

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Estudios Sociales y Globales

Maestría de Investigación en Estudios Latinoamericanos

**La producción político-moral de la física durante la modernidad
católica**

Estefanía Rosa Carrera Apolo

Tutor: Rafael Benigno Polo Bonilla

Quito, 2020

Trabajo almacenado en el Repositorio Institucional UASB-DIGITAL con licencia Creative Commons 4.0 Internacional

	Reconocimiento de créditos de la obra No comercial Sin obras derivadas	
---	--	---

Para usar esta obra, deben respetarse los términos de esta licencia

Cláusula de cesión de derecho de publicación

Yo, Estefanía Rosa Carrera Apolo, autor de la tesis intitulada “La producción político-moral de la física durante la modernidad católica”, mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magíster en Estudios de la Cultura en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

6 de Marzo del 2020

Firma: _____



Resumen

El rol que jugó la física como narrativa práctica dentro del proyecto modernizante garciano permite ingresar al análisis de las relaciones imbricadas entre religión, ciencia y poder. En efecto, las transformaciones de la física noreuropea aparecen para las élites ecuatorianas de fin de siglo XIX como referentes del perfeccionamiento de los pueblos. En este sentido, se establecerá una aproximación histórica de la física decimonónica local en el marco de un régimen de saber-poder y de unas tecnologías de gobierno.

Palabras clave: modernidad católica, física, siglo XIX, García Moreno, imponderables, ciudadanía técnica, newton, progreso.

A mi familia y al Paro!

Agradecimientos

Al apoyo incondicional de mis padres y de mi querida hermana Janneth. Sin el contingente de fuerza que ellos representan para mí, hubiese resultado imposible este trabajo. Así mismo a mi tutor Rafael Polo por el tiempo y los recursos facilitados para la consecución de esta investigación.

Tabla de contenidos

Introducción.....	13
Capítulo primero El siglo de las perturbaciones.....	29
1. Entre Newton y lo imponderable.....	29
1.1. Camino hacia la perturbación: el electromagnetismo.....	34
1.2. Astrofísica: las ondulaciones de la luz	37
1.3. Interludio: el éter	41
1.4. Caballos de vapor: termodinámica	43
Capítulo segundo Diagramas de la física	49
1. Diagramación disciplinaria de la física	50
1.1. El par gabinete/laboratorio.....	50
1.2. Las Matemáticas	54
2. De la unidad a la uniformidad	57
3. El mito de la abundancia	62
4. Hibridaciones por analizar.....	65
Capítulo tercero Modernidad católica y teología jesuita.....	69
1.1. Re conceptualización del Dios católico en la comunidad jesuita.....	71
1.2. La trascendencia mundana de Dios y la santificación de la ciencia.....	72
1.3. La astrofísica y el principio sintético del mundo	74
1.4. El Hombre, creación (co)creadora	78
2. El positivismo “exagerado”	80
3. Producción político-moral de la física.....	84
Capítulo cuarto La física en clave de dispositivo	91
1. Desplazamientos de la física.....	91
2. Los obreros del progreso	96
3. Subjetividad apolítica y ciudadanía técnica.....	100
5. Producción performática de la física	104
Conclusiones.....	107
Obras citadas	111
Anexos.....	119

Introducción

La Física es demasiado importante para ser dejada a los físicos
David Hilbert¹

El positivismo fue la matriz filosófico-cultural que condensó, durante el siglo XIX, el ideal de la modernidad capitalista. Su difusión en América latina, como expresión de la utopía del progreso y del triunfo de la razón técnica, fue referente importante para las nacientes repúblicas del continente que buscaban superar el caos político postindependentista (López Ocón 2002; Guadarrama 2011; Jiménez Hurtado 2008). En efecto, en el ambiente favorable que marcaba la demanda europea de materias primas hacia las nuevas economías agroexportadoras latinoamericanas:

: (...) Los positivistas encontraron (...) a lo largo del último tercio del siglo XIX el terreno abonado para irrumpir en el escenario cultural latinoamericano. Lograron convertir el positivismo en la ideología oficial de las élites liberales, ofreciéndoles un conjunto de medidas para la reforma de la educación y para la inserción cultural de la ciencia mediante un complejo proceso de nacionalización de las actividades científicas. (López Ocón 2002, 119)

Sin embargo, no todos los procesos de nacionalización de la ciencia, en este periodo, sucedieron bajo impronta liberal ni su encíclica fue un *positivismo a secas*. Considerados, tradicionalmente, como contrarios al cambio político y social modernos, entre otros aspectos, por su renuencia a la construcción laica del Estado, los gobiernos conservadores fueron encasillados, además, como anticientíficos. En ese sentido, uno de los propósitos de este trabajo será descartar la generalización hecha sobre el carácter irreductiblemente moderno que se ha establecido a partir de la *secularización de la vida*; y que habría de conllevar, entre otros aspectos, la separación entre ciencia y religión. Esta línea de estudio ha sido labrada, para el caso ecuatoriano, por autores como Echeverría, Maiguashca, Sevilla, Cuvi, Espinosa, entre otros.

Bajo esa perspectiva, si bien a través de la famosa carta negra (constitución de 1869)², redactada durante el régimen garciano (1861- 65 y 1869-75), se estableció como requisito de ciudadanía profesar la religión católica, se promovió, al mismo tiempo, la formación tecnocientífica y profesional del país. Es así que, con el propósito de alcanzar el “progreso y la felicidad de la República”, el 13 de febrero de 1869

¹ Matemático alemán del siglo XX

² García Moreno, en efecto, había propuesto ya en 1857 al Congreso Nacional la creación de la Facultad de Ciencias en la Universidad de Quito (Tobar Donoso 1940).

mediante decreto se reemplazó la Universidad Central (UCE) por la Escuela Politécnica Nacional. (“Programa de las materias que se enseñan en la Escuela Politécnica” 1871). Además, se crearon otras instituciones de tinte científico como el Observatorio Astronómico de Quito (OAQ).

Por otro lado, el aludido interés por la incorporación institucional de las ciencias físico-naturales guardó coherencia con la vocación nacional del proyecto político garciano, en tanto, aquella se encaminó en las siguientes direcciones³: en primer lugar, hacia la formación de ingenieros y técnicos al servicio del desarrollo de obras públicas para el país. Se pretendió dominar y controlar la difícil geografía del territorio a fin de integrarlo en términos nacionales. En esa dirección, los padres jesuitas que se encargaron de la docencia en la EPN así como posteriormente sus ex alumnos brindaron asesoría técnica al Estado para la construcción de vías de comunicación (carreteras, líneas férreas, etc.); así como realizaron estudios sobre el aprovechamiento de los recursos naturales del país. En segundo lugar, con respecto al terreno académico y de difusión científica, la EPN impartió lecciones, conferencias y actos públicos destinados a la comunidad en general, se publicaron notas científicas en el periódico el nacional, algunos de los textos producidos por los padres jesuitas se declararon de uso nacional a nivel secundario y se puso en circulación los boletines del OAQ. A más de ello, se planificó formar docentes que reproduzcan sostenidamente la enseñanza de estas ciencias con el fin de producir oferta nacional profesional.

Del abanico de ciencias decimonónicas, impartidas durante el período, nos interesa llamar la atención sobre la presencia sutil pero determinante de aquella que estuvo detrás de la *revolución del vapor y la electricidad*. En efecto, en el marco de las revoluciones industriales, una de las transformaciones que potenció el amplio desarrollo de las comunicaciones en el siglo XIX y permitió la acumulación de renta capitalista para los Estados europeos fue terreno de las aplicaciones tecnológicas de la física. El

³ Para ingresar al estudio del uso político de la ciencia, en este periodo, dentro del proceso de consolidación del Estado poscolonial ecuatoriano se puede acudir a la tesis doctoral de Elisa Sevilla titulada “Imperios informales y naciones poscoloniales: la autoridad de la ciencia”. A más de lo se ha señalado, según esta autora, el apoyo estatal a las expediciones científicas que visitaron el territorio como la Comisión Española del Pacífico, el incentivo a la participación del país en las exposiciones universales y en los museos de los centros globales de poder fue otra de las plataformas desde donde el proyecto político garciano buscó el reconocimiento nacional dentro de la ciencia universal a partir de las particularidades geográficas y naturales del país. Si bien dicha dinámica no estuvo libre de la tensión que implicaba para la construcción de la nación la presión ejercida por las redes geopolíticas imperiales, herederas además de una episteme racista, se buscó en general generar sentimientos de pertenencia que permitiera fomentar el amor a la tierra propia (2011).

ferrocarril a vapor y el telégrafo, precisamente, se constituyeron en hitos materiales y simbólicos del progreso; por tanto, pautados, de igual manera, como referentes civilizatorios para las economías del mundo. Dado que fue, así mismo, durante el periodo garciano en el que arrancó la construcción del ferrocarril del sur y la instalación de las redes telegráficas para comunicación interna, creemos importante analizar, en el marco de las derivaciones tecnológicas de la física y de su enseñanza, la relación entre ciencia, poder y Estado.

Sin embargo, los trabajos que abordan esta relación en el país, en general, tratan terrenos vinculados con la biología, la cartografía, o la botánica. A pesar de ello, cabe señalar que en el texto *Surge la nación. La ilustración en la Audiencia de Quito (1725-1812)*, escrito por Keeding, se expone un acercamiento a la enseñanza de la física. Esto nos sirvió, como se verá, para delimitar el desplazamiento del objeto de esta disciplina en el siglo XIX. Empero, el objeto de estudio de este texto sigue sin ser la física y tampoco se inscribe en el periodo republicano.

En otros casos, si bien se analiza el tema del ferrocarril en su vinculación con el proyecto político garciano, no se indaga en la revolución científico-conceptual de la física que hubo detrás. En adición, los textos que plantean un acercamiento hacia la historización de teorías científicas, a más de, nuevamente, no tratar de física, abordan dicha historización desde la interpretación individual de sus protagonistas. Es el caso del texto *La circulación del darwinismo en el Ecuador (1870-1874)* escrito por Cuví et al. (2014), donde se aborda la teoría darwiniana de la evolución desde la apropiación interpretativa de T. Wolf.

Por último, dado que la intención de las élites burocráticas del Estado fue generar *ciudadanos útiles* a través de la incorporación en la enseñanza de las ciencias físico-naturales; es decir, en la medida en que se buscó intervenir en la configuración subjetiva de la población a través de la promoción de identidades concretas, creemos importante analizar también este punto. De igual forma, tampoco, existen estudios que aborden las subjetividades impulsadas por el Estado desde lo que podría llamarse los modos de ser de la ciencia.

En definitiva, en ausencia de una historia de la física decimonónica en el Ecuador, nos interesa analizar, por un lado, las revoluciones conceptuales de dicha disciplina a partir de las cuales se derivaron las aplicaciones tecnológicas de la época; derivaciones desde las cuales, así mismo, se delimitaron los programas de enseñanza de la EPN; y por otro, la inscripción de las aplicaciones y de la enseñanza de la física en el

entramado de una racionalidad política concreta (Rose y Miller 1992)⁴. Es en este punto, en el que se analizará la relación entre el Estado y el despliegue de subjetividades específicas. En suma, se puede sintetizar la intención de este trabajo alrededor de la siguiente interrogante: ¿Cómo operó la física, en tanto narrativa práctica, dentro de una lógica de poder específica durante el periodo garciano?.

Se ha decidido utilizar el término narrativa práctica con el fin de que la investigación no se agote en el análisis de la forma puramente científica de la física. En otras palabras, se busca en términos de Serres (1998) *desacralizar* o de Canguilhem *desintelectualizar* la física (Macherey 2011). En efecto, la física, en términos generales, como cualquier otra narrativa humana es expresión del esfuerzo individual y colectivo por *significar, y aprehender el mundo*. Ahora bien, toda narración está inscrita dentro de un determinado proyecto civilizatorio. La física, considerada en ese nivel, por tanto, no tratará sólo de ella misma. Ni siquiera únicamente de una forma particular cognoscitiva llamada científica. Aquello, sin embargo, no significa que se desconocerá su estatus de científicidad. En los párrafos precedentes señalamos, precisamente, nuestro interés por indagar en el esquema conceptual de la física decimonónica. Por el contrario, el objetivo es inscribir a esta ciencia en un campo de saber amplio que dé cuenta de sus vínculos con el poder y el Estado.

En términos más profundos, siguiendo a Rafael Polo, con narrativa práctica, queremos dar cuenta del horizonte de percepción y traducción de una realidad histórica concreta a partir de campos de visibilidad desplegados por la configuración de objetos de saber. Objetos que se constituyen, al interior de regímenes de pensamientos y en el

⁴ Entienden Rose y Miller (1992) por racionalidades políticas aquellas regularidades que son posible descifrar en un discurso político y que atañen a la: “formulación y justificación de esquemas idealizados para representar la realidad, analizarla y rectificarla [mi traducción]” (1992, 178). Aquello es posible porque las racionalidades políticas están caracterizadas por tres aspectos: a) su carácter moral, es decir los ideales o principios por los que se guía un gobierno y a los cuales “debería” guiar su acción, por ejemplo: libertad, ciudadanía, desarrollo, etc. Principios, a partir de los cuales se distribuye, por tanto, las responsabilidades a las distintas autoridades, ya sea desde el nivel de la familia hasta las esferas de la política pública, militar, etc. b) tienen una epistemología, es decir, se “articulan en relación con alguna concepción de la naturaleza de los objetos gobernados: la sociedad, la nación, la población, la economía.[mi traducción]”(1992, 179), es decir se fabrica e incorpora una “explicación” de las personas sobre las cuales se debe ejercer el gobierno y c) las racionalidades políticas se articulan en un lenguaje distintivo que constituye el discurso político y que no es meramente contemplativo o justificativo, sino performativo. “Es en este campo discursivo donde surge el "Estado" como un dispositivo lingüístico históricamente variable para conceptualizar y articular formas de gobernar [mi traducción]” (1992, 178). A su vez, estas racionalidades políticas se maternizan a través de técnicas gubernamentales, las mismas que son definidas como: “el complejo de programas mundanos, cálculos, técnicas, aparatos, documentos y procedimientos a través de los cuales las autoridades buscan encarnar y dar efecto a las ambiciones gubernamentales. [mi traducción]” (1992, 175).

entramado de unas prácticas discursivas. Es decir, en medio de procedimientos institucionales a través de los cuales se naturaliza socialmente lo que Ranciere ha denominado *la repartición de lo sensible* (2010). En otras palabras, nos referimos a la naturalización de “una configuración específica de ver, de hacer, de sentir, de asignar los espacios y las funciones que van a ocupar ‘los individuos’, un lenguaje de producción enunciativa y de formas de identificación social y estatal” (2010, 17)

Por otro lado, con este enfoque intentamos contribuir a la superación del debate entre historia de las ciencias interna e historia de las ciencias externa. Precisamente, los trabajos de historia de la ciencia realizados en el país y citados hasta aquí se inscriben en lo que tradicionalmente se conoce como historia externa de las ciencias. Es decir, son análisis que se orientan hacia el estudio de los usos políticos o sociales de la misma. Por esta razón hemos decidido, inicialmente, seguir la línea teoría propuesta por Canguilhem para quien el conocimiento científico debe ser pensado desde la singularidad de su producción. Es decir, antes que la expresión de una trayectoria predeterminada por una lógica pura intrínseca al pensamiento (historia internalista) o por el condicionamiento (instrumental) puramente externo (historia externalista) de factores sociales que explicarían el origen inmutable del este,⁵ la producción de conocimiento esta mediada por una *libertad en situación*. (Macherey 2011)

La generación de conocimiento depende del diálogo con el entorno, por tanto, de la dinámica social de interpelación, enfrentamiento y adaptación en el momento efectivo de su gestación. En otras palabras, si bien se trata de subrayar el estatus social de la ciencia será a condición de entenderla, en última instancia, como un conjunto de prácticas humanas. Considerada en ese nivel, la ciencia es también *producto* del error, de lo imprevisto y de la “no ciencia” (la ideología, la práctica política, etc.). La ciencia “no puede producirse sin la intervención correlativa de circunstancias que no tienen su origen en la teoría pura, sino que aparecen y sobre todo adquieren una significación en un plano distinto de aquel en el que la teoría hace reconocer la pertinencia de sus leyes”(Macherey 2011, 139). Cabe recalcar, de nuevo, que aquello no pasa por desconocer la autonomía teórica de la ciencia. Por el contrario, si bien en la emergencia situacional de la ciencia reside el sesgo de esta, así mismo, es la condición y lugar de su

⁵ El conocimiento no puede ser considerado como simple reflejo de una *realidad* preestablecida. El pensamiento científico, por tanto, es una invención antes que un descubrimiento. (Macherey 2011)

“fecundidad teórica”⁶. Lo que este autor critica es la explicación causal instrumentalista desde donde se ha estudiado la ciencia no su estatus teórico.

En efecto, el posicionamiento descrito permitió zanjar el cerco que delimitó, identificó y transpuso como objeto de estudio de la historia de la ciencia el objeto natural de una ciencia⁷. El esquema normativo a partir del cual se dividió entre historia de las ciencias externa e interna se fundamentó, precisamente, en la trasposición señalada. Por el contrario, Canguilhem explicará la historia de las ciencias como una historia que se mueve en el nivel de los conceptos, por tanto, su objeto será la historicidad del discurso científico. Como tal, este objeto ha de permanecer en constante construcción y ha de transcurrir, así mismo, en una trayectoria distinta al curso general del tiempo.

Superar el debate historia interna-externa de las ciencias, conlleva a su vez tomar partido por una historia discontinua de las ciencias. La conceptualización moderna del tiempo dentro de un horizonte lineal, continuo, unívoco y unidireccional habría de calar en la forma en que las distintas disciplinas narraron sus objetos. El trastocamiento de esta conceptualización, entre otros aspectos, gracias al cisma científico de la primera mitad del siglo XX (en el que la física relativista tuvo un papel protagónico) trastocó, así mismo, las formas narrativas. Esta transmutación incorporó la noción de lo múltiple y lo discontinuo en la narración. Canguilhem, Serres y Foucault, entre otros, fueron quienes llevaron la narración histórica del acontecimiento al plano de la distorsión, de los pliegues, de las perturbaciones, al remover, precisamente, los cimientos teleológicos del tiempo.

En ese sentido, de cara a una ciencia narrada en progresión exponencial sin desviaciones y errores, o en otras palabras, de cara a la descripción de un “saber integral en un tiempo global, homogéneo e isotrópico”(Serres 1998, 12), estos autores narrarán

⁶ Así mismo para Serres se trata de reconstruir lo que “la historia de las ciencias, fueron en los hechos, mezclando sus resultados y sus inventores, sus legados, confluencias y afluentes, las duras disputas entre sus grupos de presión, cosas del mundo y causas de los hombres mezcladas hasta la indecisión, sus decisiones temporalmente definitivas, sus olvidos y sus recuerdos cambiantes y engañosos, su organización institucional, su determinación racional estricta y su entusiasmante improbabilidad” (1998, 25)

⁷ En efecto, como se lee en la siguiente cita: “La historia de las ciencias es la historia de un objeto que es una historia y tiene una historia, mientras que la ciencia es ciencia de un objeto que no es historia ni la tiene. La naturaleza no se recorta y reparte por sí misma en objetos y fenómenos científicos. Es la ciencia la que constituye su objeto a partir del momento en que inventa un método para formar, mediante proposiciones susceptibles de combinarse íntegramente, una teoría controlada por la inquietud de descubrir sus fallas”. (Canguilhem 2009, 17)

la emergencia accidentada de la ciencia⁸. Aquello implicó poner en tela de juicio la idea por la cual se pensó el desarrollo científico como la perfectibilidad teórica alcanzada en la lineal superación de etapas evolutivas y sucesivas a lo largo del tiempo. Por tal razón, indagaremos en la reflexión conceptual de la física decimonónica desde la teoría de los paradigmas de Khun para denotar, entre otras cosas, el rango de inconmensurabilidad entre teorías; por tanto, del carácter discontinuo del desarrollo científico.

Por otro lado, hablar de la producción de conocimiento científico en un país latinoamericano como Ecuador en el siglo XIX conlleva un problema: ¿Cómo ingresar a la cuestión del poder y su relación con *una ciencia local* cuya producción teórica estaba en Europa sin que la investigación se dirija al debate centro-periferia? Es decir, sin que el trabajo gire en torno a las razones por las cuales la periferia estaría condenada a copiar y reproducir (enseñanza) el conocimiento científico que se produce (investigación) en un centro privilegiado. Si se quería avanzar a la especificidad de una lógica de poder concreta en el periodo garciano, había que transitar del orden exclusivo de la ciencia al orden del saber y por esta razón nos decidimos por un enfoque genealógico de las relaciones saber-poder y así mismo, como ya dijimos por el estudio de la física como narrativa práctica.

Bajo dicha perspectiva entonces, esta investigación se inscribe, desde un enfoque genealógico de las relaciones de saber-poder, en el campo disciplinario de la historia de las ciencias. Foucault rescata dos características imbricadas del poder que nos parecen relevantes para este análisis: *su vacío constitutivo* y *su heterogeneidad*. El poder no puede existir por sí mismo, necesita amalgamarse con la verdad para efectivizarse: “Si las relaciones de poder produjeron formas de investigación, análisis de los modelos de saber, fue [...] porque el poder no era omnisciente, sino ciego” (Foucault 2013 117). En ese sentido, no se puede hablar, de igual manera, de poder sino de relaciones de poder cuya heterogeneidad ha de derivarse del hecho de que, efectivamente, estas “se organizan, como efectos y condiciones, en otros procesos”(2013, 120)⁹. ¿Por qué? porque las relaciones de poder, en última instancia, se

⁸ M. Serres (1998) llevará la teratología al análisis, término tomado de la biología, para dar cuenta del estudio de las anomalías y malformaciones.

⁹ El poder nace de una pluralidad de relaciones que se injertan en otra cosa, nacen de otra cosa y hacen posible otra cosa. Las relaciones de poder se inscriben dentro de luchas que son por ejemplo de carácter económico, religioso, de lo cual se deduce que las luchas no nacen contra el poder, pero por otra las relaciones abren un espacio en cuyo seno las luchas se desarrollan. Entonces no hay que suponer que por un lado está el poder y por otro aquello sobre lo cual se ejerce. Y que la lucha se desarrolla entre el poder y el no poder [...] El poder es pues algo así como la estratificación, la institucionalización, la

proyectan como tecnologías de poder entretejidas y dispuestas hacia la resolución de problemas concretos. Es por ello que, se escogió esta perspectiva para hablar de física, precisamente, en lo que aquella tiene de *efectos de poder*.

Por esta razón, nos centraremos más en una genealogía de las relaciones saber/poder que en una arqueología del saber¹⁰. Sin embargo, no se la obviara. Recordemos que la arqueología busca mostrar “con que reglas una práctica discursiva puede formar grupos de objetos, conjuntos de enunciaciones, juegos de conceptos, series de elecciones teóricas, etc.”(Foucault 1970, 305). Es en esa medida que la arqueología se preocupa por describir positivities (marcos de visibilidad) más que, exclusivamente, ciencias o disciplinas. En ese sentido, la arqueología, nos servirá para pensar la física como parte de un campo de saber amplio que la contiene y sobrepasa.

Empero, desde la genealogía Foucault trata con mayor profundidad el análisis de la ciencia como “los efectos de poder centralizadores que están ligados a la institución y al funcionamiento [...] de un discurso considerado como científico”(Foucault 2000, 23), en tanto, añadimos, este posiciona verdades¹¹. Con este desplazamiento Foucault lleva la relación entre ciencia y poder hacia el terreno de lo que denominó tecnologías de gobierno y dispositivos de poder. Ciertamente para dar cuenta de la efectividad del poder como un conjunto de relaciones actuantes y de la producción de verdad como anverso necesario de aquel en la modelación de cuerpos (la verdad se inocular en ellos) Foucault acuña el concepto de dispositivo.

Dada la amplitud de la definición hecha por dicho autor, pero sin abandonarla y con el objetivo de manejar cierta sistematicidad y sencillez, entenderemos por dispositivo la síntesis propuesta por Braunstein a partir de las lecturas de Deleuze y

definición de técnicas, instrumentos y armas que son útiles en todos esos conflictos. Esto es lo que puede considerar en un determinado momento como cierto ejercicio de poder. Con tal que sea claro que ese ejercicio se transforma sin descanso. No hay que confundir una situación de poder, un tipo de ejercicio, una distribución o economía determinadas del poder en un momento dado con simples instituciones de poder. (Foucault 2013, 120)

¹⁰ La arqueología se distancia de la historia de las ciencias tradicional en puntos como: 1. La arqueología analiza el saber a partir de su crítica al sujeto como centro y dueño de la razón. 2. La arqueología no se centra en los pensamientos o representaciones como si fueran partes ocultas de los discursos, sino que analiza los discursos como prácticas manejadas por reglas. No es interpretativa. 3. La arqueología no busca establecer una línea continua que ate los discursos con aquello que le precede o le siga, por el contrario busca comprender los discursos en su especificidad. 4. La arqueología define las reglas de las prácticas discursivas que atraviesan las obras individuales y 5. La arqueología se centra en la “descripción sistemática de un discurso-objeto”. (Foucault 1970, 310)

¹¹ En efecto, de acuerdo a la advertencia escrita por François Ewald y Alessandro Fontana en el texto *Defender la Sociedad*, Foucault en los cursos del Collège de France “despliega muy en particular el programa de una genealogía de las relaciones saber/poder en función del cual, a partir de principios de la década del setenta, pensará su trabajo, en oposición al de una arqueología de las formaciones discursivas que hasta entonces había dominado” (Foucault 2000 9)

Foucault¹². Aquel conceptualiza como dispositivo la relación que se establece entre poder, saber y subjetividad. En efecto, el dispositivo, al inscribirse en una dinámica de poder que busca responder a una urgencia, da cuenta del despliegue de tácticas (saber) que dotan de direccionalidad las relaciones de fuerzas que se presentan, de tal forma que se pueda disponer de ellas. En ese sentido, el dispositivo es “un conjunto que ensambla y gobierna el saber humano dentro de estrategias de poder” (Braunstein 2011, 28).

Los individuos, en calidad de sujetos, son parte constitutiva de las relaciones de fuerzas hacia las que el dispositivo dirige su atención. En efecto, el dispositivo delimita la pertinencia del potencial de agencia de los individuos acotándolo como cualquier otro recurso calculable y acumulable dentro de objetivos específicos¹³. La producción de subjetividades, se constituye, por tanto, en uno de los efectos más importantes que se despliegan en dicha lógica. Es decir, el poder no solo apresa, dirige (Castro 2018)¹⁴.

En otras palabras, este concepto permite analizar la psique específica que la encarnación de un régimen de verdad extrae de los cuerpos. Se trata de entender, en efecto, cómo se interioriza en los cuerpos un sistema de dominación, de operación, de sujeción, de practicidad, etc. Es en esa medida que, para Braunstein, Foucault puede apropiarse del concepto de tecnología y situarlo en el nivel del cuerpo, de la verdad, de la vida: “[...] la técnica es transformada por el filósofo francés en una cuestión biopolítica que da lugar a "elementos extra discursivos" y resalta el lugar del cuerpo, del

¹² Foucault señala tres niveles de referencia con respecto al concepto de dispositivo: “Intento ubicar bajo esta denominación, primero, a un *conjunto definitivamente heterogéneo* que incluye discursos, instituciones, configuraciones arquitectónicas, decisiones reglamentarias, leyes, medidas administrativas, enunciados científicos, proposiciones filosóficas, morales, filantrópicas. En resumen: cosas dichas tanto como no dichas; éstos son los elementos del dispositivo. El dispositivo mismo es la red que se establece entre estos elementos. *En segundo término lo que querría identificar en este "dispositivo" es precisamente la naturaleza de la conexión que puede existir entre esos elementos heterogéneos.* Así, cierto discurso puede aparecer ora como programa de una institución, ora, por el contrario, como un elemento que permite justificar y enmascarar una práctica que, en sí, permanece muda, o funcionar como reinterpretación posterior de esa práctica, darle acceso a un nuevo campo de racionalidad. En síntesis, entre estos elementos, sean ellos discursivos o no, hay como un juego, cambios de posición, modificación de funciones que pueden, también ellas, variar enormemente. En tercer lugar, entiendo como dispositivo a una especie —digamos— de formación que tiene como su función principal en un momento histórico dado la de responder a una urgencia”(Foucault citado en Braunstein 2011, 73–74; énfasis añadido)

¹³ “Los "dispositivos" cumplen la función de mostrar cómo las relaciones de poder llegan a ser las condiciones de posibilidad para la formación y la puesta en práctica política (en las dimensiones táctica y estratégica) de los saberes”. (Braunstein 2011, 70)

¹⁴ Foucault reformula el concepto de gobierno en función de los límites que presentaba por un lado la verdad como concepto autobiográfico y por otro, para tratar el problema de la dirección de conciencias. (Castro 2018)

cuerpo mutilado y troncado en su relación con el poder por la acción de los dispositivos”.(2011, 71)¹⁵.

Si nos hemos interesado por el concepto de dispositivo es porque efectiviza lo que permanece latente al vínculo que este genera: la modelación de conductas. En efecto, gobernar significará disponer de las cosas, es decir poner en relación las cosas y los hombres de tal modo que puedan ser conducidas a un fin considerado conveniente. Ciertamente, “el modo de reorganización, racionalización y centralización cada vez mayor de las "relaciones de poder” bajo los auspicios de las instituciones del Estado” (Lemke 2007, 10) y que habría de exigir el paso hacia técnicas de gobierno centradas en la población y la economía política es lo que Foucault ha denominado gubernamentalización de las relaciones de poder¹⁶.

