estado de progreso material y social en general, propio de una sociedad humana, la aserción es válida. Conclusión: la ciencia influye ideológicamente en la cultura y materialmente en la civilización. Desde este punto de vista, la ciencia presenta esta dicotomía: es teórica y aplicada. Existe el científico de gabinete y el de laboratorio, pero hay comunicaciones entre estos. Existen muchas teorías puras que en

la práctica pura son del dominio cotidiano, a saber: las ondas electromagnéticas, el radar, el láser, la energía nuclear, los colisionadores de partículas, los ordenadores, el teléfono móvil, la tomografía (computarizada, por resonancia magnética y por emisión de positrones), el GPS, el microondas, etc. Estos pocos ejemplos muestran que las teorías nos acercan a la naturaleza y, a la vez, resuelven problemas de la vida diaria. La enseñanza de las ciencias debe ir acompañada de nociones de filosofía e historia científica y epistemología, para que el adolescente o joven universitario no tenga una percepción o “creencia” errónea, estrecha y unilateral de la física, en particular: reducirla, por un lado, a una estéril porción teórica y, por el otro, a una inanidad de la praxis, sin interfaces o interconexiones íntimas. La historia de la física está llena de ejemplos emblemáticos: Arquímedes, Galileo, Newton, Einstein, Fermi, etc.

2. Ya entrando en el tema central, por los artículos que he leído de su autoría, sobre la de la recepción de la TRE y la TRG en Colombia me he dado cuenta, que científicos del siglo XX, como Julio Garavito Armero, Darío Rozo Martínez y Jorge Álvarez Lleras, fueron los personajes más destacados, en mis palabras (los villanos y los héroes) de la época, ¿otros personajes influyeron en la recepción e implementación de la TRE y la TRG en nuestro país?

Regino Martínez-Chavanz:

Estos fueron los personajes más notables en la recepción de la física relativista en nuestro país, sobre todo Darío Rozo Martínez. Garavito fue pesimista y negativo. Álvarez se limitó a defender lo indefendible de Garavito. Rozo Martínez fue el primero en difundirla y defenderla. Esta situación histórica fue el fruto de los prejuicios, la estrechez de pensamiento, la poca información y relaciones disponibles y la intolerancia epistemológica.

3. En Colombia los primeros escritos sobre relatividad que llegaron fueron los de Jules Henri Poincaré, ¿Por qué en el mundo y en especial en nuestro país se les da más relevancia e importancia a los escritos de Gymasium Albert *Einstein* si fue después de los de Poincaré?

Regino Martínez-Chavanz:

Poincaré, el matemático más grande de su siglo, pero fue también un ilustre físico-matemático que se interesó más por la estructura matemática de las teorías físicas y por la existencia y unicidad de las soluciones rigurosas de las ecuaciones de la física. Einstein, por el contrario, fue un físico

teórico, no un matemático ni un físico-matemático; elaboró la teoría de la relatividad especial basándola en dos principios físicos.

Einstein fue popularizado rápidamente y tomado en serio, desde el otoño de 1905, como el autor de la teoría de la relatividad, sobre todo en Alemania e Inglaterra. Se ha ignorado la labor de Poincaré hasta hace poco, aunque pronunció muchas conferencias sobre la “nueva mecánica” en Londres, Berlín, Göttingen, en Francia y Estados Unidos. Poincaré fue el primero quien habló de grupo de Lie de las transformaciones de Lorentz, de la cuarta dimensión temporal, de la geometría del espacio-tiempo, de ondas gravitacionales y de la precesión anómala del perihelio de Mercurio, en su teoría relativista de la gravitación (1905). Poincaré escribió sobre los conceptos relativistas en 1898 (medida del tiempo), 1902 (Ciencia e Hipótesis) y 1904 (conferencia en Saint-Louis, USA). En junio de 1905 publicó sus dos artículos fundacionales sobre la teoría de la relatividad, que él llama la “dinámica-del-electrón” (en las actas de la Academia de Ciencias de París y en la revista italiana Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo –enviado en 1905 y publicado en 1906). Einstein envió su artículo en junio de 1905 y se publicó en septiembre, él llama originalmente su teoría la “electro-dinámica” de móviles. El parecido de los títulos no es accidental.

Pienso que en Colombia no se disponía de los artículos originales –ni de otros notables investigadores– de Poincaré (dos de 1905) y de Einstein (1905, 1909, 1915, 1916, 1917, 1918), ellos se citaron muy pocas veces mutuamente. Las obras de vulgarización de Poincaré fueron leídas por Garavito, quien conocía perfectamente el francés, lengua de nuestros textos de enseñanza universitaria. En cambio, el alemán no tenía predilección.

Hoy se ha reconocido a Poincaré como uno de los fundadores de la relatividad y su aporte decisivo.

4. ¿Cuáles cree usted que fueron los aspectos sociales y culturales del contraste, que se generó entre mecanicistas y relativistas del siglo XX en Colombia?

Regino Martínez-Chavanz:

El diálogo y polémica entre mecanicistas y relativistas no jugaron un papel importante en la Colombia del siglo XX, ni en los aspectos sociales, culturales, ideológicos e institucionales, como sí fue el caso en otros países como Alemania, Francia, Inglaterra, Estados Unidos y la ex-URSS.

No obstante, sí constituyó un atraso académico para nuestro país. Ver mi artículo, que le adjunto, sobre “Huellas de epistemología en Colombia”:

- Martínez-Chavanz, Regino (2007): Huellas de epistemología en Colombia. XVI°
- *Foro Nacional de Filosofía*. Barranquilla, 2007. En [Gil Olivera, 2009, tomo I, p. 40-88].
- Gil Olivera, Numa Armando (compilador) (2009): *Décimo sexto Foro Nacional de Filosofía, 14-16 noviembre de 2007. Filosofía y cultura*. Dos tomos, Artes Gráficas Industriales Ltda. Barranquilla, 2009; tomo I, p. 40-88.

5. El objetivo de esta entrevista es conocer de forma más detallada algunos aspectos que se destacaron, frente a la recepción de la teoría especial de la relatividad y la teoría general de la relatividad (Primeras instituciones de ciencia, personajes (la élite de la época), difusión y la introducción de estas teorías a los currículos de ciencias en las universidades) en Colombia a comienzos del siglo XX, ¿qué otros aspectos considera que hicieron parte de la recepción de la teoría especial de la relatividad y la teoría general de la relatividad en Colombia?

Regino Martínez-Chavanz:

La situación en Colombia a comienzos del siglo XX era:

- Institucionales: no existían universidades, ni academias ni institutos dedicados al estudio y enseñanza de la física, ni teórica ni práctica; y menos aún de ciencia moderna, de frontera. Solo había una élite con tertulias ocasionales. El Observatorio Astronómico –que Garavito dirigía, donde se dictaron clases, donde él mismo trabajaba en sus proyectos de investigación de física teórica y donde funcionó la Oficina de Longitudes– no tenía vocación de centro de investigaciones propiamente dicho. Estas investigaciones fueron coyunturales y momentáneas. Por lo demás, no había una importante demanda social de ciencias especializadas para aplicarlas al desarrollo del naciente país, ni a la civilización bélica y la competencia industrial.
- Revistas y libros de difusión: No había revistas especializadas dedicadas a difundir nuestras investigaciones (¡que no las había!). Las revistas extranjeras eran escasísimas, no había canje. Los tratados y textos de física moderna llegaban con mucho atraso. Existía un relativo aislamiento del país investigativo.

- No existió una comunidad científica o escuela digna de ese nombre, donde se realizarán investigaciones, debates científicos, reuniones evaluativas entre pares, polémicas y críticas.

6. La Universidad Nacional De Colombia cuando se fundó, comenzó con carreras muy generales, como las ingenierías, y la ciencia, donde se estudiaba de todo un poco, es decir, los ingenieros podían trabajar en diferentes áreas, desde su experiencia como profesor de la UDEA, ¿Cuál es la importancia de las carreras específicas, como la física en nuestro país?, generalmente se tiene la noción: el físico o el licenciado en física, es el profesor que llena el tablero y no genera ningún interés en las aulas.

Regino Martínez-Chavanz:

Era el caso en la UDEA hasta principios de la década de los setenta. El interés en la física era simplemente de apoyo profesional, gracia a los cursos de servicio. Con la mejora y la especialización del personal docente (llegada de profesores extranjeros, becas, salidas al exterior y convenios interuniversitarios) se procedió a la creación paulatina de la carrera, maestría y doctorado. Así las cosas, la situación cambió radicalmente y podemos decir que la física, en particular, logró una diversificación e institucionalización en sus diferentes dominios, donde ha alcanzado un alto nivel de autonomía, profesionalismo y calidad. Naturalmente, y por las razones ya aducidas (ver la respuesta n° 5), en el país existe muy poca demanda de físicos para la investigación aplicada, para el desarrollo industrial y para la confección de instrumentos. Todos conocemos la historia del Instituto de Asuntos Nucleares (IAN).

7. ¿Qué aportes a la enseñanza de la relatividad se pueden derivar de un estudio de corte histórico, sobre el papel que desarrolló el tránsito entre la enseñanza de la mecánica clásica y la enseñanza de la teoría de la relatividad en Colombia a comienzos del siglo XX?

Regino Martínez-Chavanz:

Para comienzos de siglo pasado, ninguno, ya que no se enseñaba física teórica, ni se investigaba sobre ella (ver la respuesta n° 5).

A partir de la década de los sesenta su profesionalizó la carrera de física y se crearon los departamentos de servicio de física y, por ende, se dictaron las primeras clases de física moderna, y paulatinamente se enseñaron las teorías de la relatividad y de la cuántica. La ayuda de profesores

extranjeros, los convenios con otras universidades y los programas de maestría y doctorado en el extranjero fueron determinantes. Hoy la relatividad y la cuántica forman parte integral del pensum de física. Aquellas no han destronado la física clásica.

8. ¿Qué impresión tiene usted sobre la ciencia y la investigación científica en Colombia? ¿Qué imagen se formó usted de esta actividad a partir de todas sus investigaciones y escritos sobre la recepción de las teorías físicas?

Regino Martínez-Chavanz:

Colombia heredó todo el atraso de la ciencia en España. A Colombia, como país emergente y en vías de desarrollo, le tocó crear lentamente las bases para su desarrollo tecnológico y científico, frente a países altamente evolucionados y en ruda competencia. De aquí que la ciencia nos llegara con atraso. En Colombia, las ciencias físicas, químicas y matemáticas se desarrollaron lentamente, como en los otros países de la América Latina, con las contadas excepciones de Argentina, Brasil y México.