En ese sentido, dado que la reproducción del Estado dependerá de la eficiencia en la intervención sobre las poblaciones, se tratará de entender las *dinámicas de modelación* desplegadas en el periodo garciano, con respecto a la física, en tanto tecnologías gubernamentales actuantes en el entramado de un dispositivo. Cabe recalcar que se ha optado por el concepto de tecnología gubernamental, así mismo, porque permite comprender las distintas formas de subjetividad puestas en circulación sin oponer dicotómicamente lo micro y lo macro, lo individual y lo estatal. Es decir, este concepto permite ingresar a los efectos del poder en la articulación del "gobierno del yo" y del "gobiernos de los otros", de “las tecnologías del yo” y del “gobierno político”. (Lemke 2007). En ese sentido, se tomará en cuenta, además, la herramienta metodológica que Lemcke en su lectura de Foucault ha denominado analítica de gobierno ya que permite combinar:

La "microfísica del poder" (véase Foucault, 1977), que permaneció centrada en cuestiones de disciplina y normalización, con la cuestión macropolítica del Estado (Lemke, 1997). Este enfoque investiga cómo las relaciones de poder históricamente se han concentrado en la forma del estado sin ser reducibles a él.(Lemke 2007, 17; mi traducción)

Así mismo, esta analítica permite ingresar hacia lo que Lemcke señala como la lógica estratégica de la estatalidad. Se intenta superar con ello, la visión por la cual se separa el dominio privado (familia, escuela, etc.) de las intervenciones estatales¹⁷

¹⁵ “Para Foucault hay dos tipos de *prácticas*: las *epistémicas* (discursivas) y los *dispositivos* materiales que integran a esas prácticas del saber discursivo con las actividades no-discursivas”. (Braunstein 2011, 70)

¹⁶ Nace en occidente diferenciándose del modelo de soberanía jurídico-política (XVI-XVIII)

¹⁷ Lemke, tomando como referencia a Jessop, señalará que el estado es un instrumento y un sitio de acción estratégica. En primer lugar en tanto “que opera como una división interna que proporciona recursos de poder” (2007, 11). En segundo lugar por su "selectividad estratégica [mi

Ahora bien, esta línea que avanza en la concepción del Estado hacia lo que podría decirse una voluntad de dominación social, en tanto desde y a través de dicha plataforma se movilizan y despliegan formas de subjetividad concretas, será contrastada con el análisis del Estado que Maiguashca presenta para este periodo en Ecuador. Este autor realiza un interesante análisis que aborda la presencia del Estado en el proceso de integración nacional en el país, entre 1830 y 1895. Para ello distingue entre el estado como factor de dominación social y como aparataje burocrático- institucional. A partir de esta diferenciación, presenta como hipótesis lo siguiente: la presencia del Estado, en términos de integración nacional en el país, se dejó sentir más como maquinaria institucional.(1994)

En el marco del corpus teórico propuesto por Tarrow, Maiguashca describe tres movimientos simultáneos de la presencia del *Estado como institución* en su avance sobre una periferia territorial y social: a) la penetración político-administrativa referente al despliegue institucional de la autoridad del estado en el control político, militar y administrativo del territorio. Así, alrededor del debate unitaristas-federalistas, se aborda las formas de institucionalización del poder de estatal y del debate centralistas-descentralistas, la disposición de aparatos administrativos hacia la racionalización de recursos sociales, b) la homogenización normativa como expresión de las iniciativas estatales por forjar identidad colectiva. Este punto es abordado a partir de las interpretaciones trazadas por los distintos gobiernos sobre la idea de república como utopía y c) la incorporación social que da cuenta del agenciamiento del Estado en la ampliación de la comunidad política y que es explicado a partir de las reestructuraciones del sistema electoral.

A su vez, la movilización de los factores anteriores es interpretada transversalmente en otro nivel. Nos referimos al avance del Estado, por un lado, alrededor del eje territorial; y, por otro, del eje social. Para Maiguashca el primero se correspondió con la integración nacional a nivel puramente espacial. Con ello se afectó a los poderes regionales y locales que, a diferencia del Estado, eran “sistemas locales de dominación social”(1994, 359). El segundo, tuvo que ver con la movilización social provocada por el avance de las clases subalternas desplegado, así mismo, por el proceso de incorporación social. En efecto, la conflictividad que provocó la crisis de 1859 en el

traducción]" en tanto que un cierto tipo de estado calza mejor “para la búsqueda de algunos tipos de estrategias económicas y políticas que otros, debido a los modos de intervención y los recursos que caracterizan la estructura del estado [mi traducción]" (2007, 11).

país y que puso, entre otros aspectos, en juego la legitimidad del Estado, sucedió por el avance tanto del proceso de penetración como de homogenización del Estado en ambos ejes.

No obstante, en general, debido al escaso desarrollo económico del Ecuador, los conflictos relativos a la integración nacional en el país se dieron, sobretudo, en el nivel territorial, por tanto, los actores sociales con los que batalló el poder central (Estado como institución) no fueron clases sociales sino grupos de poderes regionales (Quito, Guayaquil, Cuenca) y locales (municipios). Precisamente, por la debilidad del erario fiscal que incidió en los problemas de penetración material del Estado, nos concentraremos en el proceso de homogenización normativa y de incorporación social; y, de igual manera, con el fin de ingresar a la especificidad del periodo garciano nos referiremos al concepto de modernidad católica propuesto por el mismo autor.

Organización de la tesis

Dado que nos situaremos geoméricamente en la física (enclave narrativo) para exponer un régimen de saber-poder, se partirá de la siguiente metáfora para explicar la organización expositiva del texto: al igual que Jano, dios romano del cambio, se retratará la física a partir de la constitución de dos rostros, que a pesar de mirar en direcciones opuestas, pertenecen a una misma cabeza. Esto con el objetivo de subrayar la conformación en un mismo proceso de relaciones diferenciadas pero imbricadas. Se hablará entonces de la física desde su dimensión jánica. Concretamente, por un lado, como productora de verdad; y, por otro, como producción de verdad.

En efecto, este trabajo estará conformado por dos partes. Una general que amerita hablar desde la universalidad de la física occidental. Esto por dos razones. La primera, porque queremos subrayar, dentro de un campo de visibilidad específico, su presencia *como productora de verdad en el entramado de un régimen de saber-poder*. Segundo, porque nos interesa rescatar el grado de autonomía que guarda la física como producción científica (esquema conceptual y diagramación disciplinaria) con independencia de la racionalidad política en la que se inscriba. No obstante, cabe recalcar que, lo que reseñemos de la física occidental deberá ser entendida, así mismo, de acuerdo a Canguilhem como una *ciencia producida situacionalmente*. Recordemos que la matriz filosófica –cultural que respalda, traduce y difunde la física como

referente científico y civilizatorio, en el marco del despliegue de las revoluciones industriales, es el positivismo.

Y otra particular que se enfoca en la especificidad de la física en el Ecuador durante el periodo garciano. En otras palabras, aquí nos interesa abordar la física *como producto de verdad en el entramado de un régimen de saber-poder*. En esta parte buscaremos profundizar la relación entre ciencia y religión; y entre ciencia y Estado. Por esta razón abriremos la discusión hacia el concepto de modernidad católica para exponer la traducción que se hace de la física dentro de una racionalidad política concreta en el país. Y, además, daremos paso al análisis de las subjetividades desplegadas por el Estado en dicha dinámica.

En otras palabras, la primera parte de este trabajo se centrará en la parte normativa de la física, es decir como producción teórica y disciplinaria; y por ello tendrá un abordaje más filosófico. Y la segunda parte se enfocará en las características particulares que adquirió la misma en el momento de su emergencia dentro de una racionalidad política concreta. No obstante, ambas deberán ser entendidas como partes imbricadas dentro de un régimen de saber –poder.

Entendida así la organización, en el primer capítulo, se abordará la revolución conceptual que estuvo detrás de las aplicaciones tecnológicas (locomotora a vapor, telégrafo, etc.) que aparecieron como referentes de las élites burocráticas del periodo en análisis y que fueron incorporadas para su enseñanza en las mallas curriculares de la Politécnica. Como habíamos señalado uno de los objetivos de esta investigación es delimitar la autonomía relativa de la física como producción científica por tanto, se abordará el esquema conceptual referido desde la teoría Khuniana de los paradigmas. En ese sentido, se expondrá el accionar del paradigma newtoniano como ciencia normal y lo que aquello implicó en términos de producción de verdad en un campo de visibilidad específico.

En el segundo capítulo, se expondrá bajo la misma línea, la autonomía relativa de la diagramación disciplinaria de la física a partir del modelo estándar de enseñanza de la misma durante el siglo XIX. Nos referimos a la naturalización de la relación entre trabajo experimental (gabinetes/laboratorios) y matemáticas. En ese nivel, expondremos como la física movilizó valores, en el terreno de la verdad, inscritos en el marco de la modernidad capitalista y como aquello se correspondió con el modelo de educación superior francés del que intento hacerse eco el proyecto garciano.

En el tercer capítulo se abordará a través del concepto de modernidad católica primero la física como producción de verdad dentro del corpus teológico de la comunidad jesuita encargada de impartir la enseñanza de las ciencias físico-naturales en lo que hemos denominado *producción moral de la física*. Y en segundo lugar, la producción político-nacional, de igual manera, de aquella dentro de la racionalidad política garciana.

Finalmente en el último capítulo, se explicará, de igual modo, en el marco del concepto de la modernidad católica, la disposición de las ciencias físico-naturales en el entramado de unas tecnologías de gobierno orientadas hacia la promoción de subjetividades concretas. Aquí se dará cuenta del relacionamiento de la física, el Estado y la comunidad jesuita en la modelación de conductas mediante prácticas disciplinarias efectivizadas por el poder pastoral de la comunidad jesuita.

Enfoque metodológico: La genealogía como anticiencia

Se asumirán los siguientes lineamientos propuestos en la genealogía: a) el análisis de las prácticas y b) la búsqueda de la singularidad en los acontecimientos.

La genealogía centra su atención en el análisis de las prácticas porque ellas, en términos simples, constituyen el marco de positividad de un decir-hacer específico. En efecto, bajo la dinámica de las prácticas se entretajan las formas y disposiciones de los sujetos y los objetos que habrán de sostener algo como verdadero. Dado que se trata de la generación simultánea y correlativa de “diversos modos de objetivación del sujeto”(Florence 1996, 7), las prácticas se constituyen en indicadores, así mismo, de los distintos modelos de ejercer el gobierno. Es decir, los modos en que se ensambla en los cuerpos subjetivados, producción de verdad y poder dentro de unas tecnologías de gobierno. La genealogía, por tanto, expone los cuerpos como portadores de historia (Foucault 1980). Por esta misma razón, no sitúa los universales antropológicos como causa o explicación a priori de un modo de ser del mundo, por el contrario, los expone como el resultado de las reglas siempre cambiantes de un régimen de decir-verdad. (1996). El objetivo, por tanto, es desentrañar la racionalidad de un conjunto de prácticas, extrayendo las reglas que las mantiene funcionando juntas.

En ese sentido, la genealogía des-ubica la verdad de su absolutismo referencial historizando su emergencia en el conjunto de las reglas que la produce. Por tanto, el origen de las cosas es una invención porque la verdad misma es un artificio (Foucault

1980). La posta del sentido histórico no busca entonces un origen homogéneo, cohesionado, verdadero e inmutable, por el contrario, atiende a los embates, desajustes y azares de los comienzos. En otras palabras, si bien la genealogía no busca la verdad, la interroga en lo que aquella puede tener de “efectos de poder”. Es decir analiza “la verdad sin apoyarse en la verdad” en tanto “la voluntad del saber se apoya en algo que no es verdad, en algo que es lo otro de sí misma: el poder.” (Foucault mencionado en Castro Gómez 2017). De hecho, si la genealogía interroga la verdad es porque tampoco le interesa producirla. Es en ese sentido que la genealogía es una anticiencia. No porque represente un avance contra la estructura metodológica y conceptual de las ciencias sino por la forma en que aborda el problema de la verdad.

Segundo lineamiento, la genealogía atenta contra el supuesto de la unidad del sujeto y de la continuidad narrativa trazada sobre los acontecimientos. La mirada metodológica que construye la genealogía y que habrá de encarnarse en el investigador deber ser, entonces, disociativa frente a los sujetos y ha de hacer emerger frente al acontecimiento lo que este pueda tener de singular¹⁸. En síntesis, la procedencia (cuerpos con historia) y la emergencia (singularidad de los acontecimientos) integran para este autor el objeto de la genealogía. “Mientras [...] la procedencia designa la cualidad de un instinto, su grado o su debilidad, y la marca que éste deja en un cuerpo, la emergencia designa un lugar de enfrentamiento” (Foucault 1980, 16). En otras palabras, la emergencia está atravesada por un “campo de fuerzas” cuyo ritmo habrá de estar, además, marcado por el azar dirigido de la lucha (dirigido en tanto expresa una voluntad de saber-poder).¹⁹

Ahora bien, ¿cómo capturar, concretamente, la singularidad dentro de un entramado de relaciones múltiples y heterogéneas? M. Serres hablará de la ciencia en términos de redes y bifurcaciones. La historia de las ciencias, en ese sentido, ha de tejerse como un mapa sobre una:

[...] red múltiple y compleja de caminos encabalgados y entrecruzados en nudos, cúspides o encrucijadas, intercambiadores en los que se bifurcan una o varias vías. Una multiplicidad de tiempos diferentes, de disciplinas diversas, de ideas de la ciencia, de grupos, de instituciones, de capitales, de hombres en acuerdo o en conflicto, de

¹⁸ Como se ve Foucault incorpora la noción de singularidad propuesta por Canguilhem como parte constitutiva de su programa metodológico.

¹⁹ Aquello implicará, siguiendo a Foucault, trazar unas coordenadas según las disputas, las alianzas, las estratégicas de (auto) supervivencia, etc. en el entramado de un juego de fuerzas. Para ello habrá de considerarse que la emergencia es “[...] un no lugar, una pura distancia [...]. Nadie es pues responsable de una emergencia, nadie puede vanagloriarse; ésta se produce siempre en el intersticio” (Foucault 1980, 16).

máquinas y objetos, de previsiones y de azares imprevistos compone un tejido fluctuante que representa de manera fiel la historia múltiple de las ciencias.(1998, 13)

Trazar el mapa implicará asumir dos cosas: por un lado, la constante movilidad de la red (ampliación, mejoras, cortes, desvíos, etc.) y por otro, reconocer lo que permanece, es decir los lugares de convergencia y bifurcación donde se plantean los problemas y se toman decisiones(Serres 1998). Bajo esa perspectiva y dado que, como ya se ha explicado, la tarea acá es extraer el “orden de un relacionamiento particular y estratégico de fuerzas”(Castro Gómez 2017), se ha seleccionado como bifurcación el poder y como fuerzas actuantes en esa bifurcación en tanto representaron lugares de toma de decisiones frente al problema de la gobernabilidad: a) el Estado quien, para el periodo, institucionalizó la enseñanza de las ciencias físico-naturales en el país y b) la comunidad jesuita encargada de impartirlas.

Se ha establecido lo anterior con el fin de que se entienda, a su vez, cada fuerza desde la autonomía relativa que guarda cada una. No con respecto al poder local sino con respecto al tiempo. En efecto, cada una incorpora distintas temporalidades en función de las diferentes condensaciones históricas que las constituyen. La consideración de dicha policronía es importante en la medida que permite leer, precisamente, los matices rítmicos de una historia, en términos de Foucault, sincopada(1980).

En cuanto a las fuentes consultadas revisamos publicaciones académicas, boletines y notas científicas, informes y programas universitarios e informes ministeriales de la siguiente manera: del Fondo Ecuatoriano Antiguo de la Biblioteca Aurelio Espinosa Pólit, se indagó en los programas de las materias a dictarse en la EPN establecidos por la institución entre 1861-1876, se revisó los boletines publicados por el OAQ entre 1877 y 1882, el informe del instuto de ciencias de la Universidad Central de 1885, las producciones académicas de los padres jesuitas, en particular las publicaciones del P. J. Menten, y las notas científicas del periodo el Nacional entre 1870 y 1875.

Del Archivo Histórico de la Universidad Central de Ecuador, se revisó la Revista Anales publicada por la universidad entre 1883 y 1889, a través de la cual se indagó en las publicaciones académicas de los alumnos de la politécnica.

Finalmente del apartado: Análisis Legal: Mensajes, informes y Memorias a la Nación desde 1830 de la Asamblea Nacional Constituyente, se revisaron los informes ministeriales emitidos entre 1860 y 1877.

Capítulo primero

El siglo de las perturbaciones

Hay profecías que se cumplen solo porque se
tiene el deseo de que se cumplan
(Khun 2013)

El aparato cognoscitivo de la física que circuló por el país se correspondió con *los contenidos fundacionales* de aquella en su constitución institucional como disciplina moderna del saber en occidente. Resaltamos esta constitución, cristalizada durante la primera mitad del siglo XIX, en tanto nos interesa la transformación conceptual que subyace en dicho proceso. Nos referimos, a las trayectorias por las cuales transitó la física decimonónica y que habrían de abrir el camino hacia un paradigma distinto al newtoniano.

Dado que por un lado, el periodo analizado para la física es una etapa bisagra entre dos paradigmas y que por otro, nos interesa la traducción de aquella en la enseñanza del país intentaremos describir el cruce de “dos temporalidades” en juego. Por un lado, las revoluciones conceptuales desatadas durante la investigación científica global con respecto al desplazamiento señalado y por otro, paralelamente, el funcionamiento sintomático del paradigma newtoniano como ciencia normal en la enseñanza del país en contraste, así mismo, con unas relaciones de poder concretas.

1. Entre Newton y lo imponderable

En la *Estructura de las revoluciones científicas* (1962), Khun define el concepto de paradigma a través de dos dimensiones. En sentido sociológico, explicará este concepto como el conjunto de creencias, valores y técnicas que marcan un horizonte de sentido y compromiso común para una comunidad científica. Es decir, las comunidades científicas operan enhebrando un sentido globalmente compartido²⁰. Es decir, abren un marco de visibilidad a partir del cual se establece que es permitido pensar en las

²⁰ Los territorios locales importan por las particularidades que aportan sus sociedades. Por ejemplo, las tecnologías de poder que se despliegan para homogeneizar la diversidad, modelar la *psique* colectiva y combatir la conflictividad que las constituye. Es decir, el análisis de la ciencia se torna interesante en función de sus distintas traducciones locales.

instituciones del saber del mundo. Las instituciones de enseñanza, en ese sentido, actúan como espacios de socialización y por tanto de interiorización y replicabilidad de ese lenguaje compartido.

Con el objetivo de clarificar y detallar la definición de paradigma, en el texto *Tensión esencial* (1972), Khun usa el término matriz disciplinar para dar cuenta del paradigma como una matriz compuesta de generalizaciones simbólicas, valores, ejemplares, etc. que definen una práctica común en el marco de una disciplina concreta. Dentro de estos elementos, los ejemplares a diferencia del resto de componentes son los que mejor “suministran a la comunidad la estructura fina de la ciencia”.(2013, 364)

Los ejemplares constituyen, en efecto, para Khun la dimensión filosófica del concepto paradigma. Este será nuestro punto de partida en tanto permite comprender, por un lado, las reestructuraciones conceptuales como parte del consenso previamente necesario a toda revolución científica. Y por otro, la forma en que se institucionalizan los conceptos dentro de una comunidad a través de la educación, es decir nos introduce a la dinámica que naturaliza un marco de referencia teórico común.

Para hablar de los ejemplares Khun relaciona tres conceptos claves: percepción, relación de semejanza, y estímulos. Al funcionar en el nivel de la percepción, los ejemplares, operan primitivamente, educando la mirada del grupo. Efectivamente, la percepción no es una **acción en el vacío**, percibimos buscando lo que hay de común en las situaciones que se presentan a partir de experiencias previas acumuladas²¹. Así, se incorpora, de forma tácita y previa al establecimiento de reglas o leyes, gracias a la relación de semejanza que se establece con otros problemas resueltos con anterioridad exitosamente por una comunidad, el conocimiento de cómo debería comportarse la naturaleza. Hablamos, entonces, de mecanismos perceptivos adecuadamente programados por analogía.

De ahí que, los datos con los que trabaja el científico y que son expuestos como la unidad objetiva y mínima de *lo que es dado* en la experiencia²², sean en realidad representaciones *socialmente filtradas* sobre la naturaleza. Es decir, son respuestas compartidas y aprendidas previamente a partir de un paradigma específico. En otras

²¹Lo que ve una persona depende tanto de a que mira como también de que le ha enseñado a ver su experiencia visual y conceptual previa. (Khun 2013, 359)

²² Las operaciones y mediciones que realiza un científico en el laboratorio no son lo dado de la experiencia, sino más bien “lo recogido con dificultad” [...] La ciencia no se ocupa de todas las posibles manipulaciones de laboratorio” (Khun 2013, 277).

palabras, “los científicos nunca aprende conceptos, leyes, teorías por sí mismos en abstracto. Estas herramientas se encuentran desde el principio en una unidad histórica y pedagógicamente previa que las muestra en y a través de sus aplicaciones”. (Kuhn 2013, 166). Por tanto, durante el procesamiento o interpretación de datos, el científico sabe de antemano que instrumentos habrán de utilizarse para extraer datos de la naturaleza y que conceptos servirán para interpretarlos.

En efecto, por el contrario, *Lo estrictamente dado*, según Kuhn, pertenecería al terreno de los estímulos que son los que entran en contacto directo con nuestro organismo. Sin embargo, “no existe un acceso directo a que es lo que conocemos, ni tenemos reglas o generalizaciones con las cuales expresar [...] conocimiento” en ese nivel (Kuhn 2013, 367). En ese sentido, el camino que va del estímulo a las sensaciones y que es el que ha tenido que pasar por filtros previos es el esquema perceptivo del que habla Kuhn. De forma que, solo se puede interpretar sensaciones y estas se aprenden. Así, “[...] tratamos de interpretar sensaciones ya disponibles, tratamos de analizar lo que para nosotros ya está dado”. (2013, 376)

Bajo esta perspectiva, dado que pueden existir distintas percepciones para los mismos estímulos, lo que se pretende tratar aquí es la forma en que una comunidad aprende a ver lo mismo, inclusive, cuando se le presentan estímulos nuevos. En síntesis, si los ejemplares importan es porque logran establecer una relación básica de cohesión/unión primitiva dentro de la comunidad. Por esta misma razón, los mecanismos de percepción puestos en circulación tampoco pueden ser leídos como una **acción lanzada al vacío**. La incorporación de un marco de percepción actúa como mecanismo de socialización y replicabilidad de *referentes* para quienes formarán parte de una comunidad.

Así, un marco perceptivo al tiempo que es sostenido, sostiene un sistema de creencias. Esto no quiere decir que el contenido y la forma de las creencias se mantengan invariables. Por el contrario, lo que permanece constante es, más bien, la naturaleza de la relación entre un sistema de creencias y otro; relación que podría describirse como una operación en bucle. Nos referimos a la dinámica cíclica que va de la creencia a la tensión (sujeción-revolución) y regresa a la creencia.

Sujeción en tanto la fundación de un paradigma implica la génesis de un rango de expectativas que con el tiempo petrifica el campo de visibilidad tornando estéril la re conceptualización. Y de tensión en tanto la persistencia irresoluble de problemas dentro

del paradigma produce un desajuste inevitable con dicho rango²³. En síntesis, se trata de un juego de ajuste y desajuste con un conjunto de expectativas²⁴.

Bajo esta perspectiva, de la misma manera, en un nivel primitivo, una revolución científica pasará necesariamente por la gestación de nuevas relaciones de semejanza. Mismas que tendrán lugar en el desajuste producido entre el comportamiento de la naturaleza y el sistema de creencias establecido por la comunidad científica donde se ha enmarcado ese comportamiento gracias, a su vez, al desarrollo técnico y conceptual producido, en parte, en ella misma. Así, la transformación desatada por la transgresión a un conjunto de expectativas, esta necesariamente acompañada por una reestructuración conceptual en la comunidad dado que el objetivo es volver predecible, una vez, más el comportamiento de la naturaleza dentro de un nuevo conjunto de expectativas.

Ahora bien, el siglo XIX podría identificarse para la física, dentro del esquema en bucle expuesto, como un periodo de transición hacia el paradigma relativista pero al mismo tiempo de “sujeción” (tensión) dentro del paradigma newtoniano. El mapa de ruta que se seguirá para describir la tensión en mención girará en torno a lo que se denominó durante el siglo XVIII como los imponderables; a saber: el calor, el magnetismo, la electricidad y la luz. (Heilbron 1993)

La ley de la gravitación universal había actuado como horizonte de comprensión de un mundo físico ponderable y mecánico desde aproximadamente el siglo XVIII. El peso, por ejemplo, se definió a partir de la relación entre la gravedad y la masa de los cuerpos. De ahí que, los agentes que no encajaron con las relaciones de semejanza desplegadas de dicha característica fueron denominados imponderables. Este *nuevo* carácter comportamental de la naturaleza, precisamente, residió en la incapacidad de detectar y cuantificar la masa de estos. Por ejemplo, ¿Cómo “pesar” la luz?

Para volver inteligibles a los imponderables se desplegaron dos trayectorias analíticas, inicialmente, separadas (incluso contrapuestas) que habrían de imbricarse después por efectos de la hegemonía newtoniana. Por un lado, la mecánica newtoniana *propriamente dicha* que intentó dar cuenta de aquellos como fluidos que se emiten y transportan de un cuerpo a otro a través de una fuerza atractiva ejercida a distancia

²³ En él se definen los problemas que exigen todavía atención. De ser resueltos, ampliarán la precisión del paradigma (es decir los problemas actuarán como rompecabezas), caso contrario, cuando aparece una anomalía irresoluble, abren paso a uno nuevo. (Khun 2013)

²⁴[...] la naturaleza ha violado de algún modo las expectativas inducidas por el paradigma que gobierna la ciencia normal. Prosigue luego con una exploración más o menos amplia del área de la anomalía y se cierra solo cuando la teoría paradigmática se ha ajustado para que lo anómalo se vuelva algo esperado.(Khun 2013, 174)

como la gravedad (Vaccaro 2014). Y por otro, las teorías de las vibraciones ondulatorias que convivieron con el paradigma newtoniano y que dieron cuenta de los imponderables en función del movimiento vibratorio de las moléculas de los cuerpos. El concepto de éter surge, precisamente, con el objetivo de materializar la sustancia que permitiría dicha transmisión. Así, se asignó al éter la capacidad de irradiar luz, calor, electricidad y magnetismo (Ganot 1873).

A pesar de que cada imponderable mantuvo un desarrollo particular, se puede establecer la primera mitad del siglo XIX como el período común donde se condensa las transformaciones que permitieron la cuantificación, matematización, teorización, unificación e instrumentalización técnica de los mismos (Silliman 1974).

Ahora bien, debido a la condensación histórica del sistema perceptivo el paso de un paradigma a otro no es un proceso mecánico. Pasar de paradigma implica un sisma en la percepción y esto no sucede hasta que aparezca una teoría capaz de cambiar las relaciones de semejanza del paradigma anterior, es decir hasta que no se disponga de una reestructuración conceptual y técnica que transmute la mirada de la comunidad y, por tanto, el grupo aprenda a ver algo dónde antes no veía nada. (Khun 1996)

En la enseñanza, la transición no sólo que no es mecánica sino que es mucho más compleja de distinguir debido a las distintas temporalidades que entran en juego: por un lado, el de la producción de conocimiento científico global y por otro, la etapa de su difusión, es decir, el de su traducción en una esfera social local. Dado que, a su vez, la educación está orientada hacia la reproducción de un orden social, la traducción que se hace desde esta plataforma estará mediada por una temporalidad distinta al desarrollo de la producción conceptual de la ciencia. En concreto, nos referimos a una temporalidad que se mueve en correspondencia a la urgencia de unas relaciones de poder concretas enmarcadas, a su vez, en un determinado esquema civilizatorio.

Para el caso en cuestión, la incorporación del estudio de los imponderables en la enseñanza a nivel del país se correspondió con el interés del proyecto político garciano por la replicabilidad técnica que portaban los mismos. En los gabinetes/laboratorios de física se trabajó entonces con generadores eléctricos, telégrafos, esquemas de máquinas de vapor, etc. De forma que, se enseñó lo que se consideraba útil para la reproducción del orden social productivo mentado en el periodo garciano, y que tuvo que ver con la incorporación del país a la modernidad capitalista; característica que se ahondará a lo largo de esta investigación. Por ahora, lo importante es subrayar la disonancia entre dicha incorporación y el ritmo interno conceptual de la ciencia. Por tanto, aclaramos, no

es lo mismo hablar de la producción/investigación científica, de la aplicabilidad técnica de dicha producción y de la reproducción en la enseñanza de valores, prácticas y paradigmas científicas. Cada una de estas dimensiones tiene su propia *temporalidad*.

Así, se enseñan los nuevos descubrimientos desplegados en el estudio de los imponderables sin un paralela trasmutación de paradigmas. Aquello en tanto la estructura conceptual que habría de estar en génesis en los imponderables y que condensará el camino hacia la relatividad aparece todavía nublado, todavía incierto. En síntesis, se incorpora nuevos descubrimientos, portadores de nuevos estímulos, no obstante, encasillados como *lo de siempre*, es decir como si su matriz conceptual no guardara ninguna distancia, ninguna incongruencia con la matriz conceptual newtoniana. Es decir, se mira lo mismo frente a estímulos nuevos en tanto la misma comunidad científica está imposibilitada de mirar otra cosa.

En ese sentido, la exposición conceptual que se hará deberá ser leída tomando en consideración estos dos niveles de (re) producción con distintas trayectorias temporales. En efecto, no ha de pasarse por alto que la reproducción social es pluritemporal o si se quiere pluricrónica. Así, con el objetivo de captar la heterogeneidad temporal señalada, nos detendremos en los conceptos claves de cada imponderable.²⁵

1.1. Camino hacia la perturbación: el electromagnetismo²⁶

A partir de las experimentaciones de Ostered con la pila de Volta (primera fuente de almacenamiento continuo de electricidad)²⁷, entre 1800 y 1830, se sentaron las bases técnicas y conceptuales que explicaron la interdependencia entre electricidad y magnetismo hasta entonces disociadas. Es decir abrieron el camino hacia la electricidad dinámica, es decir, hacia la capacidad de generar de movimiento²⁸. (Béjar 2013)

²⁵ Aclaremos, el desajuste conceptual con el paradigma newtoniano solo podía darse en los lugares donde la ciencia había tenido la posibilidad material de abrir un campo investigativo. Para el caso local es clara la posición de Ecuador como periferia. Lo que se quiere subrayar, no obstante, es que dicha posición no fue el resultado de una suerte de atraso en los contenidos impartidos en las instituciones de enseñanza. Al contrario, esta posición se debe más bien al lugar que Ecuador toma en el campo científico global. Ecuador no investiga a nivel teórico. Solo reproduce debido, a su vez, a su posición económica política dentro del modo de producción capitalista.

²⁶ Ver anexo 1

²⁷ Experimentación imposible sin el trabajo cuantitativo de científicos como Coulomb, Gauss, Poisson así como de definiciones cualitativas previas como: atracción, repulsión, conducción, etc. (Khun 1996).

²⁸ Entre los instrumentos que trae estas transformaciones constan el galvanómetro encargado de medir la intensidad de la corriente eléctrica a partir de dos imanes fijos, o el electroimán (alambre en forma de rosca que se magnetiza al hacerse pasar por él corriente eléctrica generando movimiento) y que

De esta transformación, inducción electromagnética²⁹, y campo son los conceptos en los que nos centraremos. Mediante el primero se describió el proceso por el cual se podía producir movimiento *electromotriz*. Aquello, por tanto, dio paso al despliegue tecno científico del electromagnetismo. Si nos permitimos una abstracción, aquel en su vinculación con el concepto de energía estuvo en la base de la renta tecnológica capitalista de los estados y en la revolución del mundo cultural del siglo XIX y XX (telégrafo, máquinas eléctricas, etc.). Efectivamente, a través del concepto de inducción electromagnética se sostuvo la siguiente premisa: no solo se podía relacionar unas fuerzas con otras como en el sistema newtoniano sino, sobre todo, producirlas y reproducirlas, a discreción humana, para producir trabajo.(Vaccaro 2014)

Entre los aparatos que conformaron el campo de operación de este concepto estuvo el carrete de Ruhmkorff, primer generador eléctrico capaz de convertir energía mecánica en eléctrica a través de la producción continua de energía de alto voltaje.



Figura1. Carrete de Ruhmkorff, siglo XIX. Fotografía del archivo del museo de la Universidad Central del Ecuador (2019a)

Con aparatos como ese se impartieron clases en los gabinetes de física de la EPN y posteriormente de la UCE. En efecto, las élites gobernantes miraron el despliegue tecnocientífico del electromagnetismo como referente de progreso. Aquello se expresó no solo en la enseñanza sino también en obras públicas concretas.

Durante, el segundo periodo presidencial garciano, el congreso nacional decreta que se incorpore el servicio telegráfico en el país (1871). Se concede a All America Cable la instalación en Salinas de un tramo del cable submarino que aquella había establecido por toda la costa del Pacífico y que atravesaba países como Panamá, Colombia, Perú y Chile. Así mismo, para 1873 se inicia la instalación de cable

se constituyó en la unidad clave en el funcionamiento de varios aparatos eléctricos como el telégrafo de morse o el carrete de Ruhmkorff, etc.

²⁹ Definido durante la primera mitad del siglo XIX en encadenamiento con el concepto de campo, tejido así mismo gracias a los aportes decisivos de Faraday.

telegráfico en la misma dirección de las líneas del ferrocarril, otro gran proyecto del periodo, con el fin de dar pasó al interior del país de redes comunicacionales. Así por el tramo del ferrocarril que va de Yaguachi a Milagros y a Barragatena empezó a funcionar el telégrafo, recorriendo inicialmente una extensión de 44.6 km. (Gomezjurado 2014)

Ahora bien y por eso es importante Khun, frente a la clara urgencia del poder local en la incorporación del khow how de la física decimonónica, es necesario señalar la autonomía relativa temporal de la ciencia que se expresa a través de la asimilación del concepto de campo. Este concepto mostró con claridad la distancia, al redefinir el concepto de fuerza, que se abría con respecto al paradigma newtoniano. Para Faraday, el fenómeno básico no era la atracción o repulsión entre corrientes eléctricas como sostenía Ampere, seguidor de Newton, sino la tendencia de un polo magnético a girar alrededor de un cable con corriente y viceversa describiendo líneas de fuerza circulares (rotaciones electromagnéticas) (Vacarro 2013). Es decir, se empezó a abordar la fuerza ya no como la resultante de una fuerza atractiva ejercida a distancia (gravedad), posición sostenía por la óptica newtoniana, sino como una deformación que se expande en un área específica.

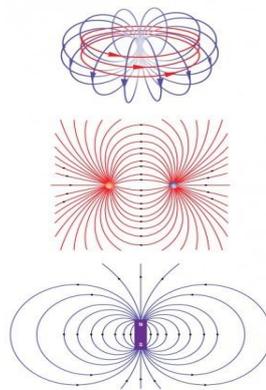


Figura 2. Campo Electromagnético. Elaborado por Smeltzer (2013; tomado de Tendencias 2020).

Para la época si bien se reconoce en la enseñanza local la relación imbricada entre electricidad y magnetismo, apreciable tanto en el cuadro de contenidos de la materias de física de la EPN como en los instrumentos con los que se práctica en los gabinetes que ya se han hecho mención, no aparece con claridad el concepto de campo y menos aún se crítica la definición newtoniana de fuerza. Así, hasta finales del siglo XIX, en lo local, el concepto no transmuta. Así, en el texto: “Estudio acerca de las

aguas” escrito por los ingenieros civiles y expolitécnicos Lino María Flor y Alejandrino Velasco (padre del expresidente J. María Velasco Ibarra), se expone una clasificación de los tipos de fuerza sin alterar el concepto newtoniano de acción a distancia, es decir la fuerza no deja de ser una interacción entre cuerpos ya sea que se la describa como capaz de generar movimiento o de detenerlo:

Las fuerzas pueden ser de dos clases : unas como la atracción universal, las fuerzas moleculares, siendo de estas la fuerza química que une los átomos para formar las moléculas, la fuerza muscular de los animales, el choque de los cuerpos, la elasticidad, la inercia y las vibraciones del éter, causa que, a nuestro modo de ver, se traduce en el lumínico, el calórico y la electricidad, pueden producir e impedir un movimiento, y así se llaman potencias o fuerzas dinámicas ; otras, como la impenetrabilidad de la materia, la resistencia del medio en que se mueven los cuerpos, el roce y la rigidez de las cuerdas y correas solo pueden impedir el movimiento, por lo cual, con toda propiedad, se denominan resistencias o fuerzas estáticas. (1889, 390)

Esta asimetría entre la temporalidad del poder y la de la ciencia tal vez sea uno de los factores que dan origen a los obstáculos epistemológicos en la enseñanza señalados por Bachelard. Los estudiantes manejan instrumentos técnicos que portan diferentes estímulos pero son abordados desde la estructura conceptual disponible, es decir bajo el mismo esquema de percepción. En esa medida, dado que tanto estudiantes como profesores están incapacitados para mirar distinto, reafirmarán el paradigma conocido (newtoniano). Es así que se incorpora, inclusive, los nuevos descubrimientos que portaban los imponderables como base argumentativa para reafirmar la validez del paradigma newtoniano. Como señala Khun, mientras no surja una nueva teoría, no se abandona la anterior. De esto se dará cuenta a través del siguiente imponderable: la luz. También se dará más espacio a la dimensión sociológica del concepto de paradigma.

1.2. Astrofísica: las ondulaciones de la luz³⁰

El análisis sobre la luz fue uno de los primeros trayectos en marcar rupturas con la mecánica newtoniana. En el siglo XVII, Huyghes (1660) propuso la interpretación de la luz como onda. No obstante, permaneció invisibilizada debido a la primacía del paradigma newtoniano, partidario de la teoría corpuscular de la luz. En efecto, la teoría de Huyghes no calara en la teoría óptica sino un siglo después con los trabajos de Young y Fresnel durante la primera mitad del siglo XIX. En 1801 Young a través del experimento de la doble rendija expone uno de los conceptos que comprobaron la

³⁰ Ver anexo 2

naturaleza ondulatoria de la luz: la difracción³¹. Concepto que será matematizado y presentado en 1818 por Fresnel en la Academia de Ciencias de Francia. (Silliman 1974).

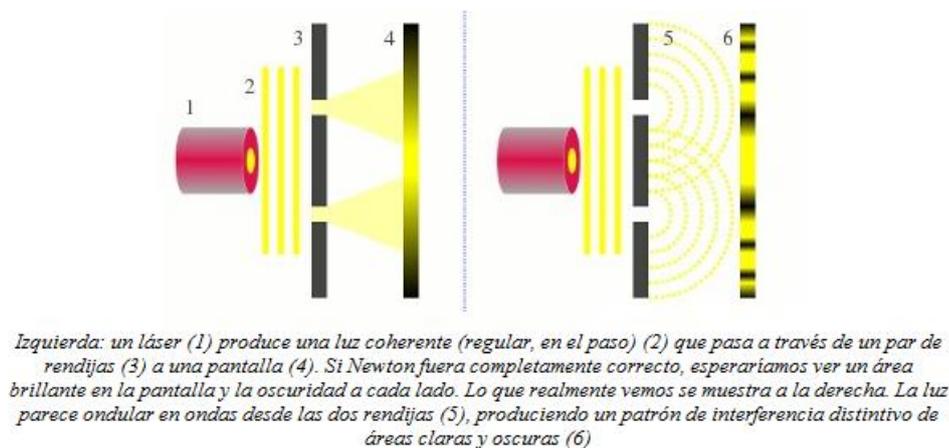


Figura 3. Experimento de la doble rendija de Young. Imagen tomada de 100cia (s/f)

Por otro lado, será aprox. a finales del siglo XIX que se aceptará el amalgamamiento de la luz con el electromagnetismo, es decir que será interpretada como onda electromagnética. En efecto, la convergencia y entrelazamiento de estos dos imponderables si bien fue predicha teóricamente por Maxwell en 1865, al deducir la equivalencia entre la velocidad del campo electromagnético y la velocidad de la luz³², fue comprobada experimentalmente 23 años después (Beléndez 2008). Esta interpretación de nuevo, nos aterriza en el despliegue tecno científico de los imponderables. Gracias a ella se introdujo en la vida cotidiana, artefactos que funcionan a partir de ondas electromagnéticas, es decir que pueden prescindir de cables, como el telégrafo de Marconi, la radio, el teléfono, el internet, etc.

Para el periodo analizado, ahora bien, se puede hablar con mayor precisión de la asimilación de la luz como onda que como onda electromagnética, por tanto, se expondrá brevemente el descubrimiento que habría de expresar el avance de la

³¹ La difracción junto con la reflexión, la refracción y la polarización son el resultado de las interacciones de la luz con la materia. La difracción expone la propiedad que tiene la luz al interactuar con un cuerpo que interfiere en su propagación. Cuando esto sucede la propagación de la luz atraviesa los cuerpos formando ondas. El experimento de Thomas Young clarificó esta propiedad: Este ubicó dos rendijas separadas formando paralelas. En el centro de la primera hizo dos agujeros hacia los cuales se proyectaría la luz. Lo que sucedió fue que la luz se “desdoblaba” para atravesar por los dos agujeros proyectando en la segunda rendida, sin ninguna abertura, no dos líneas de puntos paralelas sino varias líneas de puntos paralelas. Y esa diagramación, en efecto, sólo es posible con ondas. (Beléndez 2008)

³² Las famosas ecuaciones de Maxwell permitieron calcular la forma y la velocidad de la propagación de la luz, a partir de las propiedades del campo propuestas por Faraday (Beléndez 2008).

tecnociencia en el campo de la astronomía sobre el presupuesto de la luz como onda: la espectroscopia³³; y que dio lugar al nacimiento de la astrofísica³⁴ (González 2017)

Nos detendremos en la espectroscopia por su constancia en el currículo de la EPN, así como, por la importancia que se otorga en los boletines del OAQ, pero sobre todo, porque es un buen ejemplo de la intervención del paradigma como ciencia normal. En efecto, en los boletines se funcionalizó la espectroscopia para demostrar la hipótesis laplaciana del origen del sistema solar³⁵. Laplace materializó en lenguaje analítico, precisamente, la hipótesis nebular de Kant (1724-1804) en base a la óptica newtoniana. En concreto, se dispuso de la espectroscopia para demostrar el principio de regularidad y dependencia del sistema solar como resultado de ley de la gravitación.

De acuerdo con esta hipótesis, el Sol y los planetas se formaron a partir de una nebulosa primitiva, en un estado original de gran temperatura, que habría de condensarse con el tiempo por la fuerza gravitatoria generada por su propia masa³⁶. Dicho esquema exigía demostrar que el sol y los planetas tenían un origen primitivo común así como la huella de una gran actividad y temperatura en el sol. Esta demostración fue posible gracias, en efecto, al análisis espectral del sol y los planetas mediante el cual se comprobó la existencia de gases comunes.

³³ La espectroscopia se definirá con más profundidad en el cap. 3. Por ahora, la describiremos sencillamente como una técnica que para la época describió las interacciones de la luz con los gases. Dicha interacción dibujaba espectros únicos para cada gas. Los espectros son el resultado de la descomposición de la luz blanca y pueden definirse como rangos compuestos por líneas de colores paralelas como un código de barras.

³⁴ En efecto, con respecto a la espectroscopia se señalará: “Pero lo que más debe sorprendernos es, que haya sido posible penetrar hasta la naturaleza íntima del sol y más estrellas, distinguiendo los cuerpos elementales de que se componen, y esto gracias a los grandes descubrimientos de la física. Hay pues una conexión íntima entre la Astronomía y la Física, y muchas cosas nos quedarían enteramente desconocidas sino fuera por los adelantos de la física, principalmente en la electricidad y la óptica”. (Menten 1877, 7)

³⁵ Expone dicha hipótesis en 1796 en el libro “Exposición del sistema del mundo”.

³⁶ A continuación se presenta una síntesis de la explicación presentada por los boletines del OAQ al respecto: Por la segunda ley de Kepler, los cuerpos en su gravitación hacia un centro deben recorrer en tiempos iguales superficies iguales. Debido a la condensación, el radio vector debió haber disminuido, provocando por la ley antes señalada, una aceleración de la rotación para lograr describir en el mismo tiempo superficies iguales; esto a su vez, produciría un aumento de la fuerza centrífuga y un incremento de materia en el Ecuador de la nube, formando una esfera (el sol primitivo). No obstante, conforme se incrementaba la velocidad de rotación, se generaba un desequilibrio entre la fuerza de atracción gravitacional y la fuerza centrífuga debido a la rotación de la materia. Al vencer la fuerza centrífuga, por tanto, se debía separar un anillo en la parte del Ecuador afectado a su vez por la constante condensación. Este anillo al estar todavía comunicado por el movimiento, habría de moverse alrededor del eje principal en dirección Oeste- Este. Después, por la continua acción de la gravedad y según la densidad de la materia presente en el anillo provocaría la formación de esferas (los planetas).

Ahora bien de forma más clara, con respecto al funcionamiento del paradigma newtoniano como ciencia normal a partir del análisis espectral, los siguientes párrafos son bastante decisivos:

[...] *ninguna contradicción se muestra en ella* [hipótesis de Laplace], *ni contiene contradicción alguna con las leyes físicas conocidas: cualidades bastante importantes para aceptarla con preferencia, aunque no hubieran datos positivos para apoyarla.* Pero de la posibilidad al hecho hay grande distancia. Solo datos evidentes pueden suministrar al sistema un verdadero valor y estos datos los encontramos ya en la misma exposición de Laplace ya en los descubrimientos científicos modernos [espectroscopia], los que sucesivamente han venido a comprobar la explicación indicada y colocarla casi al abrigo de toda duda. (Menten 1879a, 48; énfasis añadido)

Ese nosotros narrativo anónimo presente en los párrafos precedentes da cuenta del paradigma actuando como “abanico de creencias científicas admisibles” (Khun 2013, 106) a partir del cual una comunidad científica juzga la “validez” de una hipótesis y descarta otras frente a la resolución de un problema concreto en este caso: la explicación del origen del sistema solar³⁷.

En otras palabras, la ciencia normal actualiza constantemente el paradigma como promesa de éxito efectiva frente a la resolución de problemas. Para ello habrá de ampliarlo y precisarlo a través de la “red de compromisos conceptuales teóricos, instrumentales y metodológicos”(Khun 2013, 159) que ha adquirido y que circulan no solo gracias al aula y los departamentos de investigación sino a través de mecanismos de difusión científica (periódicos, boletines, etc.).

En definitiva, la ciencia normal se basa en los logros científicos (Newton) que una comunidad científica reconoce como el “fundamento de su práctica ulterior” (Khun 2013, 114). De aquí que, a nivel educacional, la ciencia normal opere como una habilidad a interiorizarse. Cuando un estudiante resuelve problemas ejemplares (aprehendidos en laboratorios, exámenes o libros), lo que desarrolla es la habilidad de ver una variedad de situaciones como semejantes las unas a las otras³⁸.

Así, mediante mecanismos de difusión como los boletines, se reafirma esa relación de semejanza como efectiva para la resolución de nuevos problemas. En ese sentido, por defecto, los periodos de revolución pueden ser caracterizados como una

³⁷ En el boletines N°3 publicado en febrero de 1879 se descartan, por ejemplo, otras hipótesis como las de Descartes, Leibniz y Buffon. En efecto, un paradigma marca un alejamiento con los modos rivales de práctica científica pero sin dejar de ser lo suficientemente abiertos como para dejar problemas por resolver. (Khun 1980)

³⁸ [...] el saber no se adquiere exclusivamente por medios verbales, sino que se produce a medida que se oyen las palabras al mismo tiempo que se reciben ejemplos concretos de cómo funcionan, cuando se usa; esto es, la naturaleza y las palabras se aprenden al mismo tiempo. (Kuhn 2013, 370)

modificación en la mirada colectiva. Es decir, la percepción se reeduca dando paso no solo a nuevas leyes sino y esto es lo importante a un nuevo sistema de prácticas.

No obstante, recalcamos de nuevo, esta acción no es pura. Junto con la enseñanza de los ejemplares, conviven en el laboratorio instrumentos que hablan de otra forma y desde otro lugar pero que dado que no hay conceptos nuevos para explicarlos (la enseñanza no espera los periodos de revolución científica), son aprehendidos dentro del mismo sistema perceptivo. La espectroscopia, se ha visto, es un claro ejemplo.

1.3. Interludio: el éter

Antes de ingresar al tratamiento del concepto de éter que hace la física, en su transición hacia el paradigma einsteniano, vale la pena realizar la siguiente aclaración: el éter no es un concepto científico. Es una conceptualización filosófica. Estuvo presente en las reflexiones presocráticas que lo consideraron el quinto elemento de la naturaleza después del fuego, el aire, la tierra y el agua. Así mismo, sostuvo la idea aristotélica por medio de la cual se argumentó que la naturaleza tenía “miedo al vacío”. Y en su vinculación con la física newtoniana, de hecho, puso en manifiesto la concepción religiosa del tiempo y del espacio. En efecto, para Newton la relación espacio-tiempo absoluto era manifestación de la omnipresencia e infinitud de Dios.

Ahora bien, con respecto al tema que nos concierne hacía falta que la revolución conceptual llegue a la explicación del cosmos para que el paradigma de Einstein entre en escena y aquello, como ya se ha visto no sucedió en el siglo XIX (Laplace). Para que ocurriese el “cataclismo”, existían conceptos claves que hacían falta transmutar (espacio-tiempo absolutos) y otros dirimir (éter).

Maxwell explicó, al igual que la caída de una piedra sobre un estanque, la producción de ondas electromagnéticas como resultado de la perturbación del campo electromagnético. Esta interpretación demandó la existencia de un medio material capaz de transportar las ondas de forma equivalente al agua del estanque o como lo hacía el aire con el sonido. A este medio material se denominó éter y se lo asoció con el espacio absoluto newtoniano. Concretamente, fue interpretado como un sistema inercial en reposo inmutable. (Torretti 1997)

No obstante, los intentos por detectar el éter experimentalmente, exponían algunas paradojas de la luz.³⁹ Si el éter era un sistema inercial en reposo inmutable, la velocidad de la luz tendría que variar. Y se comprobado lo contrario, en 1887, precisamente, mediante el experimento de Michelson y Morley. Por inferencia, si la velocidad de la luz era la que permanecía constante, habría que replantearse el concepto de espacio y tiempo absolutos. Einstein incorpora este cambio (relatividad general). Suprime el concepto de éter e introduce los conceptos de espacio y tiempo relativos⁴⁰. En efecto, espacio y tiempo varían, a diferencia de la propagación inmutable de la luz, en función del movimiento del observador. (Cox 2013)

El concepto de éter es decisivo, por tanto, para delimitar el paso en la transición al paradigma einsteniano. Sin embargo, hasta finales del XIX no se dirimía de él, así mismo, para el caso local:

La ciencia tiende a probar que todos estos agentes son nada más que movimientos sutilísimos de la materia [...] En esta bella teoría, que es nada menos que la de la unidad de las fuerzas físicas, se supone que el éter es un fluido sutilísimo, eminentemente elástico, que penetra por los más pequeños poros de los cuerpos, llenando también los espacios interplanetarios, y capaz de recibir las vibraciones de las moléculas de aquellos (a las que debe suponerse en constante estado de actividad), pudiendo a su vez transmitírselas a estos. (Troya 1885, 464)

En efecto, para que se lleve a cabo el sisma conceptual global, habría que replantearse también la mirada geométrica sobre el mundo físico. La geometría newtoniana era eucladiana, es decir plana. La teoría de la relatividad, al redefinir la gravedad como una deformación del espacio-tiempo, exigió una geometría que pudiese describir curvas. La confirmación experimental propuesta por Einstein en 1915 (relatividad general) de esta característica llegó con el eclipse solar de 1919 que habría de resolver una anomalía presente ya un siglo antes de que la historiografía de la ciencia ubicara al astrónomo francés Le Verrier como el autor de tal “descubrimiento” en 1849⁴¹.

³⁹ El problema fue cómo detectar el éter. Dado que se partió del supuesto del éter como sistema inercial, se dedujo que la luz emitida en el sentido de movimiento de la Tierra debía tener una velocidad menor respecto que a una emitida en sentido contrario. El detalle fue que la medición de la luz resultó ser siempre la misma. (Hacyan 1995)

⁴⁰ No puede existir un sistema inercial fijo en tanto es necesario que el imán se mueva para que genera a más del campo magnético, campos eléctricos transversales. (Hacyan 1995)

⁴¹ En el siglo XVIII, matemáticos como Lagrange, Euler o Laplace habían detectado ya dicha anomalía. (Khun 1996)

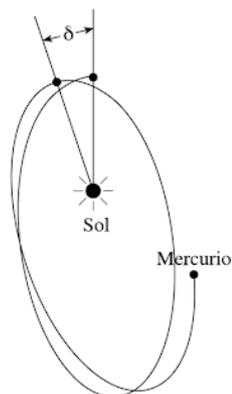


Figura 5. La precesión de mercurio. Imagen tomada de Recarens (2016)

Esta anomalía oculta expresó, en efecto, la perpetuidad del acuerdo por medio del cual la comunidad global sostenía como válida una determinada correspondencia entre teoría y naturaleza (concordancia razonable). Nos referimos a la anomalía en la órbita de Mercurio (desviación en la precesión de la órbita⁴²). Al confirmar que la masa del sol debido a su magnitud era la causa de la desviación de la órbita de mercurio al deformar el espacio-tiempo, se comprobó la teoría einsteniana. Para finalizar, la famosa ecuación de Einstein, en su versión simplificada $E: mc^2$, se completará con otro concepto crucial de la física decimonónica derivada del análisis del último imponderable: el calor.

1.4. Caballos de vapor: termodinámica⁴³

Los conceptos que nos interesan de este imponderable, son trabajo y energía. Sobre todo este último en tanto representó la síntesis desde la cual se leería todas las transformaciones que dieron “a luz” el electromagnetismo y la termodinámica. En ese sentido, habría de ser el concepto de energía y no el de éter quien termino unificando los imponderables.

Durante todo el siglo XVIII se construyen máquinas de vapor a lo largo de Europa. Los primeros intentos de racionalización se efectuaron con la intención de mejorar el rendimiento de las mismas. De hecho, aunque todavía no a nivel teórico, desde las descripciones hechas por el inventor inglés Savery en 1702 se empieza a

⁴² A más de los movimientos de rotación y translación de los planetas, las órbitas que describen aquellos *se desplazan* a lo largo de amplios periodos de tiempo *en forma de roseta como una boquilla de foco o un trompo*. Este desplazamiento del perihelio (distancia más cercana de un planeta al sol) es lo que se denomina como movimiento de precesión. (Cox 2013)

⁴³ Ver anexo 3

evaluar las máquinas en función del peso que podían elevar. Se extrajo así, de hecho, de la práctica ingenieril de más de un siglo el concepto de efecto mecánico o trabajo. (Khun1996)

Se podría señalar, por tanto, que la aplicación técnica del calor (máquinas de vapor) precedió su conceptualización teórica. Para 1824, Carnot, ingeniero francés, dio los primeros pasos. Sin embargo, siguió en pie la idea del calórico, mediante la cual se explicó el calor como un fluido transportable entre cuerpos entre la caldera a alta temperatura y el condensador a baja temperatura. La transformación sucede aprox. en 1845 cuando Joule logra cuantificar y matematizar la relación entre energía, trabajo y calor gracias al cálculo del equivalente mecánico del calor⁴⁴. En otras palabras, se empieza a conceptualizar el calor como expresión del movimiento vibracional de la materia capaz de producir trabajo (termodinámica).

La fiebre por mejorar el rendimiento de las máquinas desatado en el marco de las revoluciones industriales, a las que se sumó el desarrollo de los motores eléctricos producidos desde el electromagnetismo, sentó las bases cuantitativas y cualitativas, en la construcción conceptual de la conservación de la energía⁴⁵. Así mismo, tomó parte la injerencia del Naturphilosophie, en auge durante las primeras dos décadas del siglo XIX⁴⁶. Aquella se manifestó en científicos como Helmholtz, Liebig, Mayer, Mohr y habría de expresar la búsqueda de unidad en las manifestaciones de todos los fenómenos naturales. (Khun 1996)

Así, a través del concepto de energía, se tradujo las leyes generales de la dinámica al estudio de *los imponderables*. En efecto, la equivalencia de transformación entre fuerzas, desatada por el electromagnetismo, empieza a ser teorizada desde la termodinámica como *conversión de fuerzas*. (Béjar 2013, Khun 1996). La máquina de vapor transformaba la energía termodinámica del vapor en energía mecánica. Así mismo, en su conexión con la electricidad, los generadores eléctricos transforman la energía cinética de los sistemas termodinámicos en energía eléctrica y aquella, a su vez, en trabajo mecánico.

⁴⁴ No obstante, si volvemos a la lectura del texto de Ganot, para la época (1873), se considera esta aproximación como una teoría nueva y se la mantiene todavía como hipótesis.

⁴⁵ Así mismo, la mayoría de científicos que tiene éxito en dicha cuantificación, a excepción de Mayer y Helmholtz, provienen de profesiones ingenieriles o estaban trabajando directamente con máquinas. (Khun 1996)

⁴⁶ Las enseñanzas de Schelling que dominaron en las universidades alemanas, por ejemplo, sostenían la unidad de los imponderables como manifestación de una misma fuerza. Oersted dedujo la relación entre la electricidad y el magnetismo, coinciden algunos autores, en gran parte por la influencia de esta filosofía. (Khun 1996)

No obstante, hacía falta la detención del concepto de entropía, es decir del desgaste de calor en el sistema de las máquinas para dar otra estocada a la óptica newtoniana. Este concepto fue determinante en tanto dotó de dirección al tiempo. En otras palabras, se abrió el reconocimiento de un mundo compuesto por sistemas abiertos a partir de los cuales el tiempo adquiriría la cualidad de lo irreversible. Bajo la entropía, el mundo tendía inalterablemente al caos, al desorden.