9. ¿Por qué es importante que los científicos escriban la historia de la ciencia? esta pregunta la hago porque la mayoría de los artículos en ciencias los realizan los profesionales en ciencias humanas.

Regino Martínez-Chavanz:

Es importante conocer la ciencia en y de Colombia. En los países que nos llevaban ventajas los propios científicos se ocuparon de la filosofía y la historia de las ciencias, porque tenían solicitud, apoyo, instituciones, difusores y receptores. Aquí nunca fue el caso. Solo a partir de la década de los ochenta se institucionalizaron los estudios e investigaciones en historia social de las ciencias, ya que nuestros científicos, en su mayoría, eran refractarios a estudiar y enseñar la historia y filosofía de las ciencias que enseñaban. Además, los diseños de los semestres no daban cabida para hacerlo. Los pocos profesores de física y de matemáticas que trataban la historia de sus quehaceres eran vistos como diletantes y fuera del circuito académico.

Hoy, en muchas universidades colombianas, se dictan seminarios, cursos, elaboran tesis de posgrado y doctorados y se celebran encuentros sobre la historia de las ciencias, a cargo de

físicos y matemáticos competentes e historiadores especializados. La historia social de las ciencias tiene también su cabida curricular.

10. En la enseñanza de las ciencias en las universidades se utilizan libros de texto de editoriales habituales, que generalmente son muy criticados porque no muestran en detalle los elementos teóricos y sus aspectos históricos, es decir, omiten muchas cosas, ¿Cree usted que es importante estudiar los textos originales de los científicos? ¿Por qué?

Regino Martínez-Chavanz:

Claro que sí: hay que ir a las fuentes originales y dar como tarea a los estudiantes de exponer sus lecturas de artículos fundacionales y de libros famosos. Porque así se dan cuenta que la construcción de la física no ha sido un proceso “ahistórico” y lineal, sino una evolución dinámica, llena de errores, aporías, prejuicios, con la impronta filosófica de trasfondo de los autores, llenos de debates acalorados y contradictorios, regreso al punto de partida, resucitación de modelos olvidados, reinterpretaciones innovadoras, olvido definitivo de teorías muertas en el parto, etc.

La ciencia es un proceso darwiniano: evolutivo, mutágeno, selectivo, de lucha y hereditario. La ciencia no es la verdad infalible y perenne. El conocimiento sin historia es árido y pasivo. La ciencia sin historia es insuficiente y decepcionante. Los programas de física y matemática –en particular– deben contemplar cursos y seminarios de historia de esas ciencias, a cargo de profesores de esas materias.

11. ¿Dónde nace el interés, gusto y pasión de hacer investigaciones en historia de las ciencias y con base en estas, realizar escritos sobre la historia de la física de nuestro país? ¿Por qué es importante realizar estos estudios históricos?, ¿qué aportes hacen a la enseñanza de las ciencias puras?

Regino Martínez-Chavanz:

Como ya lo hemos señalado, cada ciencia tiene su historia y, por ende, es lícito investigar y publicar sobre sus orígenes y sus avatares. Por otro lado, para Poincaré y Einstein la física y la matemática eran libres creaciones del espíritu humano, por consiguiente, es legítimo averiguar la naturaleza de esa libertad, creatividad y fecundidad de la eclosión de esas disciplinas. De allí la importancia intrínseca de la historia científica. Como disciplina auténtica, debe ser

complementaria e influenciar metodológica y didácticamente la confección de los programas de la enseñanza, para lograr una formación integral. A menudo se habla de física francesa, de algebraistas alemanes, de escuela polaca de topología, etc., para poner énfasis en los países que más contribuyeron al desarrollo de las ciencias; pero, omitiendo la fuerte carga nacionalista de esas expresiones, la ciencia es universal y producto del género humano. Desde luego, cada pueblo o grupo étnico ha contribuido al desarrollo de la ciencia y tecnología desde la antigüedad. Ciertamente muchos países no contribuyeron decididamente, lo que no impide que hablemos de historia de la física en Colombia.

12. ¿Qué piensa sobre la inversión que hace el gobierno de Colombia en la investigación científica y la educación en general?, estudios como los de la UNICEF, EL BANCO MUNDIAL y COLCIENCIAS muestran esto, sin embargo, científicos de nuestro país han sido destacados por sus investigaciones y trabajos en ciencia como Julio Garavito Armero, a pesar de esto ¿Cuáles son las razones, por las que el gobierno nunca ha mostrado interés de invertir más en la educación y en los proyectos de investigación?

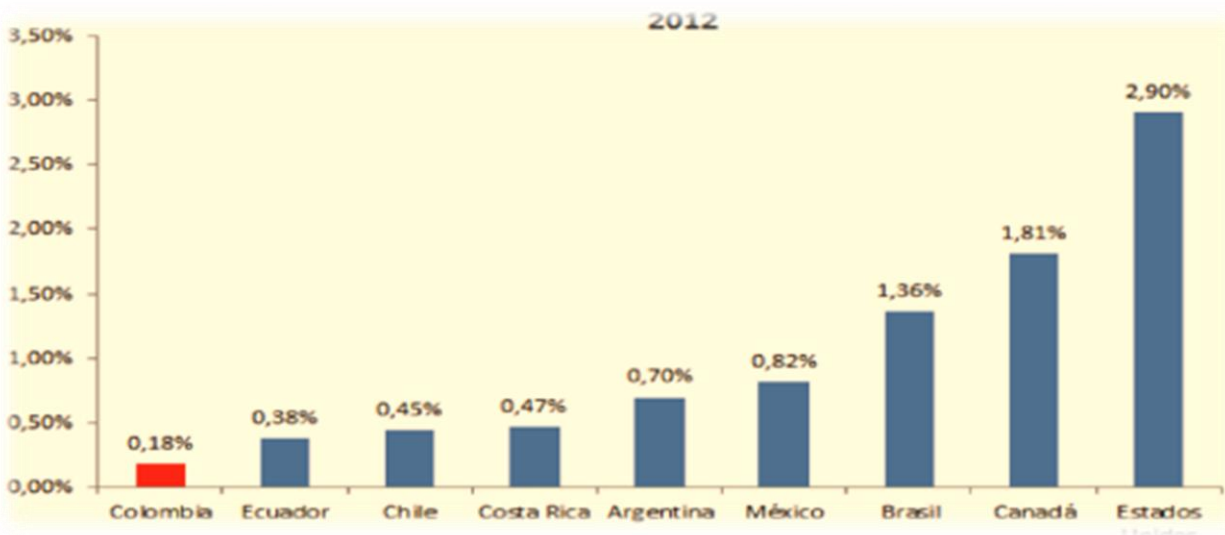


Imagen 1: (Banco Mundial & OCyt, 2012). Gráfica de gasto en ciencia y tecnología como porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB). Tomada de:

<https://datos.bancomundial.org/indicador/SE.XPD.TOTL.GD.ZS?end=1998&start=1998&view=bar>

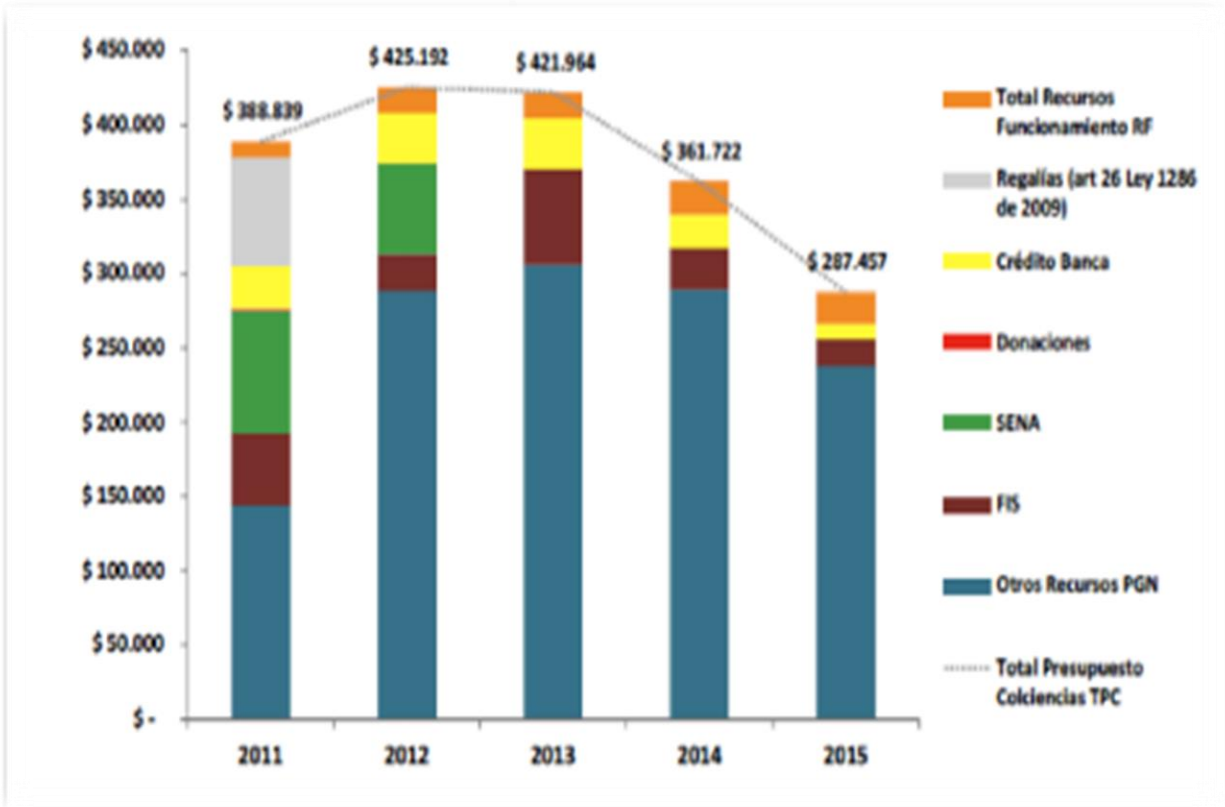


Imagen 2: (Colciencias, 2012). Gráfica de recursos a Colciencias en el año 2012.

Fuente: <http://www.colciencias.gov.co>

Regino Martínez-Chavanz:

Esta pregunta es pertinente y muy extensa. En la respuesta habría mucho que decir. Me limitaré a estos elementos de reflexión, no menos subjetivos.

Hay que remontar a nuestro pasado colonial y a la herencia de la metrópolis española en cuanto a las ciencias y la tecnología, poco desarrolladas frente a otros países europeos. Nuestro territorio (como el resto de la América hispanoparlante) fue sometido a un pillaje sistemático de la materia prima, que luego continuó por otros imperios. Con el agravante de la Introducción asimétrica de productos manufacturados. Luego pasamos a los monocultivos cuyos precios son fijados en el extranjero.

Así se creó la falta de independencia (comercial, industrial y política). Hubo un trasplante de conocimientos teóricos y prácticos y una aculturación concomitante. A esto hay que agregar una industrialización débilmente emergente sin competitividad.

Un elemento de atraso significativo fue las numerosas y endémicas guerras civiles que arrasaron al país en todos los ámbitos. La balanza comercial se deterioró, la situación presupuestal, fiscal y monetaria se tornaron desastrosas.

Por todas las razones primordiales anteriores, sin los excedentes fiscales, comerciales e industriales se imposibilitó una inversión en la educación, en general, e instituciones dedicadas a la investigación y la innovación tecnológica. Las prioridades fueron otras.

Muchas misiones (de ciencia y tecnología) se han sucedido y encargado de diagnosticar las carencias, formular recomendaciones pertinentes y cambios indispensables. No hay que negar que ha habido esfuerzos de inversión en la educación desde la emergencia de la joven República experimental poscolonial (República Boba), pero hasta ahora han sido insuficientes y a base de endeudamientos y más dependencia.

13. Desde los años 70 aproximadamente, se han incrementado los argumentos que defienden la importancia de la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias. Esto ha traído consigo que más currículos, tanto en la educación media como en la educación superior, hayan introducido elementos alusivos a la historia de las ciencias en sus programas educativos. Por ejemplo, “entre 1970 y 1980, la British Association for Science Education, en algunos de sus informes (Alternatives for Science Education 1979, Education through Science 1981), recomendaba con insistencia la incorporación de más material histórico y filosófico en el currículo de ciencias” (Mathews, 1994). Con base en lo anterior: ¿Qué papel desarrolla la historia de las ciencias, en la educación en Colombia?

Regino Martínez-Chavanz:

Me remito a la respuesta n° 11.

14. Qué puede decir sobre esta cita de la profesora María Mercedes Ayala del departamento de física de la Universidad Pedagógica Nacional: “La ciencia no son solo productos ya acabados, sino que la ciencia es una actividad donde se abordan los problemas del conocimiento, se configuran fenómenos y se estructuran y elaboran explicaciones, además, es un proceso que se encuentra inmerso y situado histórica y socialmente” (Ayala, 2006).

Regino Martínez-Chavanz:

Estoy completamente de acuerdo con las apreciaciones de la profesora María Mercedes Ayala. Para no repetirme, la remito a la respuesta n° 10.

15. Qué puede decir sobre esta cita de la profesora María Mercedes Ayala del departamento de física de la Universidad Pedagógica Nacional:

Conocer la física sería conocer, entonces, los problemas que han posibilitado la formación y el desarrollo de los conceptos de la física, las condiciones en que tales problemas se plantean, las respuestas y formas de abordarlos que se han elaborado, la forma como evolucionan los conceptos, los elementos comunes y las diferencias básicas entre las diferentes teorías, etc. La dinámica de los problemas y conceptos rompe con la organización de la ciencia en teorías, la física como actividad comienza a plantearse como objeto de estudio en los cursos de física y el carácter dinámico e histórico de la física adquiere una gran relevancia... Así, el carácter cambiante y diverso de la física y la ausencia de una dirección de desarrollo única y trascendente exige repensar lo que se enseña. Igualmente lo exige la preocupación por la comprensión que logra el estudiante de aquello que se le enseña y por la formación que se le posibilita (Ayala, 2006, p.25).

Regino Martínez-Chavanz:

Respaldo las aserciones de la profesora María Mercedes Ayala. Para no repetirme, la remito a la respuesta n° 10.

16. Qué puede decir sobre esta cita del profesor Juan Carlos Castillo Ayala del departamento de física de la Universidad Pedagógica Nacional:

La enseñanza de las ciencias ha seguido una tradición para que los estudiantes asimilen teorías, leyes, métodos, técnicas, procedimientos, entre otros, apartándolos así de la comprensión de los fenómenos y problemáticas que dieron origen a estos. Esta situación, tiene sustento en el supuesto, que las ciencias constituyen el conjunto de productos de la actividad científica, teniendo una concepción, que el producto final del conocimiento es algo apartado de quien lo produce (Castillo, 2008).

Regino Martínez-Chavanz:

Comparto totalmente la afortunada cita del profesor Castillo Ayala. Lo que ya dije en la respuesta n° 10 apunta en esa dirección.

17. A comienzos del siglo XX en Colombia hubo una élite científica, muy pocas personas tenían acceso a la información, hoy en día el uso de las nuevas tecnologías permite que tengamos acceso a esta. Mi pregunta es ¿si la información ya está al alcance? ¿qué debemos hacer con esta, en especial en el campo de las ciencias?

Regino Martínez-Chavanz:

Hay que hacer una selección dentro de tanta pletórica información desorientadora. Pocos autores de artículos de la Red firman con su nombre, dan sus coordenadas y citan las fuentes. Muchos dicen cualquier cosa sin citar autores, el copiar-pegar es un plagio disimulado. Hay que estar atentos frente a esta desinformación. La Red es útil si se consume con moderación y discernimiento. No se debe hacer una herramienta para solo copiar-pegar en la elaboración de tareas, exposiciones, tesinas y tesis.

18. ¿Cree usted que es importante la relatividad y su enseñanza en un país como Colombia? ¿por qué?

Regino Martínez-Chavanz:

La enseñanza de la relatividad (como también de la cuántica) es importante para cualquier país, porque por un lado, es parte integrante de la física y, por otro, porque es útil en la práctica. Un bachiller (como aquí en Francia) debe disponer las bases generales de la relatividad. En el curso de filosofía que nos dieron en mi Liceo (en ese tiempo dispensado por clérigos) se refirieron a la, relatividad, pero para denigrarla, caricaturizarla y rechazarla; y, a la vez, mostrar que el neotomismo era superior. El curso se llamaba Cosmología, con un texto del padre jesuita Rafael Faría. Afortunadamente, hoy ya las cosas han cambiado y los profesores de filosofía son profesionales idóneos.

19. ¿Nuestro país está en una etapa de posconflicto, ¿qué papel para usted debe desarrollar la historia de la ciencia y la educación de esta en Colombia?

Regino Martínez-Chavanz:

En todas las etapas de un país, la historia de las ciencias, tanto en la educación secundaria como universitaria, debe ocupar un sitio adecuado. Ignorar la historia auténtica, en general, es condenarse a repetir los errores del pasado.

20. ¿Qué le pareció la entrevista? ¿qué piensa de las preguntas, en especial las enfocadas a la enseñanza de las ciencias?

Regino Martínez-Chavanz:

Las entrevistas son muy importantes cuando interrogan a las personas que cultivan estas disciplinas; las preguntas sirven de guías, aclaran conceptos, alimentan los debates contradictorios y asesoran los trabajos de investigación. Por consiguiente, juegan un papel indispensable en la enseñanza de las ciencias.

¡MUCHAS GRACIAS!

Bibliografía del anexo A:

Ayala , M. (2006). Los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes científicos-construyendo un espacio de posibilidades, 20.

Ayala , M. (1999). La enseñanza de la física para la formación de profesores de física. 4, 6-13.

Castillo, J. C. (Julio de 2008.). La historia de las ciencias y la formación de maestros: la recontextualización de saberes como herramienta para la enseñanza de las ciencias. Nodos y Nudos, 3(25), 74.

Colciencias. (2012). Gráfica: Total recursos (inversión y funcionamiento) Colciencias por fuente millones de pesos constantes de 2012. Obtenido de <http://www.colciencias.gov.co>: <http://www.colciencias.gov.co/>

Banco Mundial & OCyt. (2012). Banco Mundial. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SE.XPD.TOTL.GD.ZS?end=1998&start=1998&view=bar>

Anexo B. Informe de la visita a la Sociedad Colombiana de Ingenieros

Este trabajo planteó en su metodología realizar visitas a las instituciones que hicieron parte de la difusión y enseñanza de la TRE y la TRG, para conocer con más detalles su historia, sus proyectos, sus personajes destacados y el rol que desempeñaron en el campo de la física en Colombia a comienzos del siglo XX, una de estas fue la Sociedad Colombiana de Ingenieros, ya que en esta se desarrolló gran parte del estudio y difusión de la física en Colombia a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX. Además, es importante destacar el rol que desempeñan actualmente como insignias en investigación de la ciencia de Colombia.

Objetivo de la visita. Conocer las instalaciones de la sede centro de la Sociedad Colombiana de ingenieros, su historia, sus proyectos de investigación, su difusión, personajes destacados y el rol que desempeñó Julio Garavito Armero y Jorge Álvarez Lleras como miembros de esta.

Fecha de la visita: 08 de abril de 2019.

Dirección: Sede centro; Carrera 4 No.10-41.

Funcionario que acompañó la visita: Luis Miguel López, él ha hecho parte de la Sociedad Colombiana de Ingenieros alrededor de 33 años.

La Sociedad Colombiana de Ingenieros se fundó el 25 de abril de 1873 como iniciativa de los ingenieros Manuel H. Peña, Manuel Ponce de León, Abelardo Ramos y Ruperto Ferreira. El primer presidente fue Manuel Ponce de León, el vicepresidente Indalecio Liévano y el secretario Ruperto Ferreira. En mayo de 1887 los ingenieros Abelardo Ramos, Dióodoro Sánchez, Andrés Arroyo y Miguel Triana tuvieron la idea de revivir la iniciativa olvidada. El día 24 de dicho mes dirigieron una circular a los colegas residentes en Bogotá invitándolos a reunirse el domingo 29 en la casa número 700 ubicada en la carrera Séptima “para tratar asuntos de ingeniería”. Como resultado de esta reunión, luego de oír la exposición de Abelardo Ramos, se declaró fundada la “Sociedad Colombiana de Ingenieros” y fueron elegidos presidente (Ramos) y secretario (Sánchez). Se nombró una comisión para redactar los estatutos, la cual cumplió sus objetivos, siendo aprobados en la sesión del 12 de junio siguiente (Sociedad Colombiana de Ingenieros, 2019). Luego se presentó la visión y los objetivos de la SCI:

Visión. La Sociedad Colombiana de Ingenieros, SCI, fundada el 29 de mayo de 1887, con personería jurídica concedida el 8 de mayo de 1896 y declarada por la Ley 46 de 1904 como Centro Consultivo del Gobierno Nacional, es una corporación sin ánimo de lucro, de carácter académico, científico y gremial, cuya misión es el mejoramiento de la calidad de vida y el bienestar de la humanidad mediante el avance de las ciencias y de la ingeniería.