En síntesis, en occidente para finales del XIX e inicios del XX se consolidan las dos principales leyes de la termodinámica que constituyen las dos caras de la misma moneda. Por un lado, la energía del mundo permanece constante: nada se crea, nada se destruye, solo se transforma. Pero por otro lado, así mismo, la tendencia de la energía hacia el desorden. Ahora bien, los gabinetes de física de la EPN contaron con réplicas de máquinas de vapor destinadas hacia la enseñanza. Además, se inauguró la instauración de la locomotora a vapor, hito del gobierno garciano. Sin embargo a nivel conceptual, de nuevo, dada la hegemonía del paradigma newtoniano no es posible la asimilación de los conceptos descritos.



Figura 6. (A la izquierda). Prototipo de máquina de vapor de Watt. Fotografía del Archivo del Museo de la Universidad Central del Ecuador (2019); (a la derecha) Réplica completa de la Máquina de vapor de Watt. Imagen tomada de Museo virtual de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales UPM (s/f; accedido en 2020)

En efecto, una asimilación no implica la superación lógica de una teoría sino la renuncia al compromiso de una comunidad por otra teoría. En ese sentido, la teoría no se corrige. En el cambio paradigmático se pueden, por tanto, situar dos niveles. Primero, la contrastación entre teoría y naturaleza y en segundo lugar entre dos teorías diferentes. En efecto, el problema que empezó con los imponderables, es decir con la detección de la masa de estos, se sintetizó en la escisión y, por tanto, en la constitución de dos comunidades lingüísticas diferenciadas con respuestas distintas frente a los mismos

estímulos (Khun 1996). Un ejemplo de dicha inconmensurabilidad es el concepto de masa en el que se condensa todo lo expuesto. En la comunidad mecanicista la masa será entendida como una cantidad de materia que se conserva mientras que en la comunidad relativista la masa será equivalente a la energía. (Cox 2013)

En ese sentido, de darse un cambio en la naturaleza del paradigma, los problemas de comunicación entre las comunidades serán ante todo problemas de traducción, no de conversión. Esto no significa que la superación de un paradigma implique su eliminación. Lo que está en juego no es el criterio de verdad de una teoría. En otras palabras un paradigma no es superado o desechado por ser considerado falso. Lo que khun busca subraya es, por el contrario, el carácter discontinuo del desarrollo científico. Precisamente porque la ciencia no avanza por etapas evolutivas de lo falso a lo verdadero. Esto es visible de forma clara, precisamente, en la enseñanza. Después de la revolución einsteniana, en las carreras universitarias a fines al campo de la física, por ejemplo, no se ha dejado de enseñar mecánica newtoniana. Así mismo, gran parte de la ingeniería que conocemos del mundo está construida y es posible seguir construyéndola desde el marco teórico newtoniano.

Ahora bien, de regreso al análisis, la ciencia normal solo conduce al reconocimiento de anomalías y a la crisis. Es necesario entonces que aparezca una teoría como nuevo referente, mientras tanto operará la anterior. Razón por la cual, aunque el paradigma sea puesto en duda, no necesariamente los científicos renuncien a él durante la crisis. Para el caso de los ex alumnos de la EPN, en efecto, a pesar de que se llega a reconocer la posibilidad de que la teoría tambalee, no se renuncia a ella. Así referirá José María Troya:

La cuestión de la atracción universal ha sido puesta en duda por algunos físicos. A nosotros no nos toca afirmar ni negar su existencia, porque quedaríamos siempre en el campo de las hipótesis; nos basta reconocer sus efectos, los cuales nadie puede poner en duda, y, de esta consideración podemos concluir también que la materia esta en continua actividad, y esto nos basta. En efecto, no podemos figurarnos fuerza o efecto tan poderosos como el de la atracción, sin que concedamos al mismo tiempo que algo pasa en los cuerpos en que tal fenómeno ocurre. Supongamos por un momento a la materia privada de toda actividad; diremos por esto que ella es capaz de atraer o producir un efecto semejante? claro que no; y si alguien afirmase lo contrario, caería en contradicción evidente, porque una cosa no puede ser y no ser al mismo tiempo; luego el hecho de la atracción, o como quiera decirse, implica la idea de fuerza o acción, o lo que es lo mismo, de actividad(1888, 572).

En definitiva, si bien, la entrada de los imponderables perturbó el siglo XIX, su aparición se manifestaba todavía sintomática⁴⁷. La incubación decimonónica de dicho virus portador de la irreversibilidad, la incertidumbre y la entropía, por tanto, de lo

⁴⁷ Ver anexo 4

impredecible habría de brotar, en la física, a penas a partir de la primera mitad del siglo XX.

En efecto, el siglo XX recibió un “mundo en desplazamiento” de la certeza mecánica newtoniana (sistema cerrado ordenado) a la incertidumbre entrópica (sistema abierto que tiende al desorden); del relacionamiento de fuerzas a la convertibilidad de energías; del tiempo absoluto reversible al tiempo relativo irreversible; de la geometría plana euclidiana a la geometría curva de Riemann; de la fuerza de gravedad como una interacción a grandes distancias a una perturbación en la curvatura del espacio-tiempo; del equilibrio al desequilibrio. En definitiva, se da paso a un mundo que Serres denomina homeorrético⁴⁸:

Este río, casi estable aunque irreversible, esta cuenca, equilibrado en su propio desequilibrio, en un estado precario de cuasi-equilibrio en su flujo hacia la muerte, transmite energía e información, conocimiento de entropía y negentropía, de orden y desorden.(Serres 1982, 74; mi traducción)

En ese sentido, persistir en el paradigma newtoniano significaba, en última instancia, sostener la idea de un mundo físico mecánico, de una gran máquina cósmica en perfecta autoregulación, de una máquina sin fisuras, sin incertidumbres. En la que todo habría de funcionar y predecirse a partir de la abstracción del pensamiento matemático.

Este conjunto de verdades operó no solo al nivel proposicional de la física. En efecto, si nos permitimos la descripción que hemos denominado temporalidades en juego (por un lado, el del desarrollo interno-conceptual de la física y por otro, el de su reproducción local en el terreno de lo social a través de la enseñanza) fue con el propósito de subrayar una última idea y que se inscribe en lo que Foucault denomina voluntad de saber-poder.

Efectivamente, si el poder necesita producir verdad es bajo intención de intervenir en lo social. Esta voluntad de saber poder (dado que por un lado necesita de la ciencia en lo que esta pueda aportar a un régimen de verdad y que por lado, así mismo la ciencia guarda cierto nivel de autonomía en tanto producción conceptual) traduce la ciencia en tecnología y programas de enseñanza para efectivizar sus intervenciones. En palabras de otro teórico importante, queremos exponer: “la

⁴⁸ Serres reemplaza el término homeostasis (equilibrio de un sistema autorregulado) por las palabras griegas homos (mismo o similar) y rhyxis (flujo) para subrayar la idea un movimiento continuo pero no necesariamente en equilibrio(“Diccionario Etimológico Español en línea” 2001).

“sustitución de una necesidad social científicamente arbitraria (un arbitrio cultural) por una necesidad científica socialmente arbitraria”(Bourdieu 2008, 90–91).

Para ello, desde el poder se gesta campos de visibilidad a través de conceptos claves (Polo 2010). Retomando la física, que es lo que nos interesa, el concepto que se desprende de ella en tanto producción de verdad: es el progreso. Este concepto importa en cuanto remite a una cualidad concreta e histórica del tiempo. En el siglo XIX, la física, precisamente, contaba con la habilidad de intervenir en la percepción colectiva del tiempo. Dado que no es posible hablar de entropía ni de relatividad, permaneció la conceptualización ilustrada de progreso a partir de la cual se pensó el desarrollo histórico, en el marco de la linealidad absoluta del tiempo, como un camino siempre ascendente hacia la perfección.

La constancia cosmológica newtoniana que Condorcet re significó como garantía de la perfectibilidad indefinida del hombre. Y que Comte, discípulo suyo, lleva al devenir histórico, precisamente, posicionó a las luces como metáfora de la estabilidad y el orden. (Canguilhem 1999). En ese sentido, dado que la termodinámica, es decir la entrada del calor, con su base entrópica, todavía no estalla, el Ecuador de la segunda mitad del siglo XIX, se posiciona en una idea de progreso a la que únicamente podía oponérsele, la ignorancia y la incivilización:

La luz, ese precioso don de la naturaleza no la gozan los ecuatorianos sino cuando el sol domina sobre el horizonte [...] A la presente sólo las poblaciones de salvajes, o las muy atrasadas, carecen del magnífico alumbrado público que proporciona la luz del gas. Pero en el Ecuador se ignora aun lo que sea ésta. Exceptuando el puerto de Guayaquil, la capital mismo de la Republica, desde las siete de la noche, no existe para el comercio y trato de los hombres [...] **HH. Diputados, proporcionad luz al pueblo: luz para los ojos del alma, por medio de la ilustración; luz para los ojos del cuerpo**, por medio de reducidos gastos con que se consigue la luz del gas puesto que en el país mismo tenéis abundantes minas de carbón de piedra, que es la principal materia que produce ese alumbrado del siglo XIX. (“Informe del Secretario de Hacienda a la Convención Nacional” 1878, 37: énfasis añadido)

Con la noción de productividad tecnológica desatada con base en los imponderables (luz eléctrica, locomotoras, etc.) se acentúa dicha conceptualización. Antes de que, no obstante, los mismos expusiesen lo que el progreso habría de tener de mortífero

Capítulo segundo

Diagramas de la física

Si quieres ser un físico, debes de hacer tres cosas. Primera, estudiar matemáticas, segunda, estudiar más matemáticas y tercera, hacer lo mismo...
Arnold Sommerfeld⁴⁹

Según las fuentes investigadas, la física, en Ecuador a mediados-finales del siglo XIX, no se constituye como campo especializado conformado por profesionales del ramo⁵⁰, es decir no existen institutos especializados en física, academias, asociaciones o gremios y tampoco profesionales que ejerzan como físicos en investigaciones especializadas. Sin embargo, ¿Es únicamente válido hablar de institucionalización a partir de la *autonomización* de un campo disciplinario? Claramente no.

De acuerdo con la arqueología de saber, si buscamos de la física no tanto su disciplinamiento institucional per se, sino su umbral de positividad, es posible ubicar distintos planos de institucionalización. Ha de recordarse que en este trabajo, lo que interesa es la operación de un régimen de saber-poder. Por esa misma razón, si nos hemos detenido en este punto es a condición de exponer la estandarización de un modo de percibir, conocer y operar en el mundo a través de unos protocolos específicos puestos en circulación por la física en la enseñanza.

Subrayamos, no es lo mismo hablar del grado de científicidad de una disciplina, del disciplinamiento de una ciencia y menos aún del disciplinamiento de lo social a través de una ciencia. En este caso nos ubicaremos en el intersticio de los dos últimos puntos. Se expondrá entonces la diagramación disciplinaria de la física, tejida por occidente, en operación dentro de unos juegos de poder locales dispuestos así mismo, hacia unas prácticas disciplinarias locales de lo social.

⁴⁹ Físico alemán del siglo XX conocido por sus aportes en física cuántica.

⁵⁰ Por ejemplo, las carreras de matemática y física aparecen bien entrado el siglo XX en la EPN. En 1975 el Honorable Consejo Politécnico crea la carrera de matemáticas y en 1980 la carrera de física.

1. Diagramación disciplinaria de la física

De acuerdo con (Harvey 1993), la institucionalización de una disciplina es un *proceso cognitivo, retórico y político* en el que se gestan alianzas, se vencen a competidores, se planifican programas, se busca ganar una nueva base social de creyentes, se captan bases de poder, etc. En tanto proceso cognitivo, una disciplina da forma a un lenguaje compartido a través de la socialización de métodos, contenidos, teorías e instrumentos. En el capítulo anterior ya topamos este punto a través de análisis del sistema de percepción conceptual de la física. Sin embargo, ha de entenderse la percepción no sólo como la socialización de un esquema conceptual sino también de un conjunto de protocolos.

En efecto, en la construcción retórica de la ciencia se gesta socialmente un “olvido” que borra, precisamente, la huella de las acciones institucionalizadas y los protocolos de percepción de los objetos y las producciones científicas. En un esfuerzo por desnaturalizar dicho olvido, partiremos entonces del lenguaje como un conjunto de procedimientos que remiten a un conjunto de prácticas, a un comportamiento institucional, a una operación procesual. Así, una disciplina delimita no solo las formas de pensar el mundo sino también de medirlo y de actuar en él.

Ahora bien, lo que no es posible mirar a través de Harvey pero si con Foucault es que la disciplina en sí misma es un lenguaje producido, un conjunto de protocolos disciplinados. En ese sentido, se ha decidido usar la palabra protocolo porque permite reconocer una estandarización mucho más sutil, que es la del propio lenguaje disciplinado de la física. Es decir esta no solo socializa y estandariza el lenguaje que produce. Ella misma es la producción estandarizada de una forma. Me refiero, a la constitución global de la física a partir de dos componentes prácticos inseparables: la matematización y la experimentación.⁵¹

1.1. El par gabinete/laboratorio.

En los archivos de la época consultados, llama la atención la ambivalencia con que se usa en el lenguaje la palabra gabinete o en su defecto, laboratorio. Hemos decidido detenernos en esta ambivalencia, en tanto, sostenemos expresa uno de los

⁵¹La física en su especificidad como institución del saber moderna se consolida durante la primera mitad del siglo XIX en occidente.

umbrales de desplazamiento que atraviesan la época. Nos referimos a la construcción de *espacios dispuestos hacia la productividad*.

En efecto, si apelamos al sentido etimológico de ambas palabras y nos permitimos, a riesgo de equivocarnos, inferir un rasgo epistemológico se puede señalar que la palabra laboratorio -del latín labor y del sufijo orio: *lugar para trabajar*-condensa el sentido productivo al que se hace referencia. No así, la palabra gabinete- del francés cabinet: *cuarto íntimo* -mediante la cual se acogió las primeras colecciones privadas, derivadas de las expediciones científicas que aparecieron entre el siglo XV-XVI. (“Diccionario Etimológico Español en línea” 2001). En sus inicios, estas colecciones albergaron curiosidades exóticas que se *especializaron* posteriormente conforme se constituyeron disciplinas del saber. Durante la ilustración, por ejemplo, los gabinetes conformaron espacios de exhibición taxonómica de la naturaleza.

Bajo esta perspectiva, el desplazamiento al que aludimos tiene que ver con una producción de verdad alrededor de la idea de productividad. Ya no se trata de catalogar la naturaleza sino de transmutarla. Es decir, se transita del inventario privado y taxonómico de la naturaleza hacia la apropiación, control y disposición de aquella dentro de una técnica gubernamental. Por la misma razón, en el primer caso, la palabra estuvo ligada más a la apropiación privada del conocimiento que a la reproductividad institucional de un sentido práctico (Bourdieu 2007). De aquí que laboratorio se asocie a disciplinas como física o química con mayor facilidad que a historia natural o botánica.

Este idea de lo productivo ligado al laboratorio como *lugar para trabajar* marcó uno de los aspectos del modelo estándar en la enseñanza de la física. Y es esta figura asociada por antonomasia a la reproducción de ella, en occidente, la que se incorpora aprox. a mediados del siglo XIX en Ecuador. En efecto, en el marco del periodo republicano, antes, durante y después de la politécnica, esta forma pervivió en varias instituciones educativas y siguió replicándose en otras posteriores al gobierno garciano.

Debido a aquello y con el objetivo de por un lado, sobrevivir a la temporalidad formal de las instituciones para dar paso al análisis de protocolos que circulan interinstitucionalmente y que permanecen más allá del nacimiento o muerte jurídica de las instituciones⁵², y por otro lado para captar los matices de un proceso histórico de mediana duración, se usará el término tejido institucional arrítmico. En efecto, la heterogeneidad rítmica que guardan las instituciones permite entender la movilidad del

⁵² Si se mira la historia, como una cronología mecánica, la EPN contó con un tiempo de vida jurídica de no más de 6 años durante el siglo XIX.

tejido; en el que, precisamente se frena pero al mismo tiempo pervive la reproducción de los protocolos señalados.

En ese sentido, sobre las instituciones que se nombrarán, señalaré lo estrictamente necesario. El objetivo no es hacer historia institucional. Por el contrario, y este es el punto más importante: la intención es ingresar en la comprensión analítica de la relación saber-poder de la cual la red interinstitucional y los protocolos del diagrama de la física, que se hacen mención, son síntoma.

Así, en 1855, bajo el gobierno de Urbina (1852-1856)⁵³, a través del médico Juan Acebedo, delegado diplomático en Francia, se contrata al italiano Cassola para que imparta clases de química en el colegio San Vicente León de Latacunga. (Pérez Ramírez 2008). Institución fundada en 1840 durante la segunda presidencia de Flores por iniciativa privada de Vicente León (1773 – 1839), Dr. En Jurisprudencia por la Universidad Santo Tomás. Cabe recalcar, como se verá, Vicente León estudió durante la época en la que en dicha universidad, la cátedra de filosofía se preocupa por el conocimiento de las ciencias físico-naturales. (Keeding 2005)

Cassola se encargó además, durante su estancia en París, de adquirir instrumentos para equipar los laboratorios de química y física para dicha institución. (Pérez Ramírez 2008) Así mismo, propuso al Congreso fundar en 1857 una facultad de ciencias, proyecto criticado por García Moreno, senador y rector de la Universidad de Quito entre 1857 y 1860, al considerarlo carente de ramas útiles. (Cornejo 1949)

En el periodo garciano, esta forma proliferó. Contaban con gabinetes de física y química las siguientes instituciones, puestas además bajo la dirección de la Compañía de Jesús que retornó al país en 1862: el colegio de Quito, desde el cual, el P. Eugenio Navarro realizó las primeras experimentaciones de física y electricidad y donde existía también una pequeña estación meteorológica; el colegio seminario de Cuenca (1869) y el colegio San Vicente de Guayaquil (creado bajo decreto por Vicente Rocafuerte, gobernador de Guayaquil en la segunda presidencia de Flores, el 26 de diciembre de 1841. Sin embargo, no logra organizarse sólidamente sino hasta 1848) a cargo también de una pequeña estación meteorológica⁵⁴. (Tobar Donoso 1940)

⁵³ Los jesuitas fueron expulsados en 1852 por el gobierno de Urbina bajo influencia del movimiento liberal colombiano. País en el que, a su vez, fueron desterrados en 1850. Por acción de García Moreno, los jesuitas retornan en 1862 a Ecuador y un año antes así mismo los Hermanos de las Escuelas Cristianas. (Jouanen 2003)

⁵⁴ En la tercera administración de Flores así mismo se contrató al ingeniero Wisse para la enseñanza de matemáticas superiores en la Universidad de Quito. García Moreno fue su alumno y habría de acompañarle en las expediciones científicas realizada por este en el territorio. (Tobar Donoso 1940)

De forma que, creada la EPN, la enseñanza de la física a través de gabinetes ya era conocida y replicada en paralelo. Con respecto a esta institución contamos con la siguiente descripción:

La Escuela Politécnica y Facultad de ciencias se ha establecido en el edificación de la antigua Universidad [...] El antiguo salón de diezmos hace de la capilla para los estudiantes de jurisprudencia, medicina y ciencia. La parte superior del edificio contiene los gabinetes física, mineralogía, geología y zoología y el cuarto del preparador [...] De los corredores se ha tomado parte para el gabinete y clase de geodesia, parte ha de servir para clase de física y mecánica como también para gabinete de mecánica, maquinaria y arquitectura; el resto para trabajos mecánicos. En la torre de la Compañía se ha construido el observatorio provisional. (Miranda 1972, 59)

Los profesores encargados de la cátedra de física o que impartieron materias relacionadas con aquella en esta institución fueron los jesuitas Kolberg, Brugier, Mullendorf y Epping. Kolberg dictó también clases de mecánica superior, arquitectura, construcción de caminos, ferrocarriles y puentes y mecánica práctica. Brugier clases de mecánica inferior y matemáticas a los cadetes. Publicó, además, dos textos de cosmografía y un tratado elemental de física en Argentina, país en el que junto a Chile impartió clases de física, química y cosmografía. Mullendorf, quien fue entre 1866 y 67 ayudante del profesor de física del P. Filemón Kieffler, dio únicamente clases de maquinaria y matemáticas a los alumnos de la escuela militar. Por último Epping fue profesor de materias relacionadas con matemáticas y mecánica. (Tobar Donoso 1940)

Así mismo, una vez clausurada la EPN, en el tejido institucional, la física enseñada de la forma descrita se sostuvo a nivel secundario y⁵⁵, a pesar de todos los obstáculos también a nivel universitario:

Contando el colegio con un gabinete de física suficientemente provisto de nuevos aparatos y de otros que antes existían y que, reparado hoy, se encuentran en buen estado; y además con un profesor competente que se ha hecho cargo de la dirección de la clase, *se reserva el examen para amenizar el acto de la distribución de premios con variados experimentos que realizan los estudiantes del curso de física.* (Colegio Nacional San Vicente de Guayas 1881, párr. 3; énfasis añadido)

En el informe de la UCE redactado en 1885, así mismo constan, los gastos destinados para gabinetes/ laboratorios y la siguiente cita referida a la actualización de los mismos:

Los gabinetes de física, geodesia y mecánica, convendría aumentar algunos instrumentos que ha adquirido la ciencia últimamente, y pedir repuestos para varios instrumentos preciosos que se hallan inutilizados, por faltarles solamente alguna pieza de poca importancia y que se podría conseguir con poco gasto. (Troya 1885, 17)

⁵⁵ Cabe recalcar la física se seguía enseñando como parte del apartado de Filosofía a nivel secundario.

En síntesis, se ha realizado un pequeño esbozo de la operación de instituciones diferenciadas (ritmos propios) pero convergentes a un mismo horizonte civilizatorio guiado y marcado por una noción de lo productivo. Situarnos así en el análisis nos ha permitido observar lo que pervive a pesar del nacimiento y muerte de las instituciones: el gabinete/laboratorio como protocolo estándar de la física y referente de dicha noción. En las siguientes páginas se profundizará sobre la idea de lo productivo. En este acápite hemos querido simplemente subrayar el tejido institucional al que se ha hecho referencia.

1.2. Las Matemáticas

Uno de los aspectos más importantes en la génesis de la ciencia moderna fue la introducción del formalismo matemático en la comprensión de los fenómenos naturales. Con él, se abandonó la enseñanza de los fenómenos naturales a partir del comentario de textos, medio característico del mundo aristotélico. (Udías Vallina 2014)

La relación imbricada entre física y matemáticas es el segundo componente de la diagramación disciplinaria de la física, presente así mismo a nivel conceptual e institucional durante este periodo. En efecto, esta relación aparece interiorizada en el currículo tanto de la EPN como de la UCE así como en las publicaciones académicas desprendidas de dicho proceso.

En las primeras páginas de las publicaciones académicas en mención, se expone, en efecto, un sistema de clasificaciones, donde no solo se hace visible la relación imbricada entre física y matemáticas, sino que se diferencia entre varios campos cognoscitivos, a saber: matemáticas, física y física matemática. Esta disposición clasificatoria denota, por tanto, así mismo, el rango de independencia que se reconoce de cada campo.

Así, se asigna como objeto de las matemáticas “el estudio de las leyes relativas a la cantidad y la extensión”(Velasco y Flor 1889, 402), siempre y cuando la deducción de dichas leyes mantenga una “independencia de las cualidades de los seres que componen el mundo físico”(1889, 402). Serán denominadas matemáticas puras aquellas que cumplen con dicha condición⁵⁶. Caso contrario, se denominará “matemáticas

⁵⁶ Subdivididas, a su vez, así: matemáticas elementales (aritmética, álgebra, geometría y trigonometría); y matemáticas superiores (geometría descriptiva, analítica y superior, los cálculos diferencial e integral, el álgebra superior y la teoría de los Números).(Velasco y Flor 1889)

aplicadas” o mecánica a “las leyes por aquella descubiertas, acerca de la cantidad y la extensión, [que] se aplican a determinar las propiedades cuantitativas de los cuerpos, como el movimiento y equilibrio de ellos, la formación y propagación de las ondas sonoras, el curso de las aguas y de los astros, el movimiento vibratoria del éter.”(1889, 402)

Ahora bien, no queremos dejar de señalar la cualidad de esa relación. Según lo descrito, entre física y matemáticas media una relación de aplicación que atañe a la cantidad. Es decir, se describe una relación instrumental entre ambas; característica que da cuenta de una de las conceptualizaciones de la física decimonónica en su constitución como tecnociencia. Recordemos, si la física ha de ser atractiva en la época es por su vocación tecnológica. La importancia de las matemáticas radicó, efectivamente, en que permitieron cuantificar los fenómenos del mundo físico. Fue posible, por tanto, intervenirlos, transmutarlos y extraer su potencialidad productivo.

La matematización y cuantificación de las ciencias baconianas (la ciencia de los imponderables) denominadas así por Khun , de hecho, durante la primera mitad del siglo XIX, trajo consigo la institucionalización en occidente de la nueva física basada en la termodinámica, la electricidad y el magnetismo (Medina 1995). En otras palabras, Medina está hablando del nacimiento de la tecnociencia que habría de dar paso a “una nueva ciencia de la naturaleza en la que las interacciones físico-químicas desplazan a las mecánicas de su posición de preeminencia y las elaboraciones teóricas [pasarán] al servicio de [...] resultados tecnológicos.”(1995, 20).En efecto, para 1820 aproximadamente:

Los trabajos de Laplace, Fourier y Sadi Carnot hicieron que las matemáticas superiores fuesen esenciales para el estudio del calor; Poisson y Ampère habían hecho lo mismo en cuanto a la electricidad y el magnetismo; Jean Fresnel, con sus seguidores inmediatos, acababa de hacer lo propio en el campo de la óptica. (Khun 1996, 86–87)

Por lo expuesto, el vínculo instrumental tejido, entre física y matemáticas descrito, dio cuenta de la naturalización histórica de una relación no natural. Fue la visión de la física decimonónica, potenciada por la acumulación capitalista, la que trenzó el vínculo instrumental entre física y matemáticas en tanto aquello hizo posible la apropiación tecnológica aparentemente ilimitada de la naturaleza.

En efecto, no se puede hablar de una equivalencia lógica per se entre física y el análisis exclusivo de lo cuantitativo que en apariencia habrían de portar las matemáticas. A diferencia de disciplinas como la química; en física, las matemáticas

aparecen interiorizadas estableciendo una relación constituyente y dinámica⁵⁷. Es decir, no se puede establecer un vínculo unidireccional entre los conceptos matemáticos y los físicos: “El concepto matemático no es ni un esqueleto al que la física le presta la carne, ni una forma abstracta que la física se encargue de llenar de un contenido concreto.” (Marc Lévy Leblond 1999, 73)⁵⁸

De forma más amplia y por tanto compleja, Leblond se refiere a por un lado, al carácter *matemático polimorfo* que guardan las leyes y conceptos físicos, es decir las varias matematizaciones desde las cuales se pueden abordar aquellos⁵⁹. Y por otro, la relación no necesariamente armónica entre conceptos físicos y matemáticos: *plurivalencia física de los objetos matemáticos*⁶⁰(1999).

Continuando con el análisis, el avance de la aplicación instrumental de las matemáticas en el orden del mundo físico durante el siglo XIX, a su vez, sacudió la naturaleza de otra relación antes constituyente para la física. Me refiero al distanciamiento de la física de su vínculo matricial: la filosofía.

Dado que el foco de atención se desplazó hacia la potencial extracción utilitaria de los fenómenos de la naturaleza, la reflexión filosófica de los fenómenos naturales transmuta gradualmente hacia la axiomatización del orden físico. Al respecto se hablará localmente, en los siguientes términos, de la física matemática:

[...] reina de las secciones que constituyen la filosofía de la naturaleza, y creación del espíritu humano en el vuelo más sublime a que se ha remontado solo en los tiempos modernos. Y decimos que esta parte es totalmente racional; porque, a diferencia de la ciencia empírica e inductiva que, paso a paso, y después de muchas centurias, apenas puede elevarse de los hechos a las causas, aquella desciende de las causas a los hechos, descubre por formulas algébricas los fenómenos y las leyes a que están sometidos, y deduce consecuencias que la observación después ha confirmado hasta en los valores numéricos ; lo cual comprueba la verdad de las aserciones matemáticas asentadas con antelación por el cálculo.(Velasco y Flor 1889, 403)

⁵⁷ Por ejemplo, si bien no se puede entender el concepto de campo electromagnético (física) sin el de campo de vectores (matemáticas), las matemáticas no pueden ser reducidas como portadoras de lo cuantitativo. Los conceptos de derivada o límite no son, en efecto, numéricos. (Marc Lévy Leblond 1999)

⁵⁸ Frente al posicionamiento desde el positivismo de la idea de las matemáticas y la experimentación como métodos universales y, así mismo, de las matemáticas como criterio único de cientificidad, el propio desarrollo particular de otras disciplinas como la química, la geología o la biología molecular han demostrado lo contrario. La base teórica de aquellas está estructurada por conceptos no matemáticos como: enlace químico, actividad enzimática, entre otros. (Marc Lévy Leblond 1999)

⁵⁹ Ej: el movimiento rectilíneo uniforme puede concebirse de distintas formas: a) Geométricamente: espacios iguales recorridos en tiempos iguales, b) Funcionalmente: dependencia lineal de la distancia cubierta con relación al tiempo, c) Analíticamente: velocidad constante o aceleración nula.(Marc Lévy Leblond 1999, 76)

⁶⁰ Ej: Las ecuaciones diferenciales lineales de segundo orden rigen las vibraciones mecánicas, las oscilaciones eléctricas y muchos otros fenómenos. (Marc Lévy Leblond 1999)

En otras palabras, la abstracción numérica del cálculo avanza devorando la abstracción conceptual reflexiva de la filosofía en tanto sólo la primera podía asegurar una relación productiva para la renta capitalista. Efectivamente, esa vía bastaba para producir tecnología. De forma que, la diagramación disciplinaria de la física descrita hasta aquí tiene un claro correlato con el ethos productivista de la modernidad capitalista. De ahí que, para demostrar su grado de científicidad y coherencia, a la física le haya bastado operar en función del par descrito (matematización/experimentación). El exilio de la filosofía se institucionalizó, durante el siglo XIX, en los modelos de educación del mundo bajo la impronta del esquema politécnico-francés.

Lo anterior no significó, empero, que la asimilación de la física como tecnociencia en el país no haya sido polémica. La tensión se hizo presente en la lucha por la clasificación de las áreas del conocimiento. En el párrafo precedente, de hecho, que remite a la física matemática, la filosofía permanece como referente de nominación y clasificación. Así mismo, en los apartados introductorios de las producciones académicas de los expolitécnicos, como se dijo, se exponen sistemas de clasificación en los que se ubica como matriz de la filosofía de la naturaleza o física, la filosofía racional:

Así como una de las partes del saber humano, se ocupa en el estudio del Universo, el Mundo, el Alma y Dios, por sus relaciones esenciales; es decir, trata del conocimiento de las cosas por sus causas, y expone, de modo general, lo relativo á los elementos, las leyes y propiedades del Mundo, la física desciende á la investigación especial de los seres particulares que este contiene. La primera, que es la filosofía, y que se llama, con toda propiedad, FILOSOFIA RACIONAL, tiene como consecuencia á la segunda; así, ésta, en el sentido más lato, puede llamarse FILOSOFIA INDUCTIVA, Ó FILOSOFÍA DE LA NATURALEZA Ó NATURAL. (Velasco y Flor 1889, 394; Sic)

Estas relaciones en tensión han de explicarse por el juego de dos fuerzas, a su vez, en juego. Por un lado, la intención profesionalizante del Estado y por otro, la condensación histórica de la comunidad jesuita alemana, encargada de la enseñanza. A continuación, abordaremos el correlato de esa tensión en el modelo de educación superior, de igual modo, en disputa.

2. De la unidad a la uniformidad

Omnium Potentior Est Sapientia: Todo poderosa es la sabiduría, es el lema que se otorgó a la UCE, en 1836 bajo decreto, durante la presidencia de Vicente Rocafuerte. En él, además, se renombró a la Universidad de Quito como Universidad Central de la República del Ecuador (Hermida 2017). Lo que nos interesa rescatar aquí es el juego

narrativo entre este lema y *E scientia hominis salus* que alude a la siguiente frase: *El bienestar del hombre proviene de la ciencia* y que habría de constituirse en el lema de la EPN, institución fundada en 1869.

El desplazamiento en el horizonte de sentido de los lemas descritos expone, precisamente, dos modelos distintos de educación superior. En él operó una diferenciación en la conceptualización y orientación del conocimiento que expresó, a su vez, una re significación en la intención política del Estado. Nos referimos a la trasmutación del conocimiento de sujeto soberano y sacro (herencia en alguna medida de las universidades coloniales) hacia objeto instrumental puesto a disposición del hombre.

Afilemos la cualidad de este cambio con otro desplazamiento lingüístico mucho más evidente, pero complementario a la relación descrita antes entre gabinete y laboratorio. Me refiero al desplazamiento semántico del término universidad del latín *universitas* que significa todo, entero, universal; hacia las palabras Escuela Politécnica Nacional del latín *schola*: lección; y de las palabras griegas *politécnica*: *polis* (muchos) y *tekhne* (técnica), más el sufijo *-ico* (relativo a) y que podríamos traducir superficialmente como *lecciones relativas a varias técnicas*; inscritas, además en el marco de un proyecto nacional. (“Diccionario Etimológico Español en línea” 2001)

En otras palabras, el conocimiento antes conceptualizado como cosmos unitario, transita hacia a su fragmentación, en el siglo XIX, en tanto ha de conformarse como un conjunto de partes especializadas pero inconexas. En efecto, el modelo politécnico (1794), se desprendió de la matriz napoleónica de enseñanza superior centrada en la organización de escuelas técnicas separadas y orientadas a la formación de cuadros profesionales y técnicos para el servicio del Estado.

Según Carvajal (2016), este modelo marcó bajo el empuje del desarrollo teccocientífico del siglo XIX, la trayectoria *no humanista* de la enseñanza. De ahí que en este periodo se decida reemplazar la Universidad Central por la Escuela Politécnica Nacional⁶¹. En palabras del mismo García Moreno:

⁶¹ Bajo consideración de la Convencional Nacional en agosto de 1869 se decreta lo siguiente: [...] 2º- Que desde que los grados anexos a las Facultades de Jurisprudencia y Medicina pueden optarse en muchos de los Colegios de la Nación, la Universidad de Quito ha dejado de ser un elemento necesario en la instrucción pública”, [...] decreta: Art. 1 La Universidad establecida en la capital del Estado, se convertirá en Escuela Politécnica, destinada exclusivamente a formar profesores de tecnología, ingenieros civiles, arquitectos, maquinistas, ingenieros de minas, y profesores de Ciencias. (Citado en J. Espinosa 1931, 64)

Estamos acostumbrados a dar el nombre de Universidad a una casa donde se enseñan la tres facultades menos útiles a la Republica [...]La Universidad tal como hoy se halla organizada, es pernicioso a los intereses de la sociedad, porque la inútil multitud de médicos y abogados que salen de su seno, a falta de medios de subsistencia adquieren la funesta afición a los empleos y la Nación se encuentra privada de inteligencias que hubieran sido útiles y productivas si hubiesen cultivado otros ramos de mayor importancia. ((Robalino 1967,147) citado en Observatorio Astronómico de Quito 2005, 65)

En efecto, con la posta en el modelo de educación francés, García Moreno había solicitado e insistido, inicialmente, en traer jesuitas franceses para la enseñanza. Como señala Miranda, Moreno “se refirió expresamente al instituto científico sostenido en Francia por la Compañía [...] fue iniciativa del P. Beckx acudir a la provincia de Alemania⁶², la cual comenzaba a formar valiosos sujetos” (1972, 206). De igual forma, insistió en que el OAQ sea financiado y equipado de acuerdo al modelo del observatorio de Paris. En su primera presidencia, G. Moreno delega a Antonio Flores Jijón, diplomático en Paris, para las respectivas negociaciones:

[...] es necesario asociar al Gobierno Francés, tanto para estabilidad y conservación del Observatorio como para su creación. Ofrezco por mi parte hacer el gasto necesario de terreno y edificio; costear la mitad de los sueldos de los empleados y de y de los gastos de conservación y pido que el gobierno francés costee la otra mitad y además proporcione todos los instrumentos necesarios [...] Sírvese visitar a mi nombre, al Sr. Boussingault (Conservatorio de Artes y Oficios), y al Sr. Péloze (Chef de la Monnaie), ambos de la Academia de Ciencias. Propóngales mi proyecto, y pídeles lo recomienden vivamente a la Academia y al Mariscal Vaillant y no dude usted que será acogido por el gobierno, pues éste costea la Escuela de arte en Roma y Atenas y no vacilarán en hacer gasto semejante. ((Gómez Jurado 1957, 419) citado en Observatorio Astronómico de Quito 2005, 56)

A pesar de las negativas, vuelve a insistir a Antonio Flores Jijón en carta de 28 de noviembre de 1861⁶³. Y luego el 10 de abril de 1862 cuando recibe, la negativa definitiva de Napoleón III debido “a la crisis rentística de Francia”((Gómez Jurado 1957, 424) citado en Observatorio Astronómico de Quito 2005, 57). Sin embargo, aunque no se concretó ni el financiamiento francés para instituciones de enseñanza

⁶² En carta de 27 de diciembre de 1869 dirigida al P. Faller, el P. Becks referirá: “En dos comunicaciones que me han enviado solicita el mismo Excmo. Presidente algunos sujetos muy versados en ciencias naturales, a fin de que las enseñen en los Colegios y sobretodo en la Universidad, lo que con más empeño me pide es que se encarguen además del Observatorio Astronómico y como no tengo a la mano sujetos de esa calidad recurro a V.R. para que, si de alguna manera lo puede (...) me pueda ceder uno o varios bien versados en estudios matemáticos y físicos. Los fondos para el viático y aparatos de esas ciencias han sido ya enviadas a Paris, según conozco”(Citado en Observatorio Astronómico de Quito 2005, 67)

⁶³ Así refiere García Moreno: “(...) aténgase usted a lo que le he dicho en mis cartas, no olvidándose de que los instrumentos serán costeados por el gobierno francés exclusivamente y que los profesores, en cuanto lo permitan sus ocupaciones en el Observatorio darán cursos públicos en él, gratuito y sin necesidad de sueldo mayor del que les pague, por su parte el gobierno del Ecuador (Gomez jurado, 1957-419)”(Citado en Miranda 1972, 57)

científica ni acceso a profesores franceses, se instala en el Colegio Seminario San Luis de Quito un observatorio astronómico y meteorológico desde donde en junio de 1864 se inician observaciones con instrumentos traídos de París (Miranda 1972).

Pero lo más importante, como ya se ha señalado, con una clara intención de reproducir un nuevo orden social bajo la encíclica del progreso y la productividad, se crea la EPN; a partir de la cual se graduarían nueve ingenieros civiles y tres agrimensores⁶⁴. Sin embargo, la reproducción de un orden social, no puede avanzar sin traducirse. En parte, porque la simultaneidad temporal de los procesos históricos contemplan lo que está dentro como lo que está fuera de la intencionalidad oficial del poder político; en este caso, detentado por el Estado bajo el gobierno garciano. Nos referimos a mecanismos que a pesar de no ser contemplados por el poder actúan para él; sin, no obstante, poner sobre la mesa hibridaciones; es decir nuevas direcciones históricas.

Intentamos dar paso al matiz que impregnaría la comunidad jesuita alemana. Matiz posible, entre otros factores, por el modelo de educación que portaba consigo dicha congregación. Varios autores han caracterizado este modelo (denominado humboldtiano) por oposición al napoleónico, como cultivador de la unidad del saber, de la autonomía y del conocimiento humanista. De forma que para, algunos autores, este modelo hubo de caracterizarse por su grado de independencia con respecto al Estado⁶⁵.

⁶⁴ En efecto, para el curso 1870-1871, de los alumnos matriculados, se gradúa de ingeniero civil en 1877, David. F. Rivera. En el curso 1872-1873, Alejandro Cobo se gradúa como agrimensor en 1874, Eudoro Anda se gradúa de ingeniero civil en 1879, así mismo Lino Ma. Flor en 1887. Estos dos últimos junto con Alejandro Sandoval actuarían como maestros años más tarde en la UCE. Para el curso 1873-74, se gradúan de agrimensores Teófilo Cabezas en 1874 e Ignacio Villagrán en 1878, Alejandro Velasco, Gualberto Pérez de ingenieros civiles en 1880 y 1887. Los tres últimos fueron propuestos para reemplazar a los profesores alemanes para las cátedras de matemáticas, dibujo y cursos preparatorios. Para el curso 1874-75, se gradúan de ingenieros Julio Hidalgo en 1879, Rafael Mata en 1888, Emiliano Gallegos en 1882, Manuel A. Barba en 1886. Cabe recalcar que la mayoría debido al cierre de la EPN continuaron sus estudios en la UCE, y por tanto formalmente se graduaron en dicha institución. (Miranda 1972)

⁶⁵ Según, Ben- David y Zloczower (1980), los valores señalados antes que una realidad efectiva, operaron como mecanismos ideológicos frente a una libertad en constante amenaza. Aquello, precisamente, se expresó en el decaimiento del modelo universitario alemán a finales del siglo XIX. En efecto, si se respetó el corporativismo de las universidades prusianas y se crearon nuevas universidades como la de Berlín, fue bajo el impulso de los intereses de la clase aristócrata y militar gobernante. Mismas que, de no haber sido por el sometimiento político y militar de Alemania durante las invasiones napoleónicas, hubiesen preferido también el modelo de educación profesionalizante francés. En efecto, las cátedras de filosofía se consolidan, en ese periodo a nivel universitario, no por el impulso de una clase media en gestación, sino por su papel en la coyuntura política. En ellas, se posicionó frente a la derrota militar y política alemana, la idea de que la fuerza de la nación estaba en el desarrollo del espíritu. En ese sentido, dado que la libertad de la universidad alemana fue otorgada, habría de estar en tensión constante con las clases gobernantes, durante la primera mitad del siglo XIX. Así, si por un lado, la universidad había cultivado un rango de libertad académica, por ejemplo, en el establecimiento de criterios científicos (la investigación) o para dar nombramientos, el gobierno influyó en los planes de estudio así como en la creación de nuevas cátedras.

Todos los adjetivos señalados pueden ser objeto de análisis, no obstante, nos interesa indagar en dos términos: unidad del saber y universidad humanista. La enseñanza de la física, precisamente, permite profundizar diferenciado ciertos aspectos. Si el modelo prusiano marcó, planteamos, una trayectoria humanista, no fue por su avance contra las ciencias físico naturales o por una supuesta supremacía sobre ellas, sino por la cualidad que impregnó en el manejo de la relación filosofía- ciencia, reseñada antes con respecto a la física.

En efecto, en la misma Alemania para la primera mitad del siglo XIX, se había roto con el “sesgo ideológico de la filosofía alemana que identificaba la cultura principalmente con las humanidades”.(Ben-David y Zloczwer 1980, 51). Para la época (aproximadamente entre 1856 y 64) en la que Menten se encuentra estudiando ciencias naturales, junto con los padres Dressel y Wolf, en la Universidad de Bonn(Tobar Donoso 1940), la cátedra de filosofía, precisamente, entre 1830 y 1840, empieza a especializarse registrando un desplazamiento hacia las ciencias de la naturaleza (1980). Esta transformación se dio gracias, a su vez, a la “vitalidad innovadora” que puso en marcha la descentralización y competitividad del sistema universitario prusiano⁶⁶. En efecto, una vez saturadas las humanidades, los filósofos se dirigieron a campos considerados hasta entonces subespecialidades.

No por nada, frente a la negativa francesa, la iniciativa de P. Beckx fue acudir a la provincia de Alemania para responder a la petición garciana. Como vemos, la respuesta dada por el padre general tuvo una correspondencia histórica concreta.

En ese sentido, la diferencia entre ambos modelos, en lo que respecta a la física, no tuvo que ver tanto con una nueva orientación del conocimiento (ciencias físico-naturales por encima de las humanidades), sino con la forma de organización institucional de ese conocimiento. Basta con mirar la estructura y disposición de las carreras y materias en los programas de la EPN para comprobar la tendencia hacia la naturalización de la separación del vínculo entre ciencias experimentales y filosofía que el modelo napoleónico habría de institucionalizar en el mundo⁶⁷ y que reflejó el

⁶⁶ A diferencia de otros países de Europa donde existían universidades centrales al estilo de Oxford o Cambridge en Inglaterra.

⁶⁷ Se estructuraron de la siguiente manera: a) las carreras de la facultad de ciencias que contemplaba por una parte la formación de docentes en astronomía y matemáticas; matemática y física; física y química y ciencias naturales y por otra la formación de médicos y farmaceutas; y b) las carreras que constituían, según el programa de la EPN, la parte práctica de la institución y que contemplaba la formación de ingenieros, arquitectos, constructores de máquinas, técnicos mecánicos, topógrafos, agrimensores, técnicos químicos e ingenieros de minas.(Tobar Donoso 1940)

impulso del conocimiento científico en una dirección profesionalizante. Así, según art.1 del reglamento de la EPN se señala:

La enseñanza de la Escuela Politécnica se compone de dos partes: la una correspondiente a la Facultad de ciencias⁶⁸; la otra, necesaria para las carreras prácticas; abraza las siguientes:

1. Las artes técnicas, o sea de la arquitectura, técnicos mecánicos y constructores de máquinas;
2. Las industrias y fabricaciones, o sea la de ingenieros de minas metálicas y de técnicos químicos;
3. La mejora de vías de comunicación y de los intereses económicos, o sea la de ingenieros, topógrafos y agrimensores(Citado en Miranda 1972, 117–18)

En ese sentido, la tensión entre ambos modelos radicó en un cambio de cualidad en la naturaleza de la relación filosofía-ciencia. La característica que aportó el modelo alemán en la enseñanza de las ciencias físicas en el país fue, precisamente, que mantuvieron en cierto grado un esquema unitario de organización de todas las ciencias dentro de la matriz filosófica. Así en los sistemas de clasificación que hemos señalado, dentro de la gran matriz de la filosofía natural se ubica junto con la física propiamente dicha⁶⁹, la química, la historia natural (Mineralogía, Botánica y la Zoología) y la astronomía.

A continuación abordaremos el régimen de verdad en el que se inscribió el modelo descrito hasta aquí de la física en lo que llamaremos el mito de la abundancia y que se constituyó, precisamente, en promesa y referente de progreso para las élites latinoamericanas.

3. El mito de la abundancia

Si el diagrama de la física descrito hasta aquí institucionalizó protocolos de percepción y acción a través, por ejemplo, de la naturalización del método científico en la enseñanza (dicho diagrama actuó, precisamente, en la dirección de la configuración de un sentido práctico (Bourdieu 2007)), fue gracias a la condensación de un régimen de decir-verdad. Nos referimos al régimen a partir del cual la razón moderna habría de levantarse como promesa de abundancia.

Bajo el despliegue de la modernidad, efectivamente, la relación inevitable de escasez existente entre el hombre y la naturaleza dejó de ser considerada como una

⁶⁸ La facultad estuvo orientada a formar profesores de ciencias físico-naturales

⁶⁹ La física propiamente dicha, a su vez, es subdividida de la siguiente forma: general, de los efectos de la gravitación, de las fuerzas moleculares, acústica, calórico, óptica, electricidad y meteorología.(Velasco y Flor 1889)

sentencia infranqueable (Echeverría 2011 a). Este avance fue posible, a su vez, por los rasgos (humanismo, progresismo, economicismo y urbanismo) entrettejidos en la modernidad como proyecto civilizatorio.

Nos detendremos en dos de los rasgos nombrados: el humanismo y la idea de progreso. El humanismo se sostuvo en la confianza que el sujeto adquirió sobre su capacidad cognoscitiva gracias, entre otros aspectos, a la facilidad de apropiación de “lo otro” que le permitió el conocimiento científico. Por otro lado, la idea de progreso expuso la vivencia moderna del tiempo como un devenir perfectible y teleológico. Rasgo que tuvo que ver, a su vez, con la asignación de la innovación como valor absoluto (Echeverría 2011a) que hizo posible, de igual manera, el conocimiento científico. En ese sentido, bajo la dinámica inevitable que va de “lo menos” a “lo más”, la civilización sólo podía ser rasgo de la perfectibilidad exponencial de los pueblos a través de la incorporación de esa forma de apropiación efectiva de la naturaleza llamada conocimiento científico.

Es por eso que la *conquista cognoscitiva* de los imponderables por la física y la diagramación disciplinaria de esta ciencia actuó como mecanismo de afirmación de la promesa moderna de abundancia en tanto expuso la eficaz y, aparentemente, ilimitada expansión productiva del accionar “racional” del hombre frente a la naturaleza. Aunque, a su vez, paradójicamente contuviera dentro de sí, la cuota mortífera del desequilibrio y el caos. La actualización de esa promesa se reflejó, justamente, en los dos rasgos rescatados aquí: la autoconfianza del hombre como sujeto cognoscente y la concepción del tiempo como progreso.

Fue, precisamente, la física descrita la que se enseñó a reproducir en los gabinetes/laboratorios del país. De forma que estos espacios actuaron como mecanismos pedagógicos de socialización, materialización y actualización de dicha promesa y de su ethos productivo como valor de verdad. Efectivamente, la naturaleza se objetiva, gracias, de un lado, al control derivado de la codificación numérica que extrae un determinado desarrollo comportamental de la naturaleza y de otro, gracias a esa codificación, la replicabilidad (a discreción humana) de ese comportamiento mediante instrumentos técnicos en el laboratorio. Así, El ethos particular que se desprendió de esta forma pedagógica fue; a saber, la objetivación y apropiación de fenómenos naturales a disposición de la reproducción productiva de lo humano. Reproducción, a su vez, perfectible en la linealidad absoluta del tiempo.

En definitiva, es por eso que fue la física de los imponderables la que estuvo presente en las elites burocráticas “de nuestra naciente República” como referente del perfeccionamiento de los pueblos. En efecto, como se lee:

Si nuestra naciente República, entra apenas en el sendero del progreso y tiene necesidad de que la encaminen sin desviarla; si por la primera vez van a ser pisados sus bosques por la planta del hombre industrial; si los tesoros que *encierra en su seno van a ser explotados saquemos de la escuela politécnica* los elementos que han de servirnos para cambiar los precipicios en caminos, las soledades en pueblos y los criales en campos labrados productores y lucrativos. EL día que no haya distancia entre los pueblos, en que el vapor y la electricidad sean los conductores de nuestras ideas [...] los pueblos ricos y felices con el trabajo y el comercio, no tendrán por qué mendigar las producciones y artefactos de otras naciones. (“Informe del Ministerio de Hacienda” 1871, 28–29)

Reflejando con ello, la intención del naciente Estado ecuatoriano decimonónico por integrar e integrarse al proyecto civilizatorio moderno bajo el modelo de la tecnociencia. Todo lo ante dicho, nos permite exponer la tendencia oficial modernizadora profesionalizante bajo la cual se buscó dirigir la enseñanza. Queda por analizar si en el periodo garciano dicho proceso estuvo acompañado también por una modernización política y que se abordará en los dos últimos capítulos que siguen. En efecto, por ahora, nos interesa señalar la autonomía relativa de la diagramación disciplinaria de la física y así mismo su injerencia como productora de verdad en lo que se ha señalado como promesa de abundancia.

Por otro lado, en efecto, dicha promesa se convertiría en mito al instrumentalizarse las aplicaciones tecnológicas de los imponderables bajo la potenciación meramente económica de la competitividad del capital. Precisamente, fue esta trayectoria, en occidente, la que gestó en su seno paradójicamente una escasez relativa; trayectoria sostenida cabe recalcar en lo que Echeverría ha denominado, en base a la postura teórica de Heidegger, como *hybris* o “desmesura”. Nos referimos, por ejemplo, a la emergencia de un “ejército industrial de reserva” como expresión de “la condena de una parte del cuerpo social al status de excedente, prescindible y por tanto eliminable.” (Echeverría 2011a, 78). En síntesis, fue la sobre explotación de la fuerza de trabajo que sometió la autonomía del hombre a los vaivenes de las necesidades de la acumulación capitalista, la que exhibió la fragilidad de la promesa de abundancia de la modernidad. Así mismo, para las repúblicas latinoamericanas, en general, esta promesa decimonónica habría de convertirse en mito al constatarse, en el marco de la lógica que impone la monopolización capitalista, de la imposible transmutación de su matriz de producción primario exportadora.

4. Hibridaciones por analizar

Aunque nos ha faltado tiempo para profundizar el amalgamiento institucional que vine con el cierre de la politécnica y la reapertura de la UCE, en función de los modelos explicados y de su respectiva hibridación histórica en el país, podemos señalar algunos puntos sintomáticos sobre todo con el afán de subrayar la permanencia de la diagramación de la física descrito antes.

En efecto, de acuerdo a la Convención de 22 de diciembre de 1883(Gobierno de Caamaño), se reestableció la UCE⁷⁰, la politécnica y se crea la escuela de agricultura. Así mismo se nombra como rector a Camino Ponce y como decano de la facultad de ciencias al expolitécnico Dr. Jose. M. Troya. Desconocemos si los ex politécnicos que pasaron a ocupar cargos en la UCE estaban al tanto del modelo de organización de educación superior francés. Pero resulta sintomático que se cree el instituto de ciencias. Decimos que resulta sintomático dado que dentro del modelo napoleónico, la investigación se “refugió” bajo la figura del instituto. Esta podría ser una entrada interesante para analizar el alcance de la influencia alemana. En efecto, uno podría preguntarse ¿en qué medida es expresión de esa influencia la intención de recuperar la escuela politécnica pero sin reducirla necesariamente a un horizonte estrictamente técnico-profesionalizante?. Sobretudo si se considera, como ya se ha señalado, que el rol de los expolitécnicos no solo se restringió al de su profesión (ingenieros) o al de docentes, sino que ocuparon cargos institucionales en la educación y en lugares de toma de decisiones, que les habría aportado injerencia en la organización institucional del conocimiento local.

En efecto, en 1890, se reformaron los estatutos y se reorganizó la facultad de ciencias. En la comisión participaron los expolitécnicos: Sodiro, Alejandrino Velasco, representando al instituto y a la facultad respectivamente. En ella se reorganizó la facultad de ciencias a través de la conformación de los siguientes departamentos: ciencias físico naturales, escuela de agronomía, y ciencias matemáticas puras y aplicadas. Hasta esa fecha así mismo se encuentran impartiendo clases los expolitécnicos: Eudoro Anda, Alejandrino Velasco (profesor en la facultad de

⁷⁰ La facultad de ciencias fue establecida en 1878 en la UCE una vez cerrada la EPN.

matemáticas⁷¹ y Lino Flor⁷² bajo la dirección del decano sr. Antonio Sánchez⁷³ (Villalba 1972)

Por todo lo descrito, queremos acentuar nuevamente nuestra preferencia por el término tejido institucional dado que nos permite, así mismo, hablar del rol de los agentes⁷⁴. Los nudos que tejen esta red se anudan, en parte, por las decisiones de los actores que portan consigo un sentido objetivado y que tenderán a reproducirlo con, a través y a razón de ellos (Bourdieu 2007). Así, bajo el horizonte civilizatorio de la modernidad y a través del campo de visibilidad desplegado por el concepto de progreso y por el ethos productivo de la época, se gestaron acciones individuales concretas. Se entiende entonces, que incluso antes de la restitución de la UCE, mediante la circulación de capitales sociales y culturales, los alumnos de la EPN, una vez cerrada la institución, accionarían la creación y recreación de otras instituciones. Alejandrino Velasco y Lino Flor entre otros ex politécnicos fundan un liceo el 27 de enero de 1877 bajo la presidencia de Veintimilla. Las materias impartidas, incluían: humanidades, filosofía, idiomas, matemáticas, física, agrimensura, etc. (Villalba 1972)

Así mismo, los expolitécnicos no ocuparían cargos de docentes y decanos en la facultad de ciencias de la UCE, sin luchar antes por la significación. Tanto durante el periodo de inestabilidad política que sobrevino al periodo garciano como en el gobierno de Veintimilla, aquellos abogaron por la enseñanza. En efecto, el sentido objetivado operó resistiendo a pesar de la dinámica de la política oficial. Antes de que se restaurara oficialmente la UCE (18 de febrero de 1883) se registró el 1 diciembre de 1880 una protesta estudiantil contra el decreto de 24 de noviembre de 1880, durante el gobierno de Veintimilla, por el cual se destituyó y desterró en 1880 a Miguel Egas (nombrado Rector de la UCE en 1878), se expropió rentas a la universidad y se destituyó al resto de profesores ex politécnicos de sus cátedras⁷⁵. (Villalba 1972)

⁷¹ Enseñaba geometría analítica y descriptiva, análisis algebraico, teoría de las funciones y cálculo diferencia e integral. (Villalba 1972)

⁷² Nombrado ingeniero nacional en 1889. (Villalba 1972)

⁷³ Posesionado el 20 de noviembre de 1890 (Villalba 1972)

⁷⁴ Montaron la Iniciativa de una sociedad científica en 1891 con el fin de explorar el oriente. Proyecto presentado por los ingenieros Flor, Velasco, Sandoval, el geólogo Mariano Romas, el químico José Miranda, entre otros. Se buscaba realizar estudios de topografía, hidrografía, geognosia, de la flora y fauna de la región oriental. La legislatura de 1888 la aprobó el 25 de julio, facultando al ejecutivo para firmar un contrato con ella. No obstante, fue rechazado por el ministro de obras públicas Gabriel Núñez y el director de obras públicas Padre Menten quien consideró el proyecto muy idealista. (Villalba 1972)

⁷⁵ Los expolitécnicos Vivar, Tobar, Herrera y Troya firman una carta de rechazo a las medida (Villalba 1972)

Es en ese mismo sentir objetivado que José María Troya, nombrado director del Instituto de ciencias, escribe:

Si es verdad que con la separación de los PP. Alemanes se extinguió la Escuela Politécnica, no por eso quedó la ciencia en nuestro país en el mismo estado que antes. No: los jóvenes que conocieron la importancia de las materias que se enseñaban en dicha Escuela y el mérito indisputable de los que la dirigían, se consagraron con tanto esmero al estudio, que fueron distinguidos aún por sus maestros. Tendríamos, pues, jóvenes aprovechados en todos los ramos de las ciencias naturales, físicas y matemáticas. En tal supuesto, lo natural era favorecer su perfeccionamiento, y no abandonarlos a los funestos cambios del tiempo. Esto no era de razón sino también de justicia; porque lo mas de ellos se les había contratado para que, después de terminadas sus carreras, se hiciesen cargo de una cátedra con un sueldo fijo y por espacio de seis años, lo menos. *El gobierno y aun toda la República (pues que ella está representada por los diputados de la convención de 69) habían contraído serio compromiso con dichos jóvenes y debía llevarse a efecto el contrato, no solo por amor a la ciencia sino aun por deber moral.*

Lo que acabamos de decir no es sino consecuencia de esta otra consideración. Si se había traído a los PP. Alemanes, había de ser sin duda ninguna, con el objeto de formar profesores que continuasen propagando en toda la República la ciencia transmitida por sus maestros; de otro modo habría sido un despropósito, pues equivalía a crear con gran costo un edificio para derrocarlo en seguida, debiendo de suponerse que estos no habían de ser permanentes; luego si se quería hacer progresar al país, era indispensable organizar la enseñanza con profesores nacionales. (1885, 2-3; énfasis añadido)

Por otro lado, para cerrar este acápite, como habíamos referido, la (re)producción social no avanza sin traducción. De forma que si bien, en este periodo, el diagrama disciplinario de la física no habría de mutar, se registró un cambio en su objeto de “prioridad”. La física es re direccionada hacia la medicina y la agricultura. En efecto, en el mismo informe se realiza una exhaustiva comparación con respecto a la mayor utilidad que tendría la agricultura por sobre la de los ferrocarriles y los caminos.