Objetivo de la Sociedad Colombiana de Ingenieros. La Sociedad Colombiana de Ingenieros, SCI, fundada el 29 de mayo de 1887, con personería jurídica concedida el 8 de mayo de 1886 y declarada por la Ley 46 de 1904 como Centro Consultivo del Gobierno Nacional, es una corporación sin ánimo de lucro, de carácter académico, científico y gremial, cuya misión es el mejoramiento de la calidad de vida y el bienestar de la humanidad mediante el avance de las ciencias y de la ingeniería.

El medio de difusión de la SCI es su revista titulada “*Anales de Ingeniería*” especializada en temas académicos, técnicos, científicos y de actualidad en el ámbito de la ingeniería. Lleva más de 130 años en circulación, ha tenido más de 930 ediciones y es considerada un medio de comunicación importante en el país; creada como periódico científico e industrial para la difusión de conocimientos de la Sociedad.

Actualmente la sociedad cuenta con una biblioteca para consultar textos originales, publicaciones de los Anales de Ingeniería, entre otros. Fue de gran ayuda conocer la biblioteca porque encontré textos originales de Julio Garavito y Jorge Álvarez: la sociedad ha realizado diversas publicaciones en memoria de estos ingenieros. En una de ellas, Garavito es reconocido como “Sabio” por sus diversos trabajos en ingeniería, física, astronomía óptica entre otros campos. Con más de 100 años de documentación sobre todas las ramas de la ingeniería de Colombia y el mundo, la biblioteca se convierte en un centro de documentación y una importante herramienta de consulta sobre la historia de la ingeniería y temas actuales. Uno de los objetivos prioritarios del Servicio de Biblioteca de la Sociedad Colombiana de Ingenieros es el de gestión de la documentación y la información en cualquiera de los soportes posibles, orientado a apoyar el estudio y la investigación de la Ingeniería en Colombia.

El rol de Julio Garavito Armero y Jorge Álvarez Lleras en la Sociedad Colombiana de Ingenieros. Julio Garavito Armero y Jorge Álvarez Lleras hicieron parte de la Sociedad

Colombiana de ingenieros, fueron directores de la sociedad, allí los destacan por sus grandes trabajos en investigación y difusión de la ingeniería:

Julio Garavito fue director en 1897-1898 de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, seis años después de recibir su título de profesor de matemáticas y de ingeniero civil en la Facultad de ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia. Además, en 1916 fue presidente de la Sociedad Colombiana de Ingenieros donde realizó estudios sobre la determinación de la latitud de Bogotá, astronomía, óptica geométrica, ingeniería entre otros campos (Sociedad Colombiana de Ingenieros , 2014).

Jorge Álvarez Lleras fue Director en 1916, 1917, 1922, 1924, 1925, 1927 y 1931 de la Sociedad Colombiana, su primera publicación en los Anales de Ingeniería fue sobre el intercambio de señales telegráficas que permitió la comunicación entre Medellín y Santa Fe de Bogotá, también se destacó por continuar los estudios de Garavito en astronomía, óptica geométrica, ingeniería entre otros campos (Sociedad Colombiana de Ingenieros , 2014).

Después de conocer la historia de la SCI y el rol que desempeñaron Garavito y Álvarez en la sociedad el Sr. Luis Miguel López describió y mostró las instalaciones de la sociedad, la sala de juntas, la biblioteca y el auditorio principal donde se realizan congresos y eventos en ingeniería del país. Actualmente la SCI da conceptos técnicos a través de la secretaria técnica y de las comisiones técnicas, resuelve consultas que son formuladas, emitiendo conceptos para entes gubernamentales y privados, sobre aspectos científicos y técnicos en las diferentes áreas de la ingeniería, también pertenece a diferentes gremios como:

- Federación Mundial de Organizaciones de Ingeniería-FMOI/WFEO.
- Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros- UPADI.
- Colegio Máximo de Academias Colombianas, Bogotá D.C.

La SCI tiene una gran tarea como asesora de medianas y grandes empresas, también lograr que las medianas y pequeñas empresas tengan trabajo en los diversos proyectos del país.

Conclusión de la visita. La visita a la SCI permitió reconocer algunos factores sociales, económicos, políticos, culturales, también sobre la ingeniería en Colombia a comienzos del siglo XX, además, el rol de los ingenieros Julio Garavito Armero y Jorge Álvarez Lleras que hicieron parte de ella. Su difusión de investigaciones, estudios y trabajos por medio de los *Anales de*

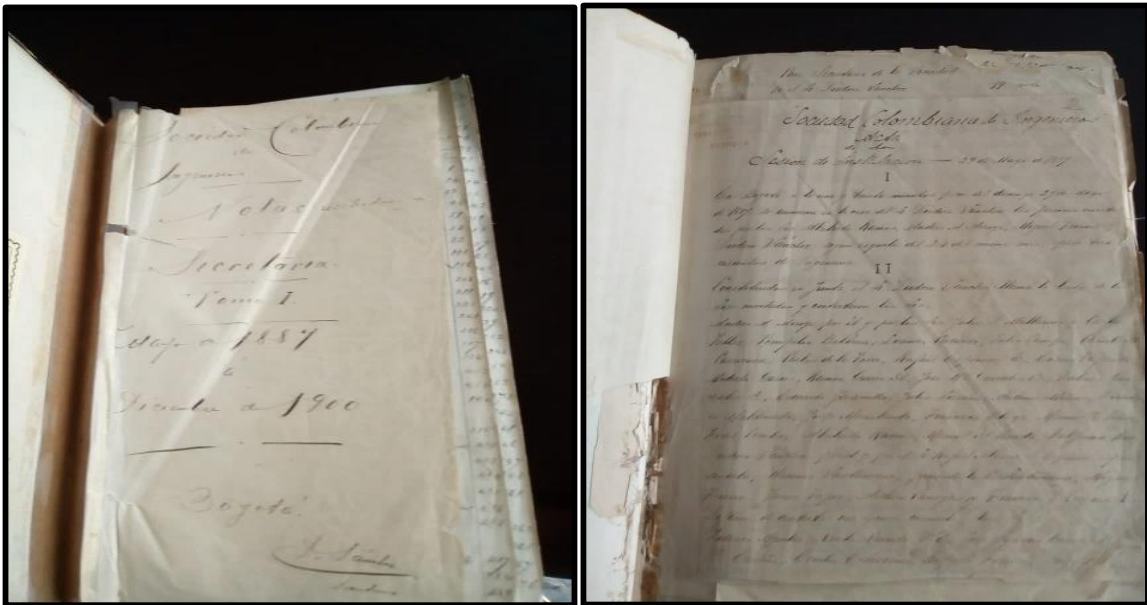
Ingeniería es relevante en el sentido que se puede consultar, estudiar y analizar sus publicaciones, en mi caso revisar los originales de los personajes mencionados anteriormente.

Fotografías de la visita a la Sociedad Colombiana de Ingenieros



Imagen 1: Hernández L. (2019). Fotografía de los fundadores de la Sociedad Colombiana de Ingenieros (Manuel H. Peña, Manuel Ponce de León, Abelardo Ramos y Ruperto Ferreira).

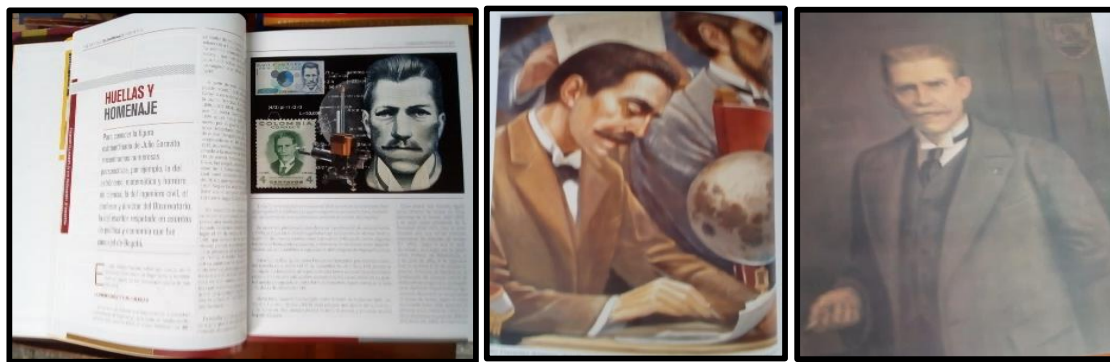
Fuente: propia.



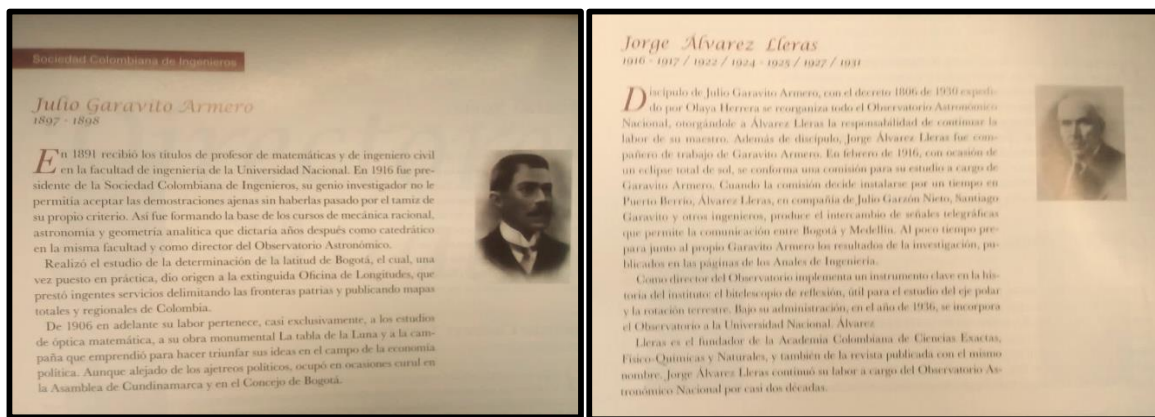
Imágenes 2 y 3: Hernández L. (2019). Fotografías de la primera acta de la Sociedad Colombiana de Ingenieros. Fuente propia



Imágenes 4,5 y 6: Hernández L. (2019). Fotografías de los “Anales de Ingeniería” revista de la sociedad Colombiana de Ingenieros. Fuente: propia.