Antes de pasar al siguiente capítulo es necesario aclarar que hemos titulado este acápite como *hibridaciones por analizar* porque el periodo en el que se inscribe esta tesis es el periodo garciano. Sin embargo, quisimos dejar enunciado lo anterior con el objetivo de señalar la permanencia de la diagramación disciplinaria de la física. Esto con el fin de que no se entienda de forma instrumental el uso que puedo hacer de la ciencia el poder local. Y por ello también se enfocó este acápite hacia el *decir-verdad* que portaba consigo la física, es decir como referente de un ethos productivo cobijado, a su vez, por una *promesa de abundancia*.

Capítulo tercero

Modernidad católica y teología jesuita

Dios está para el creyente en el principio de sus discursos, para el físico, en el término de los
mismos
Max Planck

El objetivo principal de este capítulo es ingresar mediante la física, como producción de verdad, en el marco de lo que algunos autores han denominado *modernidad católica*. Para ello se expondrá dos niveles. Primero, se indagará mediante el corpus teológico de la comunidad jesuita alemana encargada de la enseñanza de las ciencias físico- naturales en el país, el vínculo no excluyente que esta trazó entre ciencia y fe; de donde concluiremos lo que hemos denominado *producción moral de la física*. En esta relación se expresó, precisamente, la distancia que tomó la comunidad con respecto a la modernidad capitalista tradicional. En efecto, aquella sostuvo el vínculo entre filosofía y ciencia en el periodo en que la modernidad capitalista exigió su escisión bajo el nacimiento de la tecnociencia como ya hemos referido.

Si bien de esa versión capitalista tradicional de la física el proyecto modernizador graciano se hizo eco al imponer el modelo politécnico francés de enseñanza, aquello no implicó que la física haya operado ciega y exclusivamente hacia lo que podría llamarse la conformación económica de una renta tecnológica protocapitalista. Por esta razón, en segundo lugar, se abordará la disposición de la física dentro de una racionalidad política concreta y que denota, en efecto, la particularidad del proyecto modernizador garciano. Efectivamente, la física y la ciencia en general se orientaron hacia la construcción de la nación.

1. Producción moral de la física: teología jesuita y física anti positivista

Tradicionalmente se ha considerado al catolicismo y a la modernidad como plataformas históricas que se excluyen entre sí. Conclusión que se desprende, entre otros aspectos, por la interpretación de la modernidad como un proyecto civilizatorio unívoco. Varios autores han criticado este posicionamiento. B. Echeverría hablará, a partir de su clasificación filosófica de *los ethos*, por ejemplo, de la modernidad de lo barroco. Mediante esta expuso, por ejemplo, la conformación, en la comunidad jesuita, de una modernidad alternativa al modelo de modernización capitalista.

En efecto, ya desde el concilio de Trento, esta comunidad intento sostener a la iglesia como instancia socializadora frente al mercado; nuevo mecanismo de socialización que portaba consigo el capitalismo. En el lugar del capital, los jesuitas quisieron poner la iglesia, es decir buscaron posicionar la socialización de la comunidad humana en torno a la moral cristiana. En ese sentido, mientras la ciencia y sus derivaciones tecnológicas estuvieron supeditadas al orden moral de la comunidad, el avance científico no representó una contradicción. (Echeverría 1996)

En efecto, bajo la misma línea Echeverriana, Carlos Espinosa y Elisa Sevilla (2013) hablarán de la constitución de una ciencia barroca en la Real Audiencia de Quito que surgió con la llegada de los jesuitas en el siglo XVI (1586) y con la que tuvo que dialogar la primera misión geodésica, a su arribo, en 1736. Según estos autores, la ciencia jesuita barroca se caracterizó por su supeditación a la salvación religiosa, el entendimiento del orden divino y el control material-territorial de las misiones. Además, se manejó bajo un paradigma particular (aristotélico-tomista) y tuvo a su disposición espacios institucionales propios de circulación (colegios y misiones).

Esta armonización entre elementos religiosos y modernos, expresó la gestación de una modernidad distinta que habría, a su vez, de constituirse en un espacio de poder importante paralelo y desafiante al despotismo ilustrado de Carlos III de España. Aquello devino, precisamente, con la expulsión de la comunidad de todas sus colonias:

Los padres jesuitas cultivaron las ciencias y desarrollaron muchas innovaciones técnicas, introdujeron métodos inéditos de organización de los procesos productivos y circulatorios. Para comienzos del siglo XVIII, sus especulaciones económicas eran ya una pieza clave en la acumulación y el flujo del capital en Europa; para no hablar de América, donde parece haber sido completamente dominantes. Sin embargo, pese a que su intervención en las ciudades era de gran importancia, ella misma la consideraba como un medio al servicio de otro fin; su fin central, que no era propiamente urbano sino el de la propaganda fide, cuya mirada estaba puesta en las misiones. Se trataba de la evangelización de los indios. (Echeverría 1996, 31)

El alcance material de este poder paralelo que para Echeverría representó, “una modernidad alternativa y conscientemente planeada, frente a la modernidad espontánea y "ciega" del mercado capitalista” (Echeverría 2000, 73) se detuvo en el periodo en que la revolución industrial consolida la hegemonía capitalista (aplicaciones tecnológicas de los imponderables) y los Estados-nación se convierten en las formas totalizantes de administración política de los territorios.

Ahora bien, con el nacimiento de las nuevas repúblicas latinoamericanas, la historiografía tradicional leyó, nuevamente, la modernidad como un proceso monolítico. Al respecto, J. Maiguashca (2005) llamará la atención sobre la modernidad en el siglo

XIX como un programa histórico ni necesariamente laico, ni necesariamente liberal. En efecto, durante el gobierno garciano, enmarcado como católico y conservador, se levantó, una vez más, la armonización de la religión con elementos modernos, no obstante, esta vez, bajo la tutela estatal.

En este periodo, varias fueron las congregaciones religiosas que renacieron bajo la encíclica de un catolicismo social que buscó racionalizar al clero con el fin de que este dirigiese la moral pública. Los hermanos de las Escuelas Cristianas, por ejemplo, redactaron varios manuales para primaria y secundaria ateniéndose a materias prácticas como la aritmética y a estos también se les entregó la dirección de la Escuela de Artes y oficios. Sin embargo, nos centraremos en la comunidad jesuita, considerados por García Moreno, de hecho, el mejor instrumento civilizatorio, porque fueron quienes, en efecto, tomaron la batuta de la enseñanza de las ciencias físico-naturales en el país.

Los jesuitas retornaron definitivamente al país en 1862, por acción expresa de G. Moreno, después de ser expulsados en 1852 por el gobierno de Urbina bajo influencia del movimiento liberal colombiano. En efecto, la comunidad había vuelto en 1850 durante el Gobierno de Diego Noboa (Jouanen 2003). Por otro lado, si bien la comunidad jesuita en el siglo XIX tuvo características distintas que las que retratan Echeverría, Espinosa o Sevilla, no es menos cierto que la comunidad sostuvo como producción de verdad la relación no excluyente entre ciencia y fe. Para ello, ingresaremos al corpus teológico de la comunidad con el fin de comprobar lo que hemos denominado *producción moral de la física*.

1.1. Re conceptualización del Dios católico en la comunidad jesuita

Como ya hemos referido de forma indirecta, tradicionalmente se ha asociado el avance de la imagen inmanente del mundo desplegada por el desarrollo del conocimiento científico, a partir del siglo XV en Europa, como una trayectoria opuesta a la trascendencia de Dios. Sin embargo, sostenemos fue, el lugar histórico, desde donde para la comunidad se modernizó el concepto de Dios. (Teilhard de Chardin 1968).

En efecto, Dios que “mira desde lo alto” y domina el mundo predeterminándolo, abandona su identidad supratemporal e intemporal. Aprende a caminar por la tierra en la dirección en la que todo fluye “hacia adelante” y en ese proceso adquiere conciencia de su propio movimiento. Es en definitiva, un “Dios que va abriendo una historia”(Teilhard de Chardin 1968, 232). Un Dios, si se quiere, del progreso.

Siendo, por tanto, Dios un Dios eterno pero en movimiento, ha de encontrarse así mismo en realización constante. De forma que, entre el saber "simple" o absoluto de todas las posibles e imaginables existencias a materializarse y el saber de lo real, es decir de lo que ha sido definitivamente elegido para existir, se manifiesta un saber intermedio de Dios, donde se reúnen las posibilidades que "están concretándose" en aquellas que realmente van a existir.(Echeverría 1996)

Este saber medio de Dios, a su vez, dinamizó varios conceptos. Así, se puede mencionar dos elementos en la teología jesuita que se expresaron durante la contrarreforma (concilio de Trento-1545) y que tiene que ver con la transmutación ante dicha: la reinterpretación de la salvación como un proceso terrenal y la importancia que adquiere el libre albedrío en el accionar del hombre. (Echeverría 1996)

Dado que lo que importa es el rol de la ciencia dentro de la praxis teológica⁷⁶ jesuita, se analizará el primer punto a través de la descripción del valor de la búsqueda de unidad y del conocimiento de Dios como mecanismos salvíficos y el segundo, a través de la relativización, desde la astrofísica, de la inteligencia y de la voluntad del hombre. Posición que señala el alejamiento de la comunidad del antropocentrismo de la razón; potenciado, precisamente, por las revoluciones industriales.

1.2. La trascendencia mundana de Dios y la santificación de la ciencia

Si la balanza entre el Bien y el Mal no está pre-determinada en tanto Dios mismo *está en realización*, el mundo deja de ser *el territorio perdido del pecado* al que es necesario renunciar. A partir de ello el hombre deberá atravesar por una dualidad constitutiva. Si bien, el mundo es el *lugar de la experiencia de Dios*, a la vez, este no ha dejado de estar impregnado por el pecado. En ese sentido, para que el bien *pese* por sobre el mal, la búsqueda será "encontrar a Dios en todas las cosas".

La salvación acontece, entonces, en "el aquí y el ahora". Ha de ser un proceso que pasa por concebir cada momento de la vida como una oportunidad para *arrancar* el mal del mundo conociendo como opera Dios en él. De forma que, se trata de una

⁷⁶ hemos decidido usar el término praxis teológica en tanto la comunidad habría de encarnarse en la enseñanza local. En efecto, fue el mecanismo moralizador a través del cual la comunidad modeló conductas. Mediante la educación, la comunidad se atribuyó la tarea de extraer la naturaleza buena a la que estaba llamado el hombre. En tanto poder pastoral actuante dentro de una tecnología de gobierno, el papel de la comunidad será abordado en el último capítulo. Por ahora, seguiremos el trazo del decir-verdad del corpus teológico de la comunidad a través de la física.

espiritualidad de trascendencia mundana en tanto Dios es trascendencia encarnada en el mundo:

Dios está presente en el mundo y su presencia actuante es perceptible en los fenómenos del mundo. La acción divina no está solamente para ser contemplada –por introspección- en la transformación espiritual del “alma” del creyente. La acción divina no se aísla tampoco exclusivamente en los “milagros”, fenómenos extraordinarios en los que parece que Dios debe manifestarse preferencialmente en la transgresión de las leyes naturales. En esa medida Dios no es un Dios externo, situado por fuera de la realidad del hombre.(Euvé S.J. 2013, 179)

La contemplación lejos de ser pasiva, por tanto, se agencia en el conocimiento material de Dios. El conocimiento aparece entonces como camino hacia la salvación. Lo que Harris denomina, según Udías Vallina, “santificación del saber”(2016, 7) y que conlleva la orientación de actividades seculares hacia fines espirituales para la transformación del mundo. Aquello, se expresa, por ejemplo, en la tradición de la institución jesuita en el manejo de colegios y universidades y en el apostolado de las misiones. La entrega jesuita a tareas científicas y de enseñanza estaría justificada así por una suerte de “espiritualidad apostólica”. (2016)

Bajo esta perspectiva, resulta más claro ingresar al rol de la ciencia dentro de la teología jesuita. Aquella actuaría como saber secular puesta al servicio del conocimiento del accionar de Dios en el mundo, cuyo propósito último como venimos repitiendo es la “salvación de las almas”. Así, no podía contraponerse trabajo material y trabajo espiritual, ciencia y fe, vida profesional y vida espiritual, cuerpo y alma, el progreso del mundo y la construcción del reino de Dios, etc. En ese mismo sentido, si bien la comunidad promulgó la enseñanza práctica no se dejó seducir por el desarrollo puramente material, al que por su parte, llamaba con urgencia el desarrollo industrial. Esta caracterización se puede apreciar en el discurso del Padre Menten durante la inauguración de la EPN:

Por mí parte y la de mis compañeros, que de regiones extranjeras hemos aportado a la vuestra hospitalaria, solo os tengo que decir, que nuestra intención y nuestro fin no han sido otros sí no los mismos que nos impone la naturaleza de la ciencia que cultivamos. Este fin es noble, el primero y superior, que además es propio de nuestro estado, es la Gloria de Dios: *el segundo la misma ciencia como un medio para nuestro adelantamiento espiritual y material.*(Citado en J. Espinosa 1931, 67; énfasis añadido)

1.3. La astrofísica y el principio sintético del mundo

A través del desarrollo analítico de la ciencia, para finales del siglo XIX, se pudo constatar “dos trayectorias infinitas”: lo micro (átomos) y lo macro (sistemas solares, galaxias, etc.), es decir se abrió el camino hacia la comprensión de la multiplicidad del universo. Para Teilhard de Chardin (1968), el análisis es el primer “movimiento del espíritu”. En efecto, para comprender la multiplicidad, el espíritu debe avanzar descomponiendo el mundo. La astrofísica *nace* en el siglo decimonónico, precisamente, para hacerse cargo de la multiplicidad físico-química de los cuerpos celestes. Aquella superó la barrera del análisis, exclusivamente, topológico del cosmos (delimitación de posiciones y coordenadas) del que se hacía cargo la astronomía. Las experimentaciones de Kirchhoff, Brewster, entre otros y el desarrollo matemático de Euler en el campo de la espectroscopia permitió dicho giro. (González 2017)

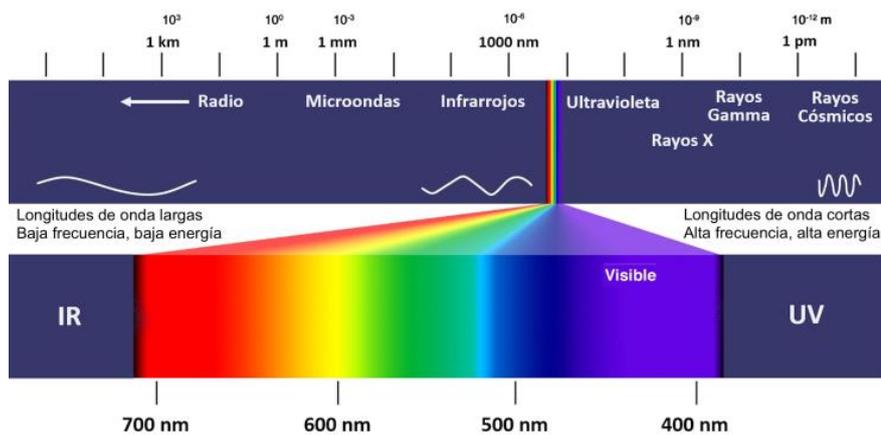


Figura 8. Espectro electromagnético. Imagen tomada de *Un mundo intelectual* (2017)

Como se observa en la figura 8, en sentido físico, un espectro es el resultado de la interacción de la energía electromagnética con la materia⁷⁷. La luz blanca, por ejemplo, es una forma de energía radiante, cuyo espectro es apreciable por el ojo humano (contiene los colores del arco iris). En términos elementales, la base conceptual de la espectroscopia es la identidad entre luz y color. Esta idea filosófica en principio (presente en las enseñanzas de Platón a Timeo) fue desarrollada después por Isaac Newton en 1665 quién acuñó, de hecho, la palabra “spectro” y desarrolló el primer espectroscopio rudimentario. (Menten 1881b)

⁷⁷ La energía electromagnética se propaga en el vacío a velocidad constante (300mil kilómetros) formando ondas de diversa longitud, frecuencia, potencia e interacción (ondas electromagnéticas). Según dichos factores, los tipos de ondas pueden ser: rayos x, UV, etc. (González 2017)

Sin embargo, será el siglo XIX el que desarrolle teórica y técnicamente la espectroscopia. El logro del siglo decimonónico fue detectar en el espectro continuo luminoso de los gases, irregularidades en forma de rayas brillantes y oscuras que no se encontraban en los cuerpos líquidos y sólidos. Pero, sobre todo, se debe a dicho siglo la deducción de que esas líneas eran cualidades de un mismo gas como el negativo de una foto y la foto. En efecto, las rayas blancas eran producidas cuando el gas actuaba como fuente de luz y las rayas oscuras cuando el gas absorbía luz. La conclusión determinante fue que el número y la posición de las rayas en el espectro del arcoíris dependían de la diferente naturaleza de los gases. Por tanto, cada gas tendrá un espectro característico como una huella digital. (Véase figura 9)

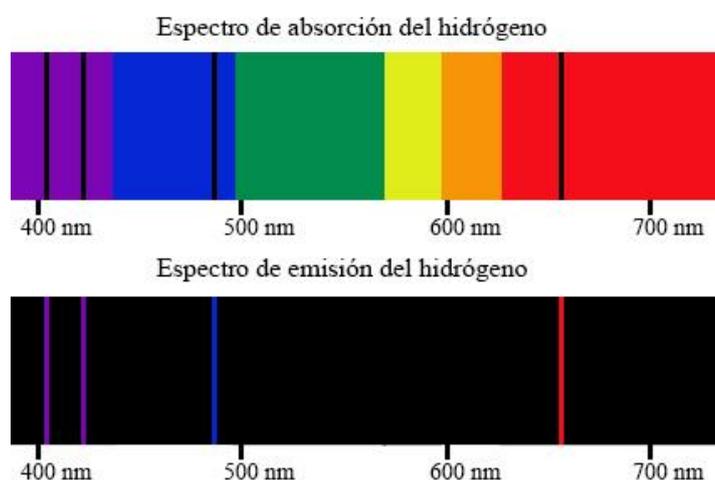


Figura 9. Espectro de absorción y emisión del hidrógeno. Tomado de Martínez (2018)

Ahora bien, hecha una pequeña introducción sobre la espectroscopia, pasemos al filtro del corpus teológico que se expone en la dinámica análisis-síntesis. Para la comunidad, el avance de la astrofísica en tanto análisis solo podía expresar la dirección en la que “todo es pluralidad e inconciencia”, por tanto, en los boletines del OAQ, se recurre a la descripción de la espectroscopia pero a condición de revelar la estructura sintética del mundo. Ella es dispuesta, efectivamente, para denotar una “ley de jerarquía y de complicación creciente en la unidad.”(Teilhard de Chardin 1968, 52)

En un primer nivel, la complejidad que ponía en la mesa las dinámicas físico-químicas de los astros es incorporada en los boletines del OAQ, en términos estrictamente físicos, para dar argumentación al principio de unidad, regularidad y dependencia del universo como resultado de ley de la gravitación. Específicamente, en la argumentación propuesta se siguen dos direcciones: a) la comprobación de la

identidad de sustancias en el sol y los planetas y b) la demostración del estado gaseoso, la gran actividad y la alta temperatura del sol como una huella de su estado primitivo.

Con respecto al primer punto, se exponen entre otros aspectos, las siguientes conclusiones: a) el sol como los planetas debían haberse desprendido de una masa primitiva gaseosa común en tanto el espectro de Urano mostró la existencia de hidrógeno, elemento presente también en el sol y resto de planetas. b) Se dedujo el estado gaseoso de los planetas externos (desde Júpiter hasta Neptuno). Mediante dicho *descubrimiento* se explicó la progresión regular de los planetas en sus densidades y distancias. En el origen primitivo la fuerza de gravedad debía haber acercado a los planetas más densos hacia el centro. c) Lo anterior demostraba que las distancias entre planetas era un eco del tiempo de formación de estos. Pues denotó la correspondencia entre las condensaciones sucesivas y la tercera ley de Kepler que a su vez es la consecuencia necesaria de la ley de la gravitación universal, etc.(Menten 1879b)

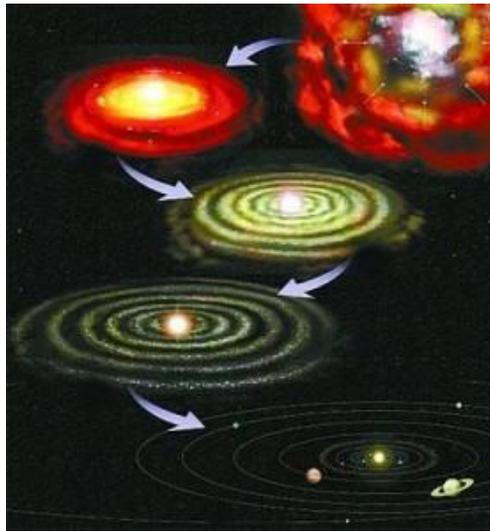


Figura 10. Teoría Nebular laplaciana del origen del sistema solar. Imagen tomada de *blogodisea* (2019)

Con respecto a la naturaleza del sol, se explica las manchas solares como fenómenos producidos por una diferencia de temperatura importante que condensa los gases (hipótesis sostenida por Kirchhof). A diferencia del espectro solar ordinario, en el espectro de una mancha se notaban líneas oscuras acentuadas. Esto demostraba que debía efectuarse una mayor absorción, lo que correspondía a una mayor diferencia de temperatura. Descartando con ello, la hipótesis del físico francés de Faye, para quién las manchas solares eran cavidades. Así, mismo y además por la polarización de luz se

descartó que las protuberancias solares fueran ilusiones ópticas⁷⁸. Por el contrario se explicaron como consecuencia de erupciones internas del sol que alcanzan corrientes de gas a una altura enorme. Otro descubrimiento del análisis espectral fue, además, la demostración de la existencia y extensión de la atmósfera del sol (Menten 1879c). En efecto, la extensión mayor de la atmósfera en el Ecuador del sol se explicó como signo de la acción de la fuerza centrífuga en su interacción con la fuerza gravitatoria. En definitiva, las manchas, las protuberancias y la atmósfera solar habían demostrado el desarrollo primitivo del sol y su gran temperatura.

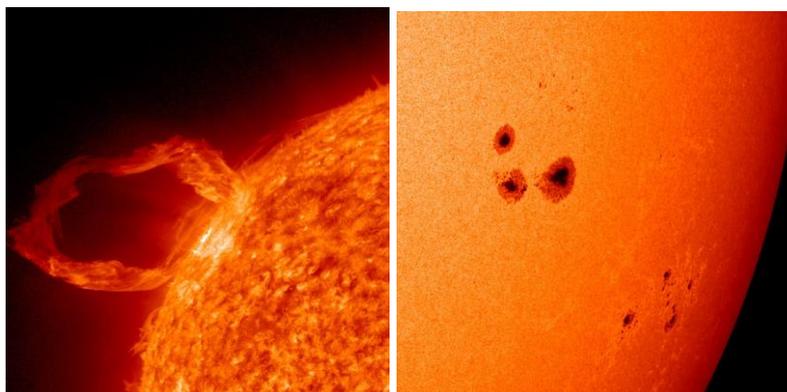


Figura 11. (A la izquierda) perturbaciones solares. Elaborado por la NASA (2010; disponible en wikipedia); (a la derecha) manchas solares. Elaborado por la NASA (2020).

Así, la unidad y dependencia que se infería de la espectroscopia mostraba un sistema solar como un “gran todo, vinculado y evolucionado orgánicamente”. Y esto no podía más que para la comunidad jesuita “(lanzar al hombre) hacia el centro único de las cosas, que es Dios”(Teilhard de Chardin 1968, 44). Este principio ordenador imposible de analizar es el uno sintético. Es ese centro donde converge la multiplicidad “hasta no ser más que uno”, por tanto, lugar del verdadero y único imponderable:

Preciso es volver al principio de la transformación de la fuerza viva para encontrar en él, el orden y conservación de la temperatura y de todo el sistema solar. Movimiento y trabajo son la fuente del calor y ¿Dónde encontramos movimiento y trabajo hasta antes? En la condensación que continuamente se efectúa en el cuerpo solar y que es esta condensación? Es la misma gravitación. Ese principio universal de movimiento, sea de los astros y de planetas en su órbita, sea de las moléculas en un mismo cuerpo. Nunca la ciencia ha dado un paso más notable, que en este descubrimiento; pues presenta una grande unión y mayor sencillez todavía en las causas que obran en el origen y conservación del sistema solar, dándonos ocasión de esta manera para admirar la sabiduría del creador que, con medios sencillos llega a grandes fines y con una sola causa engendra la mayor variedad de efectos.(Menten 1881a, 63)

⁷⁸ Posición sostenida por Aguilar, Director del Observatorio de Madrid y el padre jesuita Secchi (ambos observaron el eclipse de Madrid en 1860). Recordemos que Menten fue alumno de Secchi en Roma cuando realizaba sus estudios de teología y astronomía. (Observatorio Astronómico de Quito 2005)

En ese sentido, en tanto Dios es lo uno, el hombre conoce la presencia de Dios a través de la ciencia. Por ella descubre la multiplicidad del mundo, pero al mismo tiempo se le devela, en ese camino, un único principio conector y regulador. Dios es esa unidad, la síntesis de la complejidad y de lo múltiple en lo uno y lo simple:

El gran principio de la explicación de Laplace es el de la unidad del sistema solar [...] y siempre que lo encontramos, nos acercamos a la sencillez y a la verdad[...] los progresos diarios de las ciencias físicas demuestran ya ese lazo misterioso en las fuerzas, que todo lo reduce a un principio simple y sencillo, que rige y domina aquellas fuerzas (Menten 1879a, 44)

La física se constituye entonces en el medio de demostración de la unidad y el orden cósmico.

Hay en efecto, tal constancia, tal estabilidad, pero no tal como la vemos en nuestro sistema reducida a pocos cuerpos y distancias relativamente mínimos, sino tal como el creador solo las pudo comprender y producir en innumerables sistemas solares, en aquellos mundos infinitos repartidos por el universo y unidos entre sí por un vínculo necesario. (Menten 1881b, 24; énfasis añadido)

Por ello la reconceptualización de Dios desmonta su inmovilidad; y, así mismo, la cualidad de su posición en la génesis del mundo. Con la narrativa de la ciencia tamizando el corpus teológico, Dios ya no puede ser causa a priori sino que ha de constituirse en principio sintético. Es origen de las cosas no desde la exterioridad de su pasividad sino desde la regulación dinámica del mundo. No es el uno supraterráneo, es la unidad sintética del espíritu y la materia. Entonces, la Física es material pero sobretodo ha de tener una dimensión espiritual. Es decir, se construye un sentido moral sobre ella.

1.4.El Hombre, creación (co)creadora

La espiritualidad ignaciana como “hija” de la modernidad sentó también su confianza en la razón humana. De hecho, los planteamientos que mantuvo la comunidad con respecto al libre albedrío fueron considerados en su momento heréticos ya que se dedujo que Dios “dependía” del hombre para realizarse. No obstante, como señala B. Echeverría, la comunidad distinguió entre gracia efectiva y gracia suficiente. En esta distinción, la gracia efectiva es “la encargada” de “materializar” la salvación del hombre a través del libre albedrío, en efecto:

[Dios] se basta a sí mismo para salvar o condenar a cualquiera [pero] este bastarse a sí mismo sólo puede darse mediante una intervención humana [...] el libre arbitrio debe estar ahí, en cada uno de los individuos, para que la gracia suficiente de Dios se convierta en una gracia eficaz, para que la salvación tenga lugar. (Echeverría 1996, 35)

Así, si bien el hombre tiene la oportunidad, mediante el libre albedrío, de “salvarse a sí mismo” decidiéndose por el bien en medio de un “devenir inconcluso” que se debate entre dos fuerzas morales antagónicas, Dios no deja de bastarse a sí mismo. De forma que lo que trasmuta es el carácter absolutista de la gracia de Dios. Con la modernidad, la gracia de Dios será suficiente pero contingente, divina pero mundana, etc.

Lo que si ha de considerarse *herético* es la distancia que toma la comunidad jesuita decimonónica local de la modernidad capitalista y que refleja la autonomía relativa de la comunidad como institución global. Nos referimos a la crítica levantada contra la *confianza desmedida* en la razón humana que exigió la competitividad del capital y que Bolívar Echeverría denomina *hybris*.

De nuevo la interpretación que se expone en los boletines del OAQ sobre la constitución del universo nos permite argumentar lo anterior. Así, se relativiza el *protagonismo de la razón humana* al menos en dos lineamientos: a) la ambivalencia moral que atraviesa la inteligencia y voluntad del hombre y b) los límites de la inteligencia humana frente a los descubrimientos cada vez mayores de la astrofísica.

Con respecto al primer punto, empecemos con el siguiente extracto:

Extenso es nuestro globo, sabia su construcción y elevado su destino que nos llena de admiración, cuando algo lo alcanzamos a comprender; más extenso es el sistema solar y los secretos que encierra, pero mayor que todo *Aquel que con su mano poderosa levanto ese magnífico edificio, dirigió su construcción y vela constantemente por su duración y conservación. Que tuviéramos inteligencia para comprender y voluntad para amar es principio y fin de toda perfección* (Menten 1878b, 26; énfasis agregado)

De acuerdo al párrafo precedente, la inteligencia y la voluntad del hombre son dones de Dios, por tanto, son cualidades que denotan la presencia de este en los hombres. Empero, dado el libre albedrío, estos dones potencialmente pueden “desviarse” por el poder de control que despliega la misma razón humana en tanto su atención este “absorbida solo en la materia”. En este sentido, el hombre puede participar como co creador en la obra de Dios perfeccionándola en el camino del bien pero al mismo tiempo puede decidir separarse de él para crear su propio orden. El hombre ha de aprender entonces a reconocer la subordinación del orden físico al orden moral:

La felicidad y desventura del hombre en particular, como de la sociedad en general, se encuentran en el arreglo o desvío de esas facultades principales [inteligencia y voluntad del hombre]. Hay, pues, las palabras, libertad, moral, religión, derecho, estado [...] Estas palabras y las ideas que expresan, mueven continuamente, a todo, hombre cuya atención no está absorbida solo en la materia, y cuya aspiración va más allá de su subsistencia y la de su familia; son las mismas que bien o mal usadas forman las palancas poderosas de todo movimiento social, las grandes reformas que, en cambio continuo, se efectúan en las naciones

[...]Pero todo eso, aunque es, como bien lo conozco, la parte más importante en el orden universal [...] *El objeto de mis estudios actuales debe ocuparme y por eso es que voy a la otra parte del orden universal, el orden físico, menos digno que el primero, pero no menos interesante para el hombre que está colocado en medio de los milagros de la naturaleza, para admirarlos y aprovecharse de ellos.* (Menten 1878b, 4; énfasis añadido)

Junto a la ambivalencia moral que atraviesa la voluntad e inteligencia del hombre, explicaremos el segundo punto: la limitación cognoscitiva de este. La ciencia se constituyó en el medio por el cual, de igual manera, para la comunidad el hombre (re)conoce los límites de su propia constitución. Así, se subraya el exiguo alcance cognoscitivo de la inteligencia humana frente al cosmos infinito que abre la astrofísica:

Con razón dice el P. Secchi que la profundidad de los cielos es impenetrable, que jamás conoceremos sus límites, que nuestra imaginación se confunde y en vano busca comparaciones para formarse alguna idea de la inmensidad y armonía del sistema cósmico.(Menten 1881b, 39; énfasis añadido)

Esta limitación se constituye como tal, en efecto, porque el hombre es parte de un orden cósmico que le antecede y le sobrepasa. Por ello, mediante la astrofísica se subraya el apareamiento *reciente* del hombre dentro de ese orden así como su estatus de creatura en medio de otras tantas creaturas que habitan el universo.

[...]La historia del hombre no es la historia de la tierra. A última hora ha venido a ocupar el puesto que se le había preparado por mil transformaciones del globo terrestre. Todas estas transformaciones o revoluciones geológicas, muestran desde tiempos inmemoriales un desarrollo continuo y un perfeccionamiento constante; desarrollo y perfeccionamiento que no son exclusivamente propios del globo terrestre sino común a todos los cuerpos celestes. (Menten 1878b, 19; énfasis añadido)

En definitiva, dado que la ciencia es un recurso que devela las fuerzas físicas que, a su vez, expresan la unidad y perfección de Dios, y por otro, la fragilidad y ambivalencia moral de la razón humana, la fe en la ciencia no puede ser ilimitada. Ella no es el fin, es un medio al servicio de un fin mayor. De forma que, en el corpus teológico de la comunidad jesuita local, la ciencia no es un contraargumento de Dios, por el contrario, es la confirmación de su axiomaticidad.

2. El positivismo “exagerado”

En el mundo secular, la confianza en la eficacia del método científico y su difusión como única forma legítima cognoscitiva fue uno de los rasgos característicos del positivismo decimonónico. El alcance cada vez mayor y aparentemente universal de las explicaciones que permitió la física sobre los fenómenos de la naturaleza (los

imponderables) la constituyó en prototipo de dicha forma. Es así que, a partir de esta disciplina se hipervalorizó la experimentación, la observación y el análisis de hechos.

En el marco de la utilidad práctica demandante de la modernidad capitalista, la aplicabilidad técnica de la física en el despliegue de la revolución industrial acentuó, en efecto, la reducción del conocimiento como análisis de hechos. Es así que se intentó totalizar la *fuera* explicativa de la física más allá del *orden natural*. Comte y la creación de una física social es el ejemplo más claro. Las crisis o transformaciones de la sociedad, según este autor, exigía descubrir las leyes que la gobernaban y para ello había que crear una ciencia de los fenómenos sociales.

En el contexto latinoamericano, según Pablo Guadarrama la apropiación del positivismo fue *sui generis*. Este impregnó toda la vida cultural latinoamericana desde mediados del XIX y fue incorporado por las elites intelectuales y políticas como correlato filosófico del proyecto de modernización en tanto sostuvo las aspiraciones de las débiles burguesías nacionales por cambiar las relaciones precapitalistas de producción a través del desarrollo industrial (progreso).

Pero sobretodo, el positivismo fue asimilado como la posibilidad de establecer orden en las nacientes repúblicas frente al caos que dejaron los movimientos independentistas. A lo largo del siglo XIX, la incertidumbre atraviesa los territorios latinoamericanos. Estuvieron en debate las formas de gobierno político (parlamentarismo, constitucionalismo, o republicanism), se intentó encajar dentro de las exigencias del liberalismo, se buscó incorporar dentro de un nuevo orden social, el ingente social (indios, negros) desatado por los movimientos independentistas y *se combatió la mentalidad escolástica colonial*. (Guadarrama 2004a)

El cuestionamiento a la filosofía escolástica y la orientación a formas de conocimiento basadas en la observación, la experiencia y la razón sucedieron ya en el marco de las transformaciones Borbónicas (Siglo XVIII). La ilustración y el romanticismo fueron algunas de las corrientes que siguieron esa línea y donde se empezó a forjar, según Hurtado, una “actitud y una aptitud positiva”(2008, 99)⁷⁹. Cabe recalcar, que el interés de estas corrientes en general estuvo encaminado a forjar una “Emancipación Mental” de América.

⁷⁹ Para Hurtado abordar el positivismo en América latina es problemático pues aparece simultáneamente compartiendo el mismo espacio con otras corrientes filosóficas con las que comparte algunos principios como por ejemplo: el materialismo, el biologismo, el pragmatismo, etc.

Ahora bien, según Guadarrama, los intelectuales latinoamericanos mantuvieron una postura crítica frente al positivismo. Estos “[...]supieron diferenciar entre las formulaciones dogmáticas y autoritarias del positivismo comtiano, y las expresiones liberales mucho más progresistas del spenciariano” (2004b, 27).

Decidor también es que la generación antipositivista que surge a finales del siglo XIX⁸⁰, si bien impulsó el historicismo como método de análisis del desarrollo social de cara al “positivismo, como heredero del racionalismo y el empirismo, (en tanto) extrapoló las potencialidades lógicas y epistemológicas del hombre en detrimento de la comprensión integral de la vida humana.” (Guadarrama 2011, 136), reconocieron y continuaron con la crítica a la xenofilia cultural planteada por el positivismo y se enfrentaron también al biologicismo ingenuo⁸¹.

La particularidad en la que me quiero detener y que condensa la originalidad del positivismo latinoamericano nuevamente es la relación trenzada entre filosófica y ciencia. A pesar de que se situó en la ciencia el poder de resolver todos los conflictos de las nuevas repúblicas, el positivismo latinoamericano no coincidió con el replegamiento de la filosofía. En efecto, quiero dejar señalado como hipótesis el posible influjo de la enseñanza impartida por las comunidades religiosas en la apropiación sui generis del positivismo latinoamericano que señalan Guadarrama y Hurtado.

Sobre todo si se considera que tanto la comunidad jesuita como la corriente positivista jugaron roles activos en la educación. Así, si bien “muchas de las reformas pedagógicas que se hicieron en las escuelas normales de maestros surgieron de esa visión positivista de la formación del maestro, en la cual se estimulaba el culto a la ciencia” (Guadarrama 2004a, 14), por otro lado, así mismo, la comunidad jesuita manejó ciertos monopolios en la educación de las élites.

En términos concretos, de cara a la institucionalización de la escisión entre filosofía y ciencia en la enseñanza que exigía la modernidad capitalista y que habría de expresarse en el modelo politécnico francés, la comunidad jesuita alemana en el país mantuvo una traducción particular de dicha tendencia al denominarla *positivismo exagerado*⁸²:

⁸⁰ Entre las que encuentra autores como Rodó, Korn, Deustua, Molina, etc.

⁸¹ Así mismo, el positivismo contribuyó en el campo educativo a un mejor conocimiento del continente.

⁸² [...] no son las observaciones directas, ni sus deducciones inmediatas las que pudieran guiarnos en el campo de la investigación, son más bien conclusiones filosóficas fundadas en la analogía, las que nos suministran un resultado más que satisfactorio. (Menten 1879b, 89)

El mismo vacío que dejaba la filosofía en las cuestiones de la naturaleza y que jamás el raciocinio solo pueden comprenderse, el mismo orgullo con que se desechaba todo estudio positivo, ya declarando la insuficiencia de este [...] produjo aquel positivismo exagerado, que lejos de todo principio y con menoscabo de toda filosofía, no admitía en todo sentido, sino los resultados de la experiencia y de la observación.(Menten 1878a, 2) (Menten 1878b, 2–3)

Por el contrario, tanto la filosofía como la ciencia son asumidas por la comunidad como partes diferenciadas pero integrales del proceso cognitivo:

El positivismo exagerado en las ciencias, produjo un vivo trabajo, lleno de interés y coronado de muy buen éxito, aunque por falta de principios muchos esfuerzos se perdieron y otros daban mil resultados falsos por otros tantos ensayos infundados. ***Una filosofía racional o natural ya no puede existir sin observación, sin examen, sin estudio serio de las ciencias naturales, a lo menos en sus resultados.*** Así mismo no existe el estudio de las ciencias naturales, del orden y arreglo de la naturaleza, sin principios filosóficos”

Hemos buscado cuantas razones puede haber para una explicación fácil y natural de la estructura del sistema solar y de los fenómenos que en él se manifiestan ; y si es permitido de los efectos concluir una causa proporcionada, ***la filosofía y la ciencia conviven en esa explicación natural que en sus rasgos principales nos dieron Kant y Laplace.*** (Menten 1878a, 3; énfasis añadido)

Con más exactitud a diferencia de Comte que reduce el rol de la filosofía al papel de “metodología de las ciencias”, en los boletines se asigna a la filosofía el lugar de la inventiva, la innovación, la imaginación o más estrictamente el de la creación mientras a la ciencia se le asigna el lugar de la precisión.

La teoría sobre el origen y formación del universo de que hablamos, ha sido inventada y explicada primero por Kant, el gran filósofo alemán y su cosmogonía expuesta en el libro titulado: “historia general de la naturaleza y teoría del cielo” poco diere á a la verdad, de la explicación de Laplace....No hay en el primero la precisión y exactitud, que tanto admiramos con razón en el segundo, pues Kant no poseía las ciencias naturales, pero si la filosofía. Por eso se atrevió más que Laplace, el que se contentó con desarrollar la explicación sobre el origen y la formación del sistema solar, admitiendo un movimiento inicial en el sistema sin averiguar su causa. En este mismo movimiento se perdió la especulación de Kant, al querer demostrar su necesidad interior, en lugar de reconocer un principio. (Menten 1879a, 43)

En síntesis y para recapitular, dentro de la teología jesuita en el marco de la santificación de saber, la ciencia, aparece supeditada al bienestar no solo material sino también espiritual del hombre. En ese sentido, el conocimiento, en tanto, es conocimiento de Dios, no se agota en la búsqueda de una representación adecuada de la realidad (Caruana 2007). El conocimiento está dispuesto hacia la salvación y bienestar del hombre. La ciencia jesuita entonces cultiva una dimensión moral y ascética que el capitalismo obvia en la hybris de su expansión. En consecuencia, si la ciencia no está llamada a abstraerse solo en el desarrollo de lo material, la filosofía no puede salir del juego cognoscitivo integral que acerca a los hombres a Dios. En definitiva, sin

representar un avance anticientífico o anti moderno, filosofía y ciencia se constituyen en tributarias del corpus teológico moderno jesuita.

3. Producción político-moral de la física

La física no respondió únicamente al orden moral inscrito en el régimen de verdad de la comunidad jesuita, también se correspondió con una racionalidad política concreta. Como hemos referido ya, una de las características más importante del periodo garciano fue su vocación nacional. Con el fin de diferenciar en qué nivel operó esta característica, avanzaremos en la dirección teoría propuesta por J. Maiguashca sobre el concepto de Estado (1994).

Para este autor, el estado en su vinculación con el proceso de integración nacional puede ser abordado en dos niveles: en tanto maquinaria burocrática institucional y como factor de dominación social. Para Maiguashca el estado pudo contribuir, durante el siglo XIX, a la formación nacional con más efectividad en cuanto aparataje institucional. De los tres procesos a través de los cuales este autor argumenta dicha hipótesis, explicados ya en la introducción de esta investigación, el proceso de penetración político-administrativo fue el que tuvo menos éxito. Si bien el debate unitarista-federalista, se resolvió a favor de la consolidación de la tendencia unitarista del estado en 1883, expresando con ello, la “institucionalización de la autoridad estatal a nivel nacional” (Maiguashca 1994, 371) , el debate centralista-descentralista que tuvo que ver con la organización administrativa del Estado en el control de recursos sociales fue más problemático. En efecto, frente a la pobreza del fisco y a la grave fragmentación de la sociedad ecuatoriana, el avance estatal de cara a los poderes regionales y locales, tuvo que sobrellevar mayores obstáculos.

Bajo ese contexto, las elites ecuatorianas se decantaron por la búsqueda de la homogeneización normativa del país a partir del manejo de la idea de república como utopía. Mediante aquella intentaron compensar el complejo avance que representaba la penetración material del Estado frente a los poderes regionales. Así mismo, para el autor, en lo que tuvo que ver con el proceso de incorporación social, es decir con la ampliación de la comunidad política, la agencia del Estado hizo también avances importantes. (Maiguashca 1994). Ahora bien, en función de lo señalado y dado que nos interesa profundizar en la dimensión política del concepto de modernidad católica hemos decidido centrarnos en lo que va de este capítulo en la homogenización normativa.

Los periodos marcista (1845-1859) y garciano (1861-65 y 1869-75) fueron los que actuaron con mayor claridad en el proyecto normativo del Estado. Sin embargo, a diferencia de los marcistas que sostuvieron un ideal republicano basado en la igualdad económica-social, el periodo garciano lo hizo bajo un ideal ético-religioso. De forma que lo que difirió fue el contenido del programa normativo, no la vocación moderna del proyecto garciano. (Maiguashca 1994). En ese sentido, sostendremos junto a Maiguashca, el carácter no contradictorio de la incorporación del catolicismo dentro de dicho proyecto político. Para ello sustentaremos la argumentación propuesta por este autor a través del lugar que ocupó la ciencia en general y a la física en específico.

En efecto, dentro de la racionalidad política garciana, se dispuso del catolicismo para la construcción de la nación. Recordemos que la operatividad de un dispositivo está dado por la urgencia a la que intenta responder. En ese sentido, el periodo garciano llamó la atención sobre la “confusión normativa” provocada en el marco de la crisis de 1859. Esta crisis expuso, precisamente, el problema de la legitimidad del Estado y el de la identidad colectiva. Problemas identificados, en parte, por el tratamiento científico con que García Moreno entendió la política. Como señala Maiguashca, desde una dimensión “realista” García criticó al liberalismo: “según él, sin base empírica los practicantes del liberalismo no podían evaluar adecuadamente lo que él llamó “la cuestión de posibilidad” y la “cuestión de conveniencia”, dos criterios centrales de la racionalidad política.” (Maiguashca 2005, 7)

El dato empírico, precisamente, que reconoció el proyecto político garciano para construir la nación fue la presencia del catolicismo en la realidad social del país. Así, en cuanto “cuestión de posibilidad”, a diferencia de la postura liberal, no se buscó imponer nuevos valores desde arriba sino racionalizar y fortalecer políticamente los ya existentes. La transición de la colonia a la República ya había implicado una hecatombe en el terreno normativo. La postura liberal solo empeoraría la “confusión normativa” con su propuesta de secularización y de culto al individuo. En ese sentido, con respecto a “la cuestión de conveniencia”, se creyó que el catolicismo por ser el único vínculo certero de unidad en la población, ayudaría a recomponer el orden público:

García Moreno captó claramente la condición que los sociólogos llaman anomie y se propuso encararla y resolverla, pues sin esto era imposible poner las bases del orden nuevo. Por esta razón, insistió en la necesidad de constituciones y gobiernos que trataran del papel de la moral en la vida pública en forma directa y sustantiva. Convencido de que la confusión normativa era en gran parte responsable de la anarquía política, García Moreno buscó maneras de redefinir el discurso de la vida pública en términos ético-religiosos. (Maiguashca 2005, 8)

En definitiva, por tanto, en términos de identidad colectiva no se buscó forjar tanto una comunidad de iguales impuesta por la legalidad sino transformar la unidad de creencia presente en la realidad social ecuatoriana en principio normativo. De ahí que, después de ello, se haya buscado la declaratoria de la ciudadanía católica en la Carta Negra (constitución de 1869) y la consagración del país en 1873 al Sagrado Corazón de Jesús, para, respectivamente, conformar el orden legal y simbólico de la nación.

Razón por la cual, con respecto al problema de legitimidad, mientras los marxistas pregonaron el culto “abstracto de la ley”(Maiguashca 1994, 385) como paso necesario para internalizar la república, para el gobierno garciano solo la ley religiosa contaba con el poder de legitimar las instituciones políticas.

La fuente ideológica de este cambio, por otro lado, fue la cultura popular, tema que no obstante, se matizará en el último capítulo cuando tratemos las subjetividades promovidas por el Estado dentro de una tecnología de gobierno concreta. Por ahora, quiero resaltar la dirección modernizante del proyecto garciano en su tratamiento del rol de las ciencias. Por ello me centraré en la orientación de la producción política de la física hacia el campo de lo normativo en tanto la complejidad que implicó su avance en la dirección de la penetración político-administrativa del Estado.

En términos foucaultianos, recordemos de nuevo, un dispositivo responde a una urgencia. La economía del Ecuador decimonónico se puede describir como un conjunto de “archipiélagos” sin integración. Situación que empieza a transformarse, no obstante, a partir de la segunda mitad del siglo XIX, bajo el impulso de la bonanza de las exportaciones de cacao y de la dirección nacionalista del proyecto garciano.⁸³

Así, dentro de dicha dinámica se desataron procesos de transformación institucional. Uno de ellos, fue el del sistema bancario que habría de dar cara al problema de la integración monetaria⁸⁴ y que reflejó, efectivamente, la inexistencia de un mercado nacional⁸⁵. En definitiva, las instituciones bancarias: “completaron el

⁸³ Las exportaciones de cacao llegaron a representar más de las dos terceras partes de las exportaciones. Así mismo, Ecuador logró un crecimiento estable en la década de los 70 del siglo XIX en la producción del mismo. (Chiriboga 2013)

⁸⁴ Muchas de las grandes haciendas emitían su propia moneda con la que pagaban a sus trabajadores, quienes a su vez estaban obligados a adquirir sus bienes de consumo en ella. (Chiriboga 2013)

⁸⁵ Se crea el banco del Ecuador (1868) y el banco de crédito hipotecario (1871). Este estaría destinado a brindar préstamos y traer herramientas agrícolas del exterior. (Chiriboga, 2013,69). Sin embargo, el banco de crédito hipotecario no podía emitir moneda, para superar esta limitación sus accionistas crearon el banco internacional y el banco territorial ligado al ala agroexportadora.

circulo estructurador de los ejes comerciales, crediticios y bancarios asociados al agujero cacaotero y estuvieron orientados a organizar el sistema monetario⁸⁶, y facilitar el flujo e intercambio de mercancías”(Chiriboga 2013, 80)

Organizar y potenciar la circulación, se constituyó justamente en prioridad del Estado bajo el gobierno garciano. Aquello, implicó, entre otras cosas, trabajar en la disposición racional del espacio. El territorio se convirtió en un problema que debía ser diagramado así mismo bajo una técnica política. Se invirtió entonces en la construcción de carreteras con el objetivo de abrir los mercados locales y permitir una libre circulación de mercancías; mercados que, así mismo, tendrían que articularse a una economía de rango nacional.

El conocimiento con capacidad de crear la infraestructura para “poner en circulación”, para establecer redes comunicacionales, fue la física decimonónica. Los expertos legitimados por la institucionalidad científica, y autorizados dentro de la racionalidad política local para pensar y modificar el espacio fueron los ingenieros, los constructores de viaductos, de ferrocarriles, etc.

Convencido S. E. el Presidente de la República de que en un país poseedor de inmensas y desconocidas selvas y un extenso territorio sin caminos, puentes ni facilidad ninguna de comunicación, eran menester los estudios de las ciencias exactas, físicas y naturales y de todas las que, sin ser la abogacía ni la medicina, proporcionan también a los profesores medios para la vida, emprendió como sabéis ya, la creación de la Escuela politécnica. (León 1873, 75)

En efecto, como señalan Demélas y Saint –Geours (1988): el proyecto político de García Moreno puede resumirse así: "Iglesia y caminos" y que nos permitimos traducir como: poder pastoral más ingeniería (física)⁸⁷. No es casual entonces, que este periodo, se destaque por su ambiciosa planificación en obras públicas de viabilidad y comunicaciones. En el caso del ferrocarril, por ejemplo, si bien solo se efectivizó primero el tramo Yaguachi-Milagro en 1874⁸⁸ y en 1875 el tramo Milagro – Barraganetal, inicialmente fue aprobado, por la Convención Nacional, el 23 de abril de 1861, líneas férreas entre Babahoyo y Quito, el Pailón e Ibarra, Naranjal y Cuenca y entre Santa Rosa y Zaruma (Cepeda Astudillo 2008). Así mismo, existió una proliferación de vías encaminadas, sobre todo, al intercambio entre la capital y

⁸⁶ Dicha dirección se materializó en las reformas monetarias de 1881 y 1883 (Chiriboga 2013).

⁸⁷ Esta característica será explicada en el último capítulo.

⁸⁸ El 1 mayo de 1874 se estableció oficialmente el tránsito entre estas dos ciudades

Guayaquil⁸⁹ en comparación a los caminos de herradura construidos entre 1830-1860 que mantenían las rutas de la colonia⁹⁰

En otras palabras, se intenta resituar las ciudades como enclaves de modernidad integradas y articuladas dentro de un proyecto nacional. Sin embargo, esta penetración política administrativa del Estado, mediante las aplicaciones tecnológicas de la física, no se dio sin que antes se desate una pugna por el ejercicio del poder. En efecto, según Chiriboga (2013), la planificación vial, a excepción de los propietarios de las plantaciones de la costa que financian con 200.000 pesos, por ejemplo, el inicio de la construcción de las vías del tren, en general:

(...) tropezó con la oposición de los propietarios de las haciendas, preocupados por la idea de verse privados de sus peones, pero también inquietos de ver en retirada su influencia local por el poder central. Era el Estado versus los grandes hacendados que se oponía al libre tráfico de las mercancías, la ausencia de relaciones de producción claramente capitalistas, relaciones de producción rentistas y un mercado interno poco estructurado” (2013, 81)

Si las reestructuraciones descritas provocaron detractores fue entonces porque estuvo en disputa la forma de gobierno de la población con respecto a la distribución y asignación de recursos sociales (penetración administrativa del Estado). Así, bajo el impulso del ethos productivo garciano, no estuvo en juego solo la creación de espacios para el flujo de cosas sino y esencialmente estuvo en juego una nueva distribución de los cuerpos. Ligada, a su vez, a la apropiación de la fuerza de trabajo. En efecto, si la disposición del impuesto subsidiario (rentas más importantes de los municipios) por parte del poder central hacia la implementación de obras viales “de rango regional y nacional más que local” (Maiguashca 1994, 369) provocó pugnas fue porque, en última instancia, estuvo en disputa la provisión de mano de obra, que había estado tutelada por los municipios aproximadamente desde la década de los 50s.

Con las constituciones de 1845 y 1851, durante el periodo marcista, esta figura se había fortalecido políticamente; y, así mismo tuvo un desarrollo favorable en términos económico-administrativos, debido a la integración de las economías regionales a la economía mundial. Integración que había motivado, precisamente, la implementación de obras públicas. En efecto, aquello había hecho que el municipio reemplacé de a poco la función de control sobre la mano de obra ejercida durante la colonia por la corona y venida menos durante inicios de la república. En definitiva, “el

⁸⁹J. Tobar Donoso, García Moreno y la Instrucción pública, (Quito: Editorial Ecuatoriana, 1940)

⁹⁰ En efecto, el hapac ñan hasta entonces conectaba únicamente la Sierra alrededor de Quito como epicentro. (Gomezjurado 2014)

conflicto entre el poder central y las élites regionales esta vez no tuvo que ver con el equilibrio interno "territorial", sino más bien con lo que se podría llamar el equilibrio interno "social".(Manguashca 1994, 404)

Bajo esta perspectiva, la intervención en el espacio es un quehacer activo del poder en tanto hace posible que la población se consagre al trabajo y que, así mismo, caso contrario, pueda ser castigada, reprimida o disciplinada. Es decir en la administración de recursos sociales. Por ello ha de preocuparse no solo por el comercio sino también por la higiene y la vigilancia.

¿En términos más profundos que tiene que ver esto con la física? Efectivamente, la trasmutación de los espacios no puede darse sin paralelamente la reconfiguración perceptiva del tiempo. En ese sentido, en el marco de las transformaciones descritas, la física no solo hizo circular sino que acortó el tiempo de esa circulación⁹¹.

Este poder que se traduce en el agenciamiento de mayor disponibilidad en el uso del tiempo fue posible, subrayamos, a través de la física (transporte y telecomunicaciones). Ni la abogacía ni la medicina, tenían la capacidad de modificar el tiempo. La capacidad de intervención de la física, ha sido históricamente ese, el de operar en los cuerpos (re)organizando su percepción colectiva del tiempo y del espacio. La importancia del vínculo entre la física y el terreno de las comunicaciones expresó, precisamente, una redistribución particular, así mismo, en las relaciones del poder con respecto a la percepción histórica del espacio y el tiempo.

La física de los imponderables no solo produjo fuerzas, también multiplico el tiempo. Las máquinas y los artefactos desarrollados en función de aquellos permitieron por un lado, realizar tareas en menor tiempo y por otro, acortar distancias. En ambos casos, se produce un excedente de tiempo necesario para extraer trabajo.

Excedente dispuesto en occidente hacia la acumulación del capital, por tanto, organizado en función de lo productivo. En efecto, si la física de los imponderables se pregunta por el mayor rendimiento del trabajo de las máquinas, el poder lo hará con respecto a la eficiencia del trabajo humano. ¿Por qué? La riqueza no está en la tecnología sino en la organización social de la fuerza del trabajo. Como señala Marx, “Las máquinas no son más que una fuerza productiva. La fábrica moderna, basada en el

⁹¹ . A partir de la década de 1860, de hecho, con la llegada de los barco de vapor se acorto el viaje entre Guayaquil y Babahoyo de dos días a entre seis y ocho horas y el trayecto de Guayaquil a Quito en 14 días.(Gomezjurado 2014)

empleo de las máquinas, es una relación social de producción, una categoría económica”.(Marx 1987, 87)

La productividad en mención, por tanto, no tiene que ver con trabajar más, sino con saber trabajar. En otras palabras, el trabajo es una cualidad del saber no del “en sí” del trabajo. Se gesta, por tanto, la siguiente triada saber-productividad-trabajo.