Imágenes 7,8 y 9: Hernández L. (2019). Fotografías de algunos homenajes a Julio Garavito, Armero encontrados en la biblioteca de la Sociedad Colombiana de Ingenieros. Fuente: propia.



Imágenes 9 y 10 Hernández L. (2019). Fotografías de las bibliografías de Julio Garavito Armero y Jorge Álvarez Lleras publicadas en los *Anales de Ingeniería*. Fuente: propia.



Imagen 11 Hernández L. (2019). Fotografía del escudo de la Sociedad Colombiana de Ingenieros. Fuente: propia.

Agradezco a la Sociedad Colombiana de Ingenieros por abrirme las puertas de esta emblemática institución en especial al Sr. Luis Miguel López por el recorrido en las instalaciones en la SCI, se destaca el trabajo que ha desarrollado en la Sociedad Colombiana de Ingenieros, conociendo su historia y sus labores como institución de ciencia e ingeniería en Colombia.

Nota: Para esta visita se tomaron las fotografías anteriores como evidencia. Estas evidencias fueron fuente principal para realizar el anterior informe.

Bibliografía del anexo B.

Hernández, L.D (08 de Abril de 2019). Fotografías de la visita a la Sociedad Colombiana de Ingenieros. Bogotá D.C.

Sociedad Colombiana de Ingenieros (19 de FEBRERO de 2018). Pagina oficial de la Sociedad Colombiana de Ingenieros. Obtenido de <http://www.sci.org.co/sci/historia.page>
<http://www.sci.org.co/sci/historia.page>

Sociedad Colombiana de Ingenieros (2019). *Historia de la Sociedad Colombiana de Ingenieros*. Obtenido de <https://sci.org.co/>

Sociedad Colombiana de Ingenieros. (2014). Rol de Julio Garavito Armero y Jorge Álvarez Lleras como director de la Sociedad Colombiana de Ingenieros. *Anales de Ingeniería*.

Anexo C. Informe de la visita al Observatorio Astronómico Nacional

En la metodología del presente trabajo se planteó realizar visitas a las instituciones que hicieron parte de la difusión y enseñanza de la TRE y la TRG para conocer su historia, sus proyectos y exponentes, que desempeñaron importantes roles en el campo de la física en Colombia a comienzos del siglo XX. Una de estas es el Observatorio Astronómico Nacional, el cual fue un lugar donde Julio Garavito Armero y Jorge Álvarez Lleras realizaron estudios principalmente en astronomía, además, de ser los directores por muchos años. Es importante destacar el rol que desempeña actualmente como centro histórico de la ciencia e investigación en Colombia.

Objetivo de la visita. Conocer las instalaciones de la sede histórica del Observatorio Astronómico Nacional, su historia, sus proyectos de investigación, difusión científica, personajes destacados, también el rol que desempeñaron Julio Garavito Armero y Jorge Álvarez Lleras como miembros y directores de este lugar.

Fecha de la visita: 16 de abril de 2019.

Dirección: Sede histórica centro; Carrera 8 No.08-00.

Funcionario que acompañó la visita: Gonzalo Jiménez, actualmente él es el encargado de la sede histórica del observatorio.

Historia. El Observatorio Astronómico Nacional de Colombia (OAN) fue el primer observatorio astronómico construido en América y el edificio más alto de América Latina. Fue iniciativa del sabio naturalista español José Celestino Mutis (1732-1808). La edificación, (situada en la carrera octava con calle octava) comenzó a construirse en el jardín de la Expedición Botánica el día 24 de mayo de 1802 bajo la dirección del arquitecto capuchino fray Domingo de Petrés. La obra se concluyó el 20 de agosto de 1803. Mutis nombró como responsable de este al abogado y comerciante en telas don Francisco José de Caldas (1771-1816) quien comenzó a realizar observaciones astronómicas y meteorológicas (Observatorio Astronómico Nacional, 2019).

Fusilado Caldas por orden del Pacificador Pablo Morillo, la actividad científica en el Observatorio fue nula. Este abandono perduró hasta el año de 1823 con la llegada al país de la llamada Misión Boussingault, la cual estaba compuesta por cinco jóvenes científicos extranjeros. La comisión fue iniciativa de Francisco Antonio Zea interesado en solicitar ayuda foránea para

incentivar el desarrollo de las ciencias naturales en la naciente república. Boussingault, francés, químico de profesión, realizó en el Observatorio Astronómico observaciones meteorológicas (Hernández, 2019).

Desafortunadamente, la apatía de la clase política permitió que la misión se disolviera al cabo de pocos años. En 1827 el Observatorio quedó a cargo del literato y médico Benito Osorio (1792-1848) quien por un año realizó observaciones meteorológicas. En 1848 el Observatorio Astronómico pasó a formar parte del Colegio Militar, institución creada un año antes por el General Tomás Cipriano de Mosquera para la formación de ingenieros civiles y militares. El Observatorio fue utilizado entonces como aula para las clases de ingeniería (Observatorio Astronómico Nacional, 2019). En 1854 acaeció el golpe militar de Melo y con ello el Colegio Militar interrumpió sus labores. El Observatorio quedó abandonado, no siendo otra cosa que una torre vacía; el gobierno la alquiló para usos particulares habiéndose llegado a establecer allí una venta de helados. En 1859 se reanudó la actividad en el Observatorio y es nombrado director el ingeniero militar, José Camilo Borda (1829-1866). Al parecer bajo este cargo dictó clases de matemáticas y publicó un almanaque (Observatorio Astronómico Nacional, 2019).

En 1867 el General Santos Acosta organizó la Universidad Nacional de Colombia. En febrero del año siguiente el doctor Manuel Ancizar, en su carácter de Rector de la Universidad nombró a José María González Benito (1843-1903) director del Observatorio Astronómico. González Benito dictó en el Observatorio clases de Meteorología, Astronomía, Paleontología y Geología. Se destacan sus observaciones de estrellas fugaces. En 1882 apareció el primer número de los Anales del Observatorio Astronómico Nacional de Bogotá, destinado a publicar los trabajos del establecimiento (Observatorio Astronómico Nacional, 2019). Luego de este relato de la historia del OAN el Sr. Gonzalo Jiménez comentó el rol que desempeñó Julio Garavito y Jorge Álvarez Lleras.

El rol de Julio Garavito Armero y Jorge Álvarez Lleras en el Observatorio Astronómico Nacional. En 1891 es nombrado director del Observatorio el ingeniero Julio Garavito Armero (1865-1920) quien realizó numerosos estudios teóricos y observaciones meteorológicas y astronómicas. Son destacados sus trabajos sobre el cálculo de probabilidades, óptica matemática y el movimiento de la Luna. Su admiración por la mecánica newtoniana lo convierte en un apasionado crítico de la teoría de la relatividad y de las matemáticas de Lobachevsky. Bajo la

dirección de Garavito, el Observatorio gozó de una gran actividad científica e investigativa. La tenacidad y el genio de Garavito le permitieron emprender observaciones astronómicas con las cuales logró obtener resultados de amplio contenido científico aún a pesar de que contaba con muy escasos y anticuados equipos. En 1902, Garavito y otros intelectuales reorganizan la Facultad de Ingeniería, y el Observatorio Astronómico sirve de local y salón de clases para la misma (Observatorio Astronómico Nacional, 2019).

En 1930 donde se reorganiza el Observatorio es nombrado como director el ingeniero Jorge Álvarez Lleras (1885-1952) uno de los discípulos de Garavito. Por mandato de la ley 65 de 1936, el Observatorio Astronómico fue incorporado a la Universidad Nacional de Colombia. Álvarez Lleras fundó la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales y creó, además, la revista del mismo organismo. En los primeros números de esta se publicaron muchos de los trabajos de Garavito, que hasta entonces estaban inéditos. A causa de su precaria salud, Álvarez Lleras presentó renuncia a su cargo en 1949 (Observatorio Astronómico Nacional, 2019). Luego de esto se conocieron las instalaciones donde el Sr. Gonzalo Jiménez comentó que el observatorio solo funciona como sede histórica. Después de conocer la historia del OAN y el rol que desempeñaron Garavito y Álvarez en el observatorio, el Sr. Gonzalo Jimenez describió y mostró las instalaciones del observatorio, actualmente conserva instrumentos que usaron sus personajes históricos: una biblioteca donde se puede realizar consultas sobre textos originales y telescopios que utilizaron los astrónomos en el OAN, también relojes que aún funcionan.

En este trabajo uno de los objetivos era analizar algunos originales de Garavito, Álvarez y Rozo: en el OAN se encontraron tres originales antiguos que aportaron al estudio de las posturas de estos científicos en Colombia a Comienzos del siglo XX. El Observatorio Astronómico Nacional hizo parte del estudio de otras ramas de conocimiento como lo fue la geografía. Allí se encuentra la coordenada (0,0) del país, esto sirvió para la ubicación de los departamentos de Colombia y sus límites, también Garavito trabajó con relojes ya que, en este lugar salía la hora oficial hacia el país. En palabras de Ricardo Uribe en una entrevista en UN Radio sobre los relojes del Observatorio Astronómico Nacional:

La historia comienza 1884 con la comisión científica colombiana que participó en la Conferencia Internacional del Meridiano en Washington, que respaldaban a Greenwich como el primer meridiano internacional. Pero, en 1899 el Ministerio de Relaciones

Exteriores recibe una carta de la Asociación Británica solicitándole información respecto a la hora local en Colombia empleada para los asuntos públicos. Por tratarse de un asunto astronómico, el ministerio remitió la inquietud a Julio Garavito, director del Observatorio Astronómico, quien contestó: En Colombia no se ha puesto todavía en práctica el uso de un tiempo oficial. [...] En la capital Bogotá (Universidad Nacional de Colombia, 2017).

En la actualidad el Observatorio Astronómico Nacional (Sede Histórica) hace parte del Departamento de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. También tiene otra sede ubicada en la Universidad Nacional donde se realizan algunas actividades en torno a la astronomía: observaciones y talleres de astronomía.

Conclusión de la visita. La visita al Observatorio Astronómico Nacional permitió reconocer algunos factores sociales, económicos, culturales, también conocer sobre la historia de la astronomía, física y la geografía en Colombia a comienzos del siglo XX, además, el rol de los astrónomos Julio Garavito Armero y Jorge Álvarez Lleras que hicieron parte de él ejerciendo el rol de directores e investigadores. Su difusión sobre las investigaciones, estudios y trabajos por medio de informes me permitió estudiar y analizar sus publicaciones, en mi caso revisar los originales de los personajes mencionados anteriormente.

Fotografías de la visita al Observatorio Astronómico Nacional

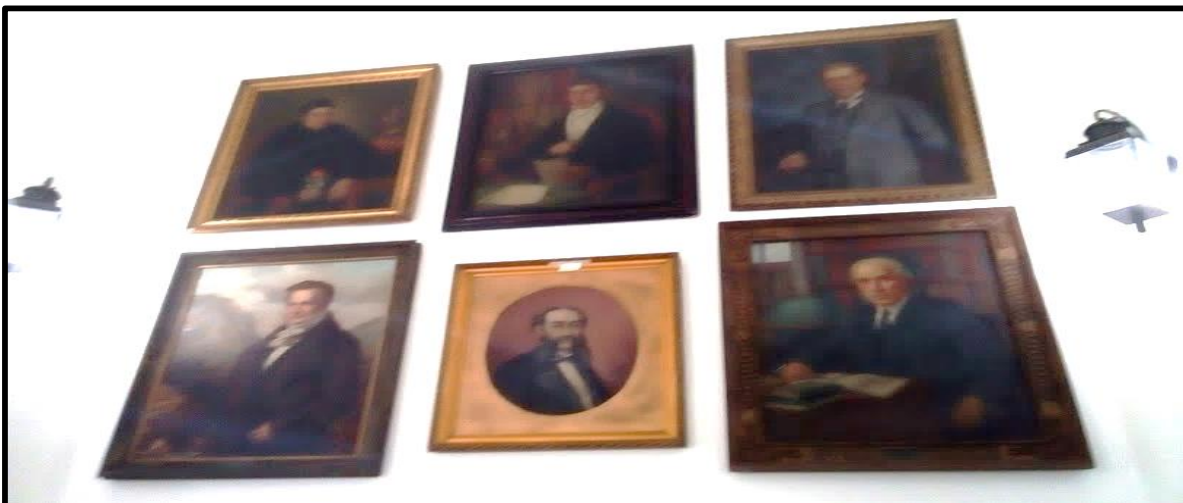


Imagen 1 Hernández L. (2019). Fotografías de los directores del Observatorio Astronómico Nacional: Mutis, Caldas, Garavito, Humboldt, Liévano y Álvarez. Fuente: propia.

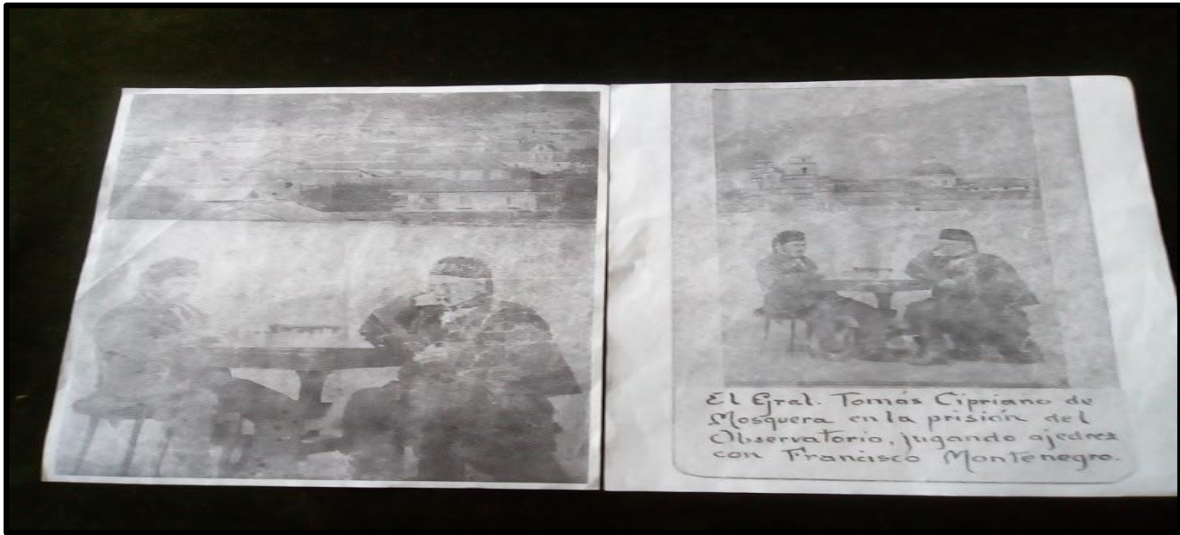


Imagen 2 Hernández L. (2019). Fotografías del Observatorio Astronómico Nacional, cuando era una prisión, se muestra él general Tomás Cipriano de Mosquera en la Prisión. Fuente: propia.



Imágenes 3, 4 y 5 Hernández L. (2019). Fotografías de la construcción de la Catedral Primada de Colombia y 2 primeras imágenes del Observatorio Astronómico Nacional. Fuente: propia.



Imágenes 6, 7 y 8 Hernández L. (2019). Fotografías de algunos instrumentos que utilizó Julio Garavito Armero y un reloj, él lo usó para dar la hora oficial en Colombia desde el Observatorio Astronómico Nacional. Fuente: propia.



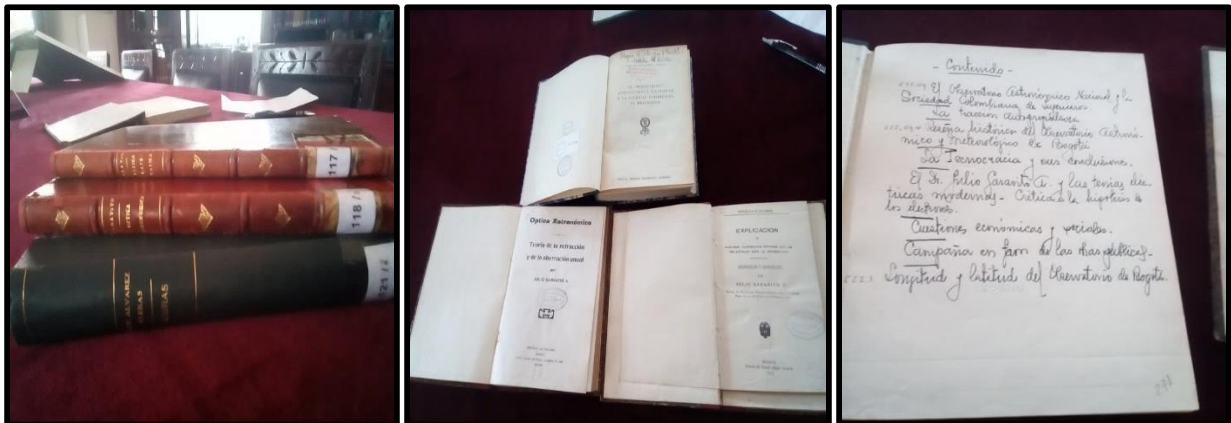
Imágenes 9 y 10. Hernández L. (2019). Observatorio Astronómico Nacional visto desde afuera y camino de los sabios. Fuente: propia.



Imágenes 10 y 11. Hernández L. (2019). Instalaciones del Observatorio Astronómico Nacional, primer y segundo piso. Fuente: propia.



Imágenes 12 y 13. Hernández L. (2019). Biblioteca del Observatorio Astronómico Nacional, reloj de cuerda y telescopio instalado en la cúpula. Fuente propia.



Imágenes 14, 15 y 16. Hernández L. (2019). Fotografías algunos textos originales de Garavito y Álvarez (1. El Observatorio Astronómico Nacional y la Sociedad Colombiana de Ingenieros, 2. Óptica astronómica y 3. teoría de la Aberración y Refracción anual). Fuente: propia.



Imágenes 17, 18 y 19. Hernández L. (2019). Punto base coordenada (0,0) y algunos relojes del Observatorio Astronómico Nacional que daban la hora oficial cuando vivió Julio Garavito Armero. Fuente: propia.

Agradezco al Observatorio Astronómico Nacional por abrirme las puertas de esta emblemática institución, en especial al Sr. Gonzalo Jiménez por el recorrido en las instalaciones en el Observatorio Astronómico Nacional y permitirme revisar algunos libros originales de la biblioteca; se destaca el trabajo que ha desarrollado en la Observatorio Astronómico Nacional, en especial en la sede histórica que lucha por mantenerse y reanudar sus labores.

Nota: Para esta visita se tomaron fotografías como evidencia de la visita, estas evidencias fueron la fuente principal para realizar este informe.

Bibliografía del anexo C.

Hernández, L. D. (16 de Abril de 2019). Fotografías de la visita al Observatorio Astronómico Nacional. Bogotá D.C.

Observatorio Astronómico Nacional. (2019). Historia del Observatorio Astronómico Nacional. Obtenido de <http://patrimoniocultural.bogota.unal.edu.co/menu-principal/claustro/colecciones-patrimoniales/observatorio-astronomico-nacional.html>

Observatorio Astronómico Nacional, (16 de Abril de 2019).
<http://ciencias.bogotá.unal.edu.co/oan/historia/>.

Universidad Nacional de Colombia, (4 de octubre de 2015). Pagina de la Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <http://ciencias.bogota.unal.edu.co/departamentos/fisica/el-departamento/historia/>

Universidad Nacional de Colombia, (11 de Agosto de 2017).
<http://unradio.unal.edu.co/nc/detalle/cat/politica-sociedad/article/hora-oficial-de-colombia.html>.
Obtenido de UnRadio.

Anexo D. Informe de la visita a la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Para este trabajo se planteó en su metodología realizar visitas a las instituciones que hicieron parte de la difusión y enseñanza de la TRE y la TRG, para conocer con más detalle su historia, sus proyectos, sus personajes destacados y el rol que desempeñaron en el campo de la física en Colombia a comienzos del siglo XX, una de estas es la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales porque su primer presidente fue Jorge Álvarez Lleras, también fue el primer director de la *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. También fue un importante difusor de la mecánica clásica y seguidor de las ideas de Julio Garavito Armero, Álvarez publicó varios escritos de Garavito en esa época, por esto es importante destacar el rol que desempeñó y desempeña actualmente como insignia en investigación y difusión de la ciencia de Colombia.

Objetivo de la visita. Conocer las instalaciones de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, su historia, sus proyectos de investigación y difusión, personajes destacados, también el rol que desempeñaron Julio Garavito Armero, Jorge Álvarez Lleras y Darío Rozo Martínez como miembros y directores de este lugar.

Fecha de la visita: 12 de abril de 2019 y 14 de junio de 2019.

Dirección: Carrera 28 A No. 39A-63.

Funcionario que acompañó la visita: Sr. Enrique Forero González presidente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

El Sr. Enrique Forero González comenzó la visita comentando la historia de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de aquí en adelante la ACCEFYN.

Historia. La historia de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales se remonta a 1823, cuando el General Francisco de Paula Santander, en su primer mandato creó la Comisión Científica Permanente bajo la dirección de Francisco Antonio Zea (decreto del 22 de julio de 1823 y protocolizada por decreto del 28 de julio de 1823), para establecer un Museo de Ciencias Naturales, una Escuela de Minas y trabajar en armonía con la Universidad Central que Santander también creó, con sedes en Quito, Bogotá y Caracas.

En 1826 el General Santander creó la Academia Nacional de Colombia y en 1832, al posesionarse como presidente de la Nueva Granada creó la Academia Nacional de la Nueva Granada, basada en la ley de 18 de marzo de 1826.

En 1871 se organizó la Sociedad de Naturalistas Colombianos, base para que el presidente Eustorgio Salgar estableciera la Academia Nacional de Ciencias Naturales, a través del decreto ejecutivo de 30 de agosto de ese año que complementaba el decreto orgánico de 1868; la Academia quedó al amparo de la Universidad Nacional y su Escuela de Ciencias Naturales.

El 11 de febrero de 1912 fue creada la Sociedad de Ciencias Naturales de la Salle que se convirtió en 1919 en Sociedad Colombiana de Ciencias Naturales. Todas estas iniciativas culminaron en 1933 con el reconocimiento de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Colombia como órgano consultivo del Gobierno Nacional a través de la Ley 34 firmada por el presidente Enrique Olaya Herrera. El decreto 1218 de 28 de mayo de 1936, firmado por el presidente Alfonso López Pumarejo, estableció oficialmente a la Academia.

El 16 de julio de 1951 la Alcaldía Mayor de Bogotá otorgó a la Academia personería jurídica y el 18 de abril de 1997 fue inscrita ante la Cámara de Comercio de Bogotá como Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

El rol que desempeñó Julio Garavito Armero, Jorge Álvarez Ileras y Darío Rozo Martínez en la Academia Colombia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Julio Garavito no fue miembro de la ACCEFYN, pero si se publicaron trabajos de él cómo:

Luego de este relato de la historia de la ACCEFYN el Sr. Enrique Forero González comento el rol que desempeñó el primer presidente de la Academia Jorge Álvarez Ileras, Julio Garavito Armero y Darío Rozo Martínez.

“Teoría de la aberración de la luz”, “Nota sobre la dinámica de los electrones”, “Nota sobre la óptica matemática (Crítica de la hipótesis ondulatoria)”, “Explicación de algunos fenómenos ópticos que se relacionan con la astronomía: aberración y refracción”, “La paradoja de la óptica matemática. teoría de la aberración y de la refracción de la luz” y “Notas sobre las geometrías planas no euclídeas”.

A partir de estas publicaciones se muestra una postura de la física en Colombia a comienzos del siglo XX. Garavito fue defensor de la mecánica clásica y sus publicaciones hacen fuertes críticas a las nuevas teorías de la física como la teoría de la relatividad. Esto refleja el rol que desempeñó en la ACCEFYN.

Jorge Álvarez Lleras fue presidente de la ACCEFYN, colaboró estrechamente en la fundación de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, ocupó la Presidencia de esta corporación desde el mismo momento de su fundación en 1936 hasta 1949. Además, fue conductor de la revista ACCEFYN cuyo primer número se publicó en diciembre de 1936. Como miembro de la ACCEFYN y asistente de Garavito, Álvarez hizo varias publicaciones continuando con su postura en la física como defensor y divulgador de la mecánica clásica. En la revista realizó publicaciones donde dichas posturas se reflejaban, entre estas: *“Importante informe relativo a varias labores científicas del doctor julio Garavito”*, *“Importante informe relativo a varias labores científicas del doctor Julio Garavito”*, *“Él doctor J. Garavito y las teorías eléctricas modernas (crítica a la hipótesis de los electrones)”*, *“El positivismo en la física moderna y la evolución de la ciencia”* y *“Los fundamentos del electromagnetismo y las teorías eléctricas modernas”*.

A lo largo de este trabajo se han recalado las posturas de Garavito y Álvarez. A partir de esto, se puede mostrar el tránsito de la mecánica clásica en las teorías de la física moderna, es decir, la teoría de la relatividad especial y la teoría general de la relatividad: la ACCEFYN desempeñó un rol muy importante en este tránsito y todo esto se destaca en 1938 con la publicación de Darío Rozo Martínez, quien realizó tres publicaciones en el campo de la relatividad. El primero *“La entidad física”* donde hace referencia a algunos temas de relatividad como velocidades y energía: expone que no es necesario recurrir al concepto de éter para el estudio de las velocidades y que el movimiento ondulatorio y vibratorio se caracteriza por su velocidad, la segunda publicación *“La entidad física”*, continuación de la primera publicación :expone el concepto de masa donde plasma las ecuaciones de Einstein y el modelo de átomo muy diferente al de Bohr, la tercera *“La entidad física”* conclusión de la primera y segunda publicación: hace referencia a la electricidad y dinámica en el caso de un átomo, donde expone el movimiento relativo.

A partir del panorama de la física en la ACCEFYN se muestra el rol como institución en la época, por esto es importante el uso de los originales, más aún, los escritos de los científicos colombianos, la difusión científica en Colombia, aunque muy poca en esa época ha tenido un gran reconocimiento en nuestra sociedad. La ACCEFYN tiene una revista su primer número fue publicado en diciembre de 1936, en ella se realizan publicaciones sobre Ciencias Naturales, Física, Astronomía, Matemáticas, Botánica, Química, Biología entre otras.

La ACCEFYN cuenta con una biblioteca allí encontré diferentes artículos originales que permitieron hacer un estudio sobre las posturas mecanicistas y relativistas en Colombia a comienzos del siglo XX.

Luego se presentó el objetivo general y algunos objetivos específicos de ACCEFYN:

Objetivo general. La Academia tiene por objeto el desarrollo de las ciencias exactas, físicas y naturales, sus aplicaciones y su enseñanza.

La academia tiene 80 años, ha ganado diferentes premios en el campo de las ciencias a nivel nacional e internacional algunos de ellos son:

- Académico Jaime Cantera recibe Premio Vida y Obra.
- Académico Dr. Luis Alejandro Barrera recibe Premio Nacional al Mérito Científico.
- La Académica Sandra Baena recibe reconocimiento de la Pontificia Universidad Javeriana.

Desde el año 2016, gracias a la generosidad de los doctores Caori, Yuri y Noboru Takeuchi, la Academia administra el Premio Yu Takeuchi a las mejores tesis doctorales y de maestría en las ciencias exactas, físicas y naturales (Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2017).

Conclusión de la visita. La visita a la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales dio como resultado reconocer algunos factores sociales, económicos y culturales. Así mismo, profundizar la historia de la ciencia y sus ramas en Colombia a comienzos del siglo XX, y comprender el rol de los científicos Julio Garavito Armero y Jorge Álvarez Lleras como difusores e investigadores. Sus investigaciones, estudios y trabajos por medio de informes, me permitieron estudiar y analizar sus publicaciones: en mi caso, revisar los originales de los personajes

mencionados anteriormente, en especial los originales de Darío Rozo Martínez y sus tres publicaciones, ya que fueron las primeras publicaciones de la teoría de la relatividad en Colombia a comienzos del siglo XX.

Fotografías de la visita a la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales



Imagen 1. Hernández L. (2019). Fotografía de los presidentes de la ACCEFYN. Fuente: propia.

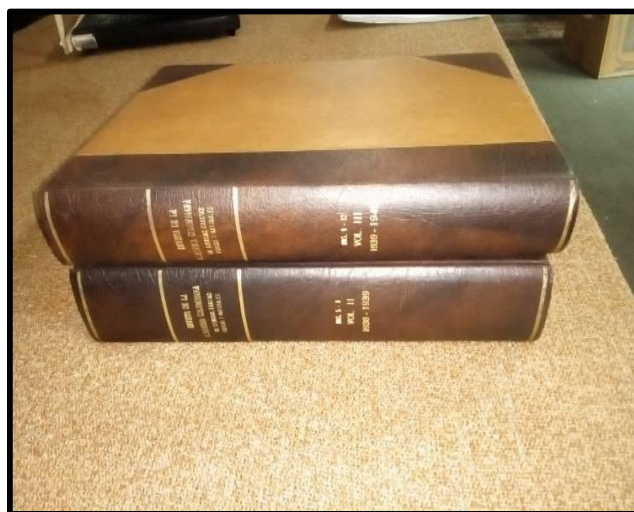


Imagen 2. Hernández L. (2019). Fotografía de los originales de Julio Garavito Armero, Jorge Álvarez Lleras y Darío Rozo Martínez ubicados en el volumen II de 1938 a 1939 y volumen III de 1939 a 1940. Fuente: propia.



Imágenes 3, 4 y 5. Hernández L. (2019). Fotografías de las instalaciones de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales. Fuente: propia.



Imagen 6. Hernández L. (2019). Fotografía de algunos premios de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Fuente: propia.

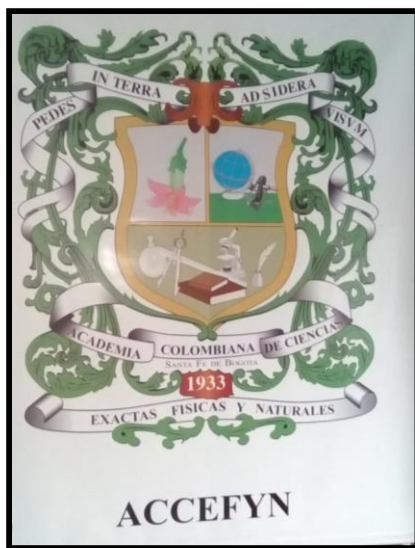


Imagen 7. Hernández L. (2019). Fotografía del escudo de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Fuente: propia.

Agradezco a la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales por abrirme las puertas de esta emblemática institución en especial al Sr. Enrique Forero Gonzales por el recorrido en las instalaciones en la ACCEFYN y permitirme revisar algunos libros originales de la biblioteca, se destaca el trabajo que ha desarrollado en la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

NOTA: Para esta visita se tomaron fotografías como evidencia de la visita, estas evidencias fueron fuente principal para realizar este informe.

Bibliografía del anexo D.

Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, A. (2017). <https://accefyn.org.co/quienes-somos/>.

Hernández, L. D. (12 de Abril de 2019 & 14 de junio de 2019). Fotografías de la visita a la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá D.C.

Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, (2017). *Obtenido de* <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/about/history>

Anexo E. Einstein y su difusión científica en algunos países de Suramérica

Para la presente investigación fue importante reflejar, desde un panorama general, el papel que desempeñaron las teorías de la relatividad en otros países a comienzos del siglo XX: se seleccionó Brasil y Argentina porque son los países más cercanos territorialmente a Colombia, donde estuvo Albert Einstein: aparte de los ya mencionados, él realizó visitas a otros países Sudamericanos que fueron cruciales para la difusión de la teoría de la relatividad especial y la teoría de la relatividad general. Estos países tienen similitudes con los inicios de la enseñanza de la relatividad en Sudamérica, principalmente con: algunas instituciones académicas y medios de comunicación (revistas y periódicos) que hicieron parte en esos países, de la difusión de las teorías ya mencionadas. Como se destacaba anteriormente, dos de los varios viajes hechos por Einstein en Suramérica fueron a Brasil y Argentina. Allí dio una serie de conferencias sobre las nuevas teorías, en especial la TRE y la TRG; en estos se le recuerda por sus reuniones sociales con diferentes mandatarios, científicos y académicos. Además, el rol de la prensa fue crucial en estos países porque mediante estos, se logró la difusión de las nuevas teorías de la TRE y la TRG.

Einstein y su difusión en Argentina

La llegada de Einstein a Sudamérica forma parte de una serie de viajes que realizó entre 1920 a 1930 a diferentes lugares: Japón, Palestina y Estados Unidos. Una de las motivaciones de Einstein para emprender tales viajes fue su curiosidad por conocer diferentes países y culturas.

En su transcurso por Suramérica Einstein visitó Argentina y se hospedó en Buenos Aires en 1925, acompañado por miembros de diversas comitivas de bienvenida: científicos, personalidades académicas y miembros de la comunidad judía de Argentina, entre ellos se encontraba el secretario de la Universidad de Buenos Aires: Mauricio Nirenstein, quien era también miembro de la Asociación Hebraica. Einstein permaneció un mes allí, dio 12 conferencias, la mayoría sobre la teoría de la relatividad y participó de muchos eventos; incluso, uno organizado por los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

Einstein visitó también las ciudades de La Plata y Córdoba. Discutió con algunos físicos y químicos argentinos aspectos actualizados de la física de la época (sobre los cuantos y sobre la

relatividad general). A su llegada al puerto de Buenos Aires Einstein recibe una primera muestra del impacto público de su visita. Además, cuando Einstein llega a Argentina, reconoce que hay documentos que hacen mención de las nuevas teorías de la física moderna como lo describe Gangui & Ortiz (2005):

Einstein ha declarado que conocía el texto "posmoderno" de Lugones: *El tamaño del espacio: Ensayo de Psicología Matemática* (El Ateneo, Buenos Aires, 1921), desde el año de su publicación. El mérito principal de este libro no está en la física, que Lugones claramente no dominaba ni presumía dominar, sino en haber señalado al Buenos Aires intelectual de su tiempo que no sería inoportuno prestar atención a las preocupaciones de Einstein por comprender mejor los conceptos de espacio, tiempo, materia y energía (p.24).

En marzo y abril de ese año en Argentina, hubo conmoción por las visitas que realizó Einstein a diferentes lugares en los que realizó conferencias. Las más destacadas y recordadas son: la primera dada el 28 de marzo en el Aula Magna de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, donde disertó sobre "el estado de los conocimientos de la óptica antes de la teoría de la relatividad" y la segunda, realizada el 4 de abril y, titulada: "*Las consecuencias de la Relatividad con respecto a los conceptos de Espacio y Tiempo*" en la Facultad de Filosofía y Letras.

Otros lugares que Einstein visitó también marcaron la historia de estos: laboratorios y clínicas que Einstein quiso conocer, como lo describe Gangui & Ortiz (2005):

El lunes 6 de abril, en compañía del joven fisiólogo Bernardo A. Houssay, visitó el laboratorio del "oftalmólogo y bolsista" de origen francés doctor Eugenio Pablo Fortin, quien estaba haciendo interesantes experimentos sobre la percepción de sensaciones luminosas. Al día siguiente, visitó la clínica universitaria junto al rector José Arce y se llevó una excelente impresión. El 11 de abril, junto a varias personalidades locales como el ingeniero Enrique Butty, los físicos Ramón Loyarte y Teófilo Isnardi, y los decanos de Ingeniería, Luis A. Huergo, y de Filosofía, Einstein viajó a la provincia de Córdoba (p.27).

El 24 de abril de 1925, Einstein dejó Buenos Aires y llegó a Montevideo. Allí dio tres conferencias en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Montevideo. Permaneció una semana en Uruguay, de donde partió el 1 de mayo, rumbo a Río de Janeiro en Brasil.

Einstein y su difusión en Brasil

Einstein estuvo varias ocasiones en Brasil, la primera fecha fue el 21 de marzo, en Río de Janeiro, ciudad donde fue recibido por una comisión integrada por científicos, periodistas y miembros de la comunidad judía. Otras fechas recordadas de sus visitas a este país, fueron el 6, 7, 8, 9 y 11 de mayo: Einstein dio diferentes conferencias sobre sus nuevas teorías de la física allí. Aparte de estas conferencias, él es recordado como una persona social, su esencia pacifista siempre lo hizo destacarse como un sujeto relevante, también, su postura política, en especial, sus pensamientos sobre las guerras, por esto en Brasil, se reunió con diferentes figuras influyentes como se menciona en las primeras líneas de este párrafo.

El 6 de mayo, Einstein visitó al presidente de la República, Artur Bernardes (1875-1955) y a algunos ministros de Estado. Su programa turístico-científico incluyó visitas a diversas instituciones: el Museo Nacional el 7 de mayo, el Instituto de Manguinhos el 8 de mayo y el Observatorio Nacional el 9 de mayo, también, visitó el Hospital de Alienados el 11 de mayo. La primera conferencia que dio fue sobre la teoría de la relatividad especial, se llevó a cabo en el Club de Ingeniería, el 6 de mayo. El auditorio estaba lleno de profesores, autoridades, académicos, periodistas y alumnos de diferentes ciencias. Para muchos, más importante que entender lo que se decía, era ver y oír al científico más famoso del mundo. La segunda conferencia fue sobre la teoría de la relatividad general, se dio en la Escuela Politécnica, el 8 de mayo. En esa época no había en el Brasil instituciones destinadas a la investigación en física y matemática, como lo afirma Tiomno & Castro (1996):

Pocos científicos, en general provenientes de las escuelas de ingeniería, se interesaban por las nuevas ideas de la física, y en particular por la teoría de la relatividad. Entre ellos se destacaban Manoel Amoroso Costa y Roberto Marinho de Azevedo, ambos profesores de la Escuela Politécnica y miembros de la ABC, Theodoro Ramos, Lélío Gama, Luiz Freire y el periodista Pontes de Miranda. Amoroso Costa publicó muchos artículos en diarios y revistas, a partir de 1919, explicando las teorías de Einstein y fue autor de un excelente libro de introducción a la teoría de la relatividad, publicado ya en 1922, pero estaba en Francia durante la visita de Einstein (p. 5).

Adicionalmente, hubo opositores de las nuevas ideas: la influencia del positivismo en la cultura brasileña era intensa y de sus huestes provenían las críticas más vigorosas a la relatividad. El principal opositor fue Licínio Cardoso, presidente de la sesión de ciencias físicas y matemáticas de la Academia y catedrático de Mecánica Racional en la Escuela Politécnica. Lo anterior permite vislumbrar, una similitud entre Colombia y Brasil, es decir, hubo defensores de la física clásica en especial la newtoniana que no aceptaban las teorías nuevas de la física en Sudamérica.

Einstein dejó Río de Janeiro con destino a Europa el 12 de mayo. Su visita, ampliamente reseñada por la prensa, influyó y dio nuevo aliento a la pequeña y emergente élite académica de Río de Janeiro, en su lucha por el establecimiento de la investigación científica, para la difusión de las ideas de la física moderna en Brasil. Las visitas que realizó Einstein dejaron como legado las ideas que se replantearon sobre la física y sus enseñanzas en el país suramericano.

Ahora bien, como ya se ha dicho, los viajes de Einstein a algunos países de Sudamérica fueron trascendentales e influyentes para la enseñanza de las teorías de la relatividad, así mismo, para este trabajo ha sido de vital baluarte, retomar esos momentos cruciales en la historia de la ciencia que involucran la actuación de grandes científicos (Albert Einstein), para así, reflexionar en nuestro contexto, Colombia, que este país, no fue el único que tuvo obstáculos para recibir, estudiar y difundir las nuevas teorías de la física (TRE y la TRG). Realizar una comparación entre Colombia, Brasil y Argentina respecto a sus instituciones de renombre como lo son la Universidad de Buenos Aires y el Observatorio Nacional de Brasil en la difusión de la TRE y la TRG, permitió comprender, que hay una similitud entre la recepción de estas teorías entre los países mencionados, por ejemplo: hubo personajes que tuvieron posturas similares frente a la física newtoniana perteneciendo estos a diferentes contextos, como lo fueron Julio Garavito Armero y Jorge Álvarez Lleras: científicos colombianos y Licínio Cardoso, presidente de la sesión de ciencias físicas y matemáticas de la Academia y catedrático de Mecánica Racional en la Escuela Politécnica de Brasil.

Además, otros personajes estuvieron encargados de la difusión de la TRE y la TRG como lo fueron, Darío Roza Martínez: científico colombiano, Theodoro Ramos, Lélío Gama, Luiz Freire y el periodista Pontes de Miranda: figuras influyentes del Brasil. Amoroso Costa publicó muchos artículos en diarios y revistas, a partir de 1919, explicando las teorías de Einstein; fue autor de un

excelente libro de introducción a la teoría de la relatividad, publicado ya en 1922: para su infortunio, estaba en Francia cuando Einstein visitó Brasil. Por ello, es importante destacar el papel de la difusión de revistas y periódicos de la época, los cuales se centraban en los viajes de esta gran figura; las conferencias de Einstein en Brasil y Argentina fueron cruciales para comprender la TRE y la TRG.

Bibliografía del anexo E.

- Gangui, A & Ortiz, E. (06 de Junio de 2005). Albert Einstein visita Argentina. 22-30.
- Tiomno, A & Castro, I. (1996). Un manuscrito de Einstein en Brasil.