En el Ecuador decimonónico la relación social de producción de la que habla Marx es inexistente. Esto se reflejó, como se ha señalado antes, en los obstáculos que representó para el estado avanzar en términos político-administrativos frente a unos poderes regionales que ejercían el monopolio de la mano de obra. En ese sentido, la productividad, en términos nacionales, se produce como verdad en el terreno de la moralidad. Es decir, la productividad solo pudo actuar como una narrativa moral del poder. Las ciencias físicas tuvieron que actuar desde ese plano para hacer posible la extracción de fuerza trabajo. La única forma de extraer trabajo, por tanto, fue tamizada por el campo de lo moral. Sentir que se ve expresado en el siguiente párrafo pronunciado por el ex politécnico José María Troya, nombrado además, director del Instituto de ciencias en 1885:

Si es verdad que con la separación de los PP. Alemanes se extinguió la Escuela Politécnica, no por eso quedó la ciencia en nuestro país en el mismo estado que antes. No: los jóvenes que conocieron la importancia de las materias que se enseñaban en dicha Escuela y el mérito indisputable de los que la dirigían, se consagraron con tanto esmero al estudio, que fueron distinguidos aún por sus maestros. Tendríamos, pues, jóvenes aprovechados en todos los ramos de las ciencias naturales, físicas y matemáticas. En tal supuesto, lo natural era favorecer su perfeccionamiento, y no abandonarlos a los funestos cambios del tiempo. Esto no era de razón sino también de justicia; porque lo mas de ellos se les había contratado para que, después de terminadas sus carreras, se hiciesen cargo de una cátedra con un sueldo fijo y por espacio de seis años, lo menos. ***El gobierno y aun toda la República (pues que ella está representada por los diputados de la convención de 69) habían contraído serio compromiso con dichos jóvenes y debía llevarse a efecto el contrato, no solo por amor a la ciencia sino aun por deber moral.*** (1885, 2–3; énfasis añadido)

Razón está, por la cual es importante hablar de la producción de sujetos. En esa medida, nos preguntamos, por las formas de identidad que fueron o bien potenciadas o bien reprimidas por el Estado y que giraron en este caso, en torno, al discurso de las ciencias físico-naturales. En el capítulo siguiente, trenzaremos el amalgamiento estratégico del estado graciano como proyecto de cohesión nacional mediante la física como narrativa práctica de lo productivo y la comunidad jesuita en tanto poder pastoral, dentro de una tecnología de gobierno específica.

Capítulo cuarto

La física en clave de dispositivo

La ciencia para unos es la gran deidad celeste; para los demás, una buena vaca que les proporciona mantequilla

Friedrich Schiller

En este capítulo intentaremos esbozar cómo operaron la física, el estado y la comunidad jesuita en tanto juego de fuerzas dispuestas dentro de un entramado de prácticas disciplinarias hacia la creación de subjetividades específicas. Para ello, se partirá del desplazamiento del objeto de estudio de la física y el rol de esta en la educación con respecto a la modelación de la psique colectiva de mediados del siglo XIX. Dado que la “historia de las ciencias no puede ser de ninguna manera historia natural de un objeto cultural” (Canguilhem 2009, 20), seguiremos la trayectoria de la física en el horizonte de estrategias desplegadas hacia la resolución de una problemática concreta en la temporalidad del *poder* estatal: la cohesión nacional.

Se ha decidido analizar el tema de las subjetividades, además, con el objetivo de exponer algunos matices y de profundizar en la dimensión política del concepto de modernidad católica rescatado por Manguashca. Para ello contrastaremos el proceso de incorporación social, reflejado en la ampliación del sistema electoral, con la puesta en circulación de subjetividades apolíticas promovidas por el Estado.

1. Desplazamientos de la física

La física moderna circuló por las instituciones formales de enseñanza mucho antes de la formación de la República. Aproximadamente a partir de 1756, desde el campo de la filosofía, profesores jesuitas de la Universidad de San Gregorio fundada en 1622 desataron de cara al aristotelismo tomista una lenta ruptura epistemológica⁹². Los

⁹² Fundada por la congregación jesuita como extensión del Colegio Seminario San Luis perteneciente también a la misma comunidad. En 1786, después de la expulsión de los jesuitas del territorio de la Real Audiencia de Quito, la Universidad San Gregorio por orden del rey Carlos III se anexiona a la Universidad Santo Tomás de los padres dominicos. La unión de ambas da nacimiento a la *Real Universidad Santo Tomás de Quito*. Esta fue por tanto, la primera Universidad del Estado Español, y no de una orden religiosa. (Cornejo 1949)

P. Aguirre⁹³ (1756-1758) y Hospital (1759- 1762) sostuvieron y difundieron el sistema heliocéntrico entre sus alumnos. El alcance de este cambio se expresó en la tesis presentada, el 14 de diciembre de 1761, por el ibarreño Manuel Carbajal. En ella se defendió, por primera vez, en Hispanoamérica el sistema copernicano. (Keeding 2005)

La incorporación, en la enseñanza, de las leyes newtonianas tomó mucho más tiempo. Si bien antes de 1767, la compañía de Jesús contaba, por ejemplo, con *la óptica* y los *Principios matemáticos de la filosofía Natural* de Newton y los *Principios Matemáticos de la filosofía natural* de Gravensande (discípulo de Newton), no fue hasta después de 1794, cuando la Universidad se seculariza y pasa a construirse como la Real Universidad Santo Tomás de Quito, que la mayoría de sus docentes aceptaron conceptos newtonianos como masa, inercia, atracción y gravedad.⁹⁴(Keeding 2005)

Sin embargo, en general fue clara la orientación del conocimiento hacia las *ciencias físico-naturales*. Aquello habría de expresarse, además, en los textos italianos y franceses empleados entre 1787 y 1803⁹⁵. Así mismo, con las reformas institucionales propiciadas bajo la ilustración española, especialmente por Calama (1740-1793), nombrado obispo de Quito en 1789, se acentuó la apertura a temas de física, química, electricidad, etc. En 1791, de los quinientos sesenta títulos y de aprox. veinte que aquel donó a la Universidad Santo Tomás y al colegio Real de San Fernando respectivamente⁹⁶, sobresalen en filosofía autores modernos como Jacquier⁹⁷, Condillac, Lavoyesier, Franklin, Linneo, Bielfield y Heinecke⁹⁸, entre otros.(Keeding 2005)

Bajo orden de Carondelet (1747-1807), presidente de la Real Audiencia de Quito entre 1799 y 1807, además, se solicitó al Dr. Luis Quijano y Carvajal, postulante para la cátedra de filosofía en la Universidad Santo Tomás y conocido por ser acompañante de Humboldt (1802) en una de las tantas expediciones científicas europeas y americanas

⁹³ El Padre Aguirre (1757-1758) incorporó en sus cursos de física trabajos de científicos contemporáneos a su época como: Bosovich, J. Cassini, Feijoo, Godin, Musschenbroek entre otros. (Keeding 2005)

⁹⁴ A partir de estos conceptos, se entendió la naturaleza como un proceso mecánico de la masa. Es decir se originó una perspectiva materialista de lo natural. (Keeding 2005)

⁹⁵ Por ejemplo, se usó textos de la escuela de Leiden, influenciada por el racionalismo cartesiano, para la instrucción de física y medicina. (Keeding 2005)

⁹⁶ De hecho, en especial, los libros de teología y jurisprudencia dieron paso en el estudiantado al cuestionamiento del poder eclesiástico y de su vinculación con el estado. (Keeding 2005)

⁹⁷ A pesar de que Jacquier no abandonó la idea de la rotación del sol alrededor de la tierra, perteneció a la corriente del racionalismo cartesiano en auge durante el siglo XVIII. (Keeding 2005)

⁹⁸ Algunos de estos textos estaban registrados en el índice de libros prohibidos (Keeding 2005)

que arribaron a la Provincia de Quito entre 1782 y 1805⁹⁹, reformar el plan de estudios para el colegio de San Fernando (1803). A pesar de que el plan no fue aprobado por el consejo de indias, en él “las ciencias modernas logra(ron) independizarse del curso trienal clásico de filosofía”.(Keeding 2005, 300)

El manejo de las clases en la secularizada Universidad Santo Tomás, por los exalumnos de la Universidad San Gregorio que posteriormente asumieron las cátedras de filosofía fue sintomático también de este proceso. Por ejemplo, el Dr. Miguel Antonio Rodríguez, alumno junto a E. Espejo del P. Hospital y a cargo de dicha cátedra dos veces entre 1794 y 1800, impartió, por primera vez, clases de física conforme a las publicaciones de la Academia de Ciencias en Paris. Y empleó publicaciones de autores modernos como Bouguer, la Condamine y la astrofísica newtoniana de Musschenbrek, uno de los mayores difusores de Newton. (Keeding 2005).

Sin embargo, la crisis que afrontó la universidad durante los inicios de la República, después del periodo independentista y del proyecto gran colombiano¹⁰⁰, se expresó en un re plegamiento hacia carreras tradicionales como: derecho, medicina y latinidad (Paladines 2018; Fernández Salvador 1846). Si bien no se ha encontrado un análisis profundo y sistemático sobre la física durante la primera mitad del siglo XIX¹⁰¹, se encontraron algunos archivos que dan cuenta de la permanencia de la enseñanza de la física dentro de los programas de filosofía. Por ejemplo, en el seminario San Luis constan, para 1833, como parte de los temas para los bachilleres que esperaban obtener el grado de maestros: astronomía, óptica, electricidad, galvanismo¹⁰², magnetismo, etc.

Así mismo, García Moreno, alumno del convictorio de San Fernando¹⁰³, bajo la dirección del Dr. Manuel Ángulo defendió, en certamen público, el 18 de julio de 1840, los siguientes temas de física: dinámica, hidrostática, hidrodinámica, mecánica

⁹⁹ La familia Quijano Carvajal, conocida bastante bien por Humboldt, reunió a varios intelectuales que creían en la utilidad de las ciencias puras. Manuel Carvajal fue fruto de esta herencia familiar. (Keeding 2005)

¹⁰⁰ Según el historiador Pedro. F. Cevallos, citado por Tobar Donoso, el plan de estudios estipulado por el poder ejecutivo de Colombia (decreto legislativo de 10 de marzo de 1826), no contempló ninguna innovación : “siguieron los jóvenes dedicados a la carrera de letras por el mismo carril de ir a parar en la iglesia , en el foro o en el anfiteatro de los hospitales”(Tobar Donoso 1940, 56)

¹⁰¹ Lamentablemente no hemos encontrado bibliografía, más que datos sueltos, que de cuenta de la enseñanza de la física en el periodo que abarca desde 1814, periodo al que llega el análisis de Keeding, hasta antes de las reformas garcianas.

¹⁰² Cabe recalcar que el término “galvanismo” se empleó antes de tener certeza de que los nuevos fenómenos (pilas, electrólisis) eran producidos por una corriente de electricidad .

¹⁰³ En 1681 la Orden Dominicana crea el Seminario "Convictorio de San Fernando".(Cornejo 1949)

industrial, óptica, electricidad, galvanismo, magnetismo, astronomía, etc.¹⁰⁴(Quito 1840)

No obstante, si bien, de acuerdo al decreto de instrucción pública ordenado, el 9 de agosto de 1838, bajo el gobierno de Rocafuerte (1835- 1839)¹⁰⁵, según el cual se contempló para la enseñanza secundaria materias como física, dibujo, agrimensura, geometría, ninguna de ellas eran obligatorias. La enseñanza de aquellas quedó a discreción de los directores de las instituciones.(Tobar Donoso 1940). Bajo esta perspectiva, debido primero al carácter no obligatorio de la enseñanza de la física, y segundo por su supeditación dentro de los programas de filosofía, sostenemos la siguiente hipótesis: no es hasta aproximadamente la segunda mitad del siglo XIX que se avizora un cambio cualitativo en la enseñanza de la física.

Efectivamente, en función de la tabla que se muestra al final de estos párrafos, la física en la universidad colonial, inscrita todavía en los programas de filosofía, se centró en la reflexión cosmográfica u astronómica, atendiendo a conceptos abstractos como el infinito o el vacío. Con la creación de la EPN, se constata un desplazamiento en el horizonte de sentido de las producciones académicas: la física aterrizó hacia problemas de la vida cotidiana; es decir dirigió su foco de atención hacia problemas de utilidad práctica. Lo que hizo que empiece a tratar con conceptos ligados a la planificación estatal urbana como las comunicaciones y la higiene.

Nos preguntamos entonces, ¿Qué condiciones han operado, en la relación saber/poder, para que, los alumnos de la Universidad Santo Tomás se interroguen sobre la astronomía según Copérnico, Newton y la Condamine y, que un siglo después, la producción académica lleve títulos como: Lecciones de Arquitectura, Tratado de física aplicada a la medicina, cirugía, higiene y farmacia, etc.?

La cristalización material de este desplazamiento está conectada al cambio de matriz en occidente de la física, señalada ya en capítulos anteriores, de la filosofía hacia lo que se ha denominado tecnociencia¹⁰⁶. En términos locales, me refiero a la

¹⁰⁴ Así mismo consta en el Archivo general histórico de la Universidad Central del Ecuador, los exámenes, bajo los auspicios del Sr. Dr. José Parreño, de los Sres. Modesto Abuja, Juan herrera y José M. Avilés para la obtención del título de maestros en Filosofía. En el contenido de los exámenes versaba: física general, física particular, astronomía, óptica, química, electricidad, galvanismo, magnetismo, entre otros.

¹⁰⁵ Bajo orden de Rocafuerte, se estipuló la creación de escuelas en todos los conventos máximos de Quito bajo el método de Lancaster o enseñanza mutua. (Tobar Donoso 1940)

¹⁰⁶ Cambio de cualidad, cabe recalcar, contenido en germen en la Colonia. Presente por ejemplo, en las reformas propuestas por Calama y respaldadas por Espejo que planteaban, entre otras cosas, la

concreción, a partir de mediados del siglo XIX y que habría de tomar fuerza decisiva en el proyecto garciano, de un proceso de traducción de la física de contenido de enseñanza a dispositivo de poder.

Tabla 1

Cuadro comparativo: horizonte de sentido de la física

Producciones académicas de los alumnos de la Real Universidad Santo Tomás de Quito y de la Escuela Politécnica Nacional		
Tesis¹⁰⁷	Artículos publicados en la Revista Anales de la UCE	
Definición de la materia y de la masa según Newton...por <i>Pedro Quiñones</i> , 30 de junio de 1797	<i>María Lino Flor</i>	Lecciones de Arquitectura. Agosto 1898- julio 1902
		Algebra. Enero 1908- Abril 1909.
		Arquitectura Civil. Septiembre 1908
La astrofísica según Copérnico. Newton y La Condamine por <i>José Barrero, Pedro Donrronsoro y Salvador Olea</i> , 1809	<i>José María Vivar</i>	Observaciones Industriales. Julio-Agosto 1888
		Observaciones sobre el artículo: "Aplicaciones médicas de algunas aguas minerales del ecuador". Enero 1889
Philosophiae Theses por <i>Manuel Carbajal</i> , 1761	<i>José María Troya</i>	Tratado de física aplicada a la medicina, cirugía, higiene y farmacia. Agosto 1888-Junio 1895.
		Caso notable de la histeria sin ataques, Vol. , N45
		Vocabulario de medicina doméstica. 1898.
<i>Philosophiae Theses</i> por José María Linati, 1759	<i>Alejandro Velasco y Lino María Flor</i>	Estudio acerca de las aguas. Octubre. 1889.
Defensa de los criterios de la verdad según G.W. Leibniz: criterio de la razón, de la percepción de los sentidos, y de la moral, frente a la duda rigurosa de R. Descartes por <i>Antonio Peña</i> , 1802	<i>Alejandro Velasco</i>	Estudio de las Aguas. Enero 1892
		Consideraciones generales sobre la medida de las aguas. Marzo- Mayo 1892
		Curso de Mecánica Superior. Agosto 1898-octubre 1898
		Calculo infitesimal. Noviembre 1901- Enero 1902
		Teoría de las funciones. Enero de 1894- Julio de 1903
		Geometría Descriptiva. Febrero 1902- julio 1903
		Los inconmensurables en la geometría. Marzo- abril 1908
Cuestiones de técnica legal. Agosto 1902		
"Ignota adhuc est vera gravitatis causa" por <i>Manual Salvador</i> , 31 de mayo 1803	<i>Manuel Herrera</i>	Análisis del agua de la fuente de Guaschayacu, Junio 1891.
"Movimiento de los astros causados por la atracción" por José Perreño, 17 julio 1803	<i>J. Rivadeneira</i>	Estudio sobre el alcohol. Mayo 1894- Junio 1895
"Experimentos con el péndulo hechos por Galileo" por <i>Miguel Ignacio Valdivieso y Carrión</i> , 17 de mayo 1803	<i>A.N. Martínez</i>	Publicaciones sobre historia, geología y topografía del volcán pichincha

Fuente: Keeding (2005)

Elaboración propia

armonización del trabajo manual con el intelectual, en la iniciativa de crear una facultad de mecánica e ingeniería.(Keeding 2005)

¹⁰⁷ En los nueve cursos de filosofía que se impartieron entre 1786 y 1814, se produjeron 329 tesis, escritas la mayoría en latín¹⁰⁷. "De los alumnos del curso de M. Rodríguez (1794-1800), más de los dos tercios escogieron temas de física.(Keeding 2005)

2. Los obreros del progreso

En el capítulo anterior, dedicamos una parte, al avance del Estado como institución con respecto al proceso de homogeneización normativa en el que la física se engranó como producción político-moral, en este capítulo analizaremos el proceso de incorporación social poniéndolo en discusión con algunos matices que nos permite abrir los conceptos de dispositivo y de tecnología de gobierno. En efecto, junto con las reformas en el sistema electoral mediante el cual se amplía, según Maiguasha, la comunidad política del Ecuador, se desplegó un proyecto de integración de la población moderado por la educación. Mediante aquella, sostenemos, se buscó conducir tanto a las clases subalternas como a las élites para disminuir la conflictividad política. La urgencia a la que se intentó responder fue contener el potencial desborde político actuando desde la psique de los individuos (subjetividades). En ese sentido, se entiende que durante este periodo en el Ecuador, el Estado haya brindado particular atención a la educación y que encargase de su ejecución a la iglesia. Esta se inscribió, precisamente, en la vocación moralizadora y normativa de la racionalidad política garciana como fuerza efectiva de poder en la modelación de conductas.

A continuación un informe ministerial llama la atención sobre la importancia de la educación:

Mas a pesar de sus esfuerzos y de los vehementes deseos de cimentar sobre tan ancha basa la felicidad social, **la educación pública no ha progresado sino lentamente, por los obstáculos** que le opone la ley orgánica, y **por los que nacen de la índole de nuestros pueblos. Así, mientras no se reforme la primera y no penetre en el hogar doméstico la idea de educación universal; mientras no se palpen las incalculables ventajas que de esta resultan, nuestros colegios y escuelas o estarán desiertos o no producirán los buenos frutos que de ellos ha de esperarse.**

Una de las causas del atraso de la educación consiste en el indiferentismo con que la miran la mayor parte de los habitantes, ya sea por seguir esos hábitos añejos del coloniaje, o ya por falta de medios para adquirirla. De aquí proviene que solo en las capitales de provincia y en algunos cantones en donde se ha llegado a penetrar la grande importancia de la educación, se apresuran los padres de familia a proporcionarla a sus hijos, aun a costa de algunos sacrificios. Por esto debe el congreso extender la educación gratuita a todos los pueblos conforme lo permitan las circunstancias fiscales. (Bustamante 1867; énfasis añadido)

En base a los párrafos anteriores, si consideramos el sentido etimológico de la palabra índole (lat. Índoles), el problema que se presenta al estado es la modelación de la *disposición natural de nuestros pueblos*. De cara a dicha índole, la enseñanza fue el mecanismo “codigofágico” que desplegó el Estado para absorber ese *indiferentismo de*

la población que permanecía sin asimilar y sin asimilarse al concepto de progreso. Por la misma razón la solución que se prevé es la penetración de la idea de “educación universal” (del lat. *educare*: criar, a su vez, derivado del prefijo *ex*: fuera y el verbo *ducere*: guiar, conducir) en el hogar (del lat. *focaris*: de fuego). En otras palabras, si nos permitimos una metáfora: se pretende inocular un concepto operativo a partir del cual se guie/dome el fuego, es decir las conductas de los miembros del hogar. (“Diccionario Etimológico Español en línea” 2001)

Los párrafos citados permiten, en efecto, comprender el acento en la educación como mecanismo de gubernamentalidad. Esto no quiere decir que la concepción del Estado y las formas de intervención con respecto a la educación haya sido igual en todo el periodo republicano. Continuando con el análisis, en la medida en que por un lado, el problema atañe y se señala como efecto del carácter de la población y que por otro es un problema al que se espera intervenir, a través de aparatos de saber, podemos hablar de gubernamentalidad. Ahora bien, aclaramos lo siguiente: no fue innovación del periodo garciano la puesta en escena de una técnica gubernamental que usara como mecanismo la educación. Al contrario, lo que se subraya es la eficiencia operativa que adquirió aquella en el periodo garciano, entre otras causas, por la alianza estratégica del Estado con el poder pastoral y la narrativa de las ciencias físico-naturales.

Varios autores han subrayado la supeditación del rol de la iglesia bajo la direccionalidad Estatal frente a las interpretaciones que describen al periodo garciano como un gobierno teocrático. En efecto, en el marco de la modernidad católica descrita antes, el estado racionalizó el papel de la iglesia y neutralizó su rol frente a la política. Por ejemplo, según el art. 9 del concordato, los bienes eclesiásticos permanecieron sujetos a los impuestos públicos. (Demélas y Saint-Geours 1988)

Sostengo la postura descrita, no obstante, me permito incluir una diferenciación analítica que creo necesaria. Primero porque me interesa rescatar la dimensión estratégica del Estado y segundo, porque no quiero pasar por alto el rol determinante de la comunidad jesuita en la educación. Si bien el rol de la iglesia retrocedió en el terreno de la política, se analizará el rol de la iglesia como forma de poder en lo que Echeverría describió como ámbito de lo político y a través de cuyo amalgamamiento táctico operó una tecnología de gobierno en la vida cotidiana.

En ese sentido, la comunidad jesuita actuó a través de la enseñanza como brazo institucional del Estado en la modelación de conductas (**dominación social**). En efecto, aquella contaba con capacidad para penetrar en el hogar doméstico debido a su poder de

encarnación en el mundo “privado”. Esto, a su vez, por la condensación histórica en ella de una forma particular de ejercicio del poder que Foucault denominó poder pastoral.

Los rasgos generales de este tipo de poder se pueden percibir, precisamente, en la publicación *Observaciones sobre la importancia de la instrucción pública* escrita por el Padre Jesuita Menten; docente y decano de la EPN así como director del OAQ:

Sobreviene en este punto otra dificultad no pequeña y es la de comprender a todos los educandos en sus diferentes tendencias y capacidades. Muy mal desempeñaría uno su oficio, si se contentara en llevar al colmo de la perfección los talentos sobresalientes, que promete positivo adelanto y honor para el que enseña, aunque grande es la tentación en este punto. *Más provechoso y más meritorio es el empeño de ver por todos, no dejando los unos, ni descuidando los otros, llevándoles por el camino que les promete a cada uno su provenir propio*, y aquí sea dicho de una vez que los mayores talentos en este mundo son medianos, otros más que mediocres, y pocos, poquísimos sobresalientes, aunque el deseo de cada cual sea brillar en cuantas ocasiones se presentan. (1888, 10–11; énfasis añadido)

El párrafo denota una forma particular de manejar la complejidad y heterogeneidad de un grupo a través de la enseñanza. Dicha particularidad puede sintetizarse en el siguiente lineamiento *velar por todos* sin desatender las “diferentes tendencias y capacidades” de cada uno. Esta forma de conducción individualizadora y oblativa (busca reemplazar diferencias por afinidades), según Foucault, es característica del poder pastoral. Poder que opera individualizando la multiplicidad a través de una economía del cuidado, del mérito, de la obediencia, de la salvación y de la verdad. Las técnicas empleadas por el poder pastoral desprendidas de lo anterior como la dirección espiritual o el cuidado de las almas forjaron: “individuos ligados a sí mismos bajo la forma de la subjetividad a la cual se le pide que tome conciencia de sí misma en términos de verdad y bajo la forma de la confesión”(Foucault 2006, 43).

Ahora bien, en la medida en que el capitalismo demandó para su formación y reproducción vigilancia, clasificación, control y contención de individuos, el poder pastoral lejos de desaparecer “encon(tró) en el Estado un nuevo soporte y un principio de transformación”(Foucault 2006, 58). Este principio de transformación tuvo que ver con la intervención de la disciplina en el manejo de poblaciones. En otras palabras:

Nos referimos a una nueva mecánica de poder que permite extraer cuerpos, tiempo y trabajo más que bienes y riqueza. Es un tipo de poder que define una nueva economía de poder cuyo principio es que se deben incrementar, a la vez, las fuerzas sometidas y la fuerza y la eficacia de quien las somete.(Foucault 2000, 43)

Para el caso que nos compete, lo urgente fue el disciplinamiento de la población, por fuera del poder terrateniente, bajo cuyo regazo la potencial mano de obra se encontraba sujeta. En tanto el Estado tiene la obligación de construir el sujeto de la nación, debe conceptualizar y delimitar una determinada distribución de los individuos.

La institución, como se ha referido, capaz de disciplinar al nivel de la vida cotidiana, sin embargo, no fue el Estado sino la iglesia. Recordemos que para el periodo el Estado ni siquiera cuenta con la capacidad para penetrar administrativamente en el territorio. Lo que queremos rescatar, por tanto, es el papel de la educación en la dirección del Estado hacia la promoción de subjetividades a través de del amalgamamiento estratégico con otras instituciones como la iglesia.

Ahora bien, no fue cualquier iglesia, fueron los sectores más apegados al discurso modernizador los que se hicieron cargo de poner en marcha el disciplinamiento de la población. Entre ellos, la comunidad jesuita alemana sobresale por ser, precisamente, portadora del discurso de las ciencias físico-naturales. En efecto, el aparato de saber que acompañó las formas disciplinarias desplegadas por el poder pastoral en la educación y que giró en torno al conocimiento práctico fue aquel sostenido por dichas ciencias. De forma que, la disciplina es agenciada en función del trabajo y la utilidad, posibles de aprehender mediante el ethos desprendido de aquellas. Por ello, la comunidad será leída, dentro de las técnicas de gobierno del periodo garciano, como obrera del progreso:

Estos Padres (jesuitas politécnicos) que, a sus vastos, variados y profundos conocimientos en las ciencias, reúnen la moral más austera, la más humilde abnegación y el más ardiente celo por la propagación de las luces, se prestaron, impelidos por el deseo de hacer bien, a venir a difundir las luces y las ciencias exactas en nuestros pueblos. Los profesores del país han recibido a estos *obrerros del progreso* con laudable entusiasmo, y muchos de ellos, deseos de perfeccionar sus conocimientos, no se han desdeñado de ir como alumnos a la escuela politécnica [...] Se ha terminado ya el primer año de curso en esta escuela, y es probable que algunos de los alumnos que han terminado el de filosofía pasen al estudio de las ciencias exactas. (León 1871, 27)

En efecto, la postura a favor de la ciencia práctica, con su debido acento diferencial como ya se ha reseñado en el capítulo anterior¹⁰⁸, fue un sentido compartido por la comunidad jesuita; razón por la cual aquella encajo cualitativa y estratégicamente dentro de la tecnología gubernamental circundante ha dicho periodo, leamos:

Merecen una atención privilegiada las diferentes carreras de ciencia practica sea para las necesidades del género humano, se para su desarrollo, a lo que se añaden las exigencias de arte, industria y comercio y cuanto puede y debe interesar al hombre para su bienestar material y espiritual. (Menten 1888, 11)

A continuación delimitaremos hacia que fuerzas se dirigió la modelación de conductas mediante el poder pastoral descrito.

¹⁰⁸ Recordemos que el concepto de práctica para la comunidad no fue sinónimo de la relación de unas actividades puramente materiales. Al contrario pensó el conocimiento de forma integral en su relación con la vida cotidiana. Por tanto no excluyó el alma, la inteligencia y la voluntad, la fantasía y los sentimientos.

3. Subjetividad apolítica y ciudadanía técnica.

¿Hacia dónde, cómo y bajo qué objetivos se dirigió la modelación de conductas durante el periodo garciano? La crisis política que el país afrontó en 1859, y que expresó el marcado policentrismo alrededor de Quito, Guayaquil y Cuenca fue, según Maiguashca, simultáneamente una crisis de penetración político-administrativa y de homogenización normativa. En efecto, la movilidad social provocada en dicha dinámica a partir de los 50s, en el marco del proceso de integración nacional marcista, generó conflictividad en dos direcciones para las elites que detentaban los poderes regionales: a nivel territorial, avivado por el avance del poder central y a nivel social, provocado por la presión de las clases subalternas (1994).

Dentro de la utopía garciana, con respecto al proceso de incorporación social, las reformas que se hicieron en el sistema electoral fueron hechas para contener las fuerzas descritas e integrarlas a un horizonte nacional. Así, en la constituyente de 1861, por un lado, se sumó a la representación territorial, el principio de proporcionalidad (sin abandonar el de paridad) con el objetivo de “incorporar a los enclaves regionales a un sistema político de rango nacional”(Maiguashca 1994, 409) y por otro, se amplió el rango de votantes mediante sufragio universal, al cual, cabe recalcar, se opusieron las élites regionales más tradicionales. El sufragio universal eliminó el requisito de propiedad para ser ciudadano, facilitando con ello el acceso a las clases subalternas. En síntesis, “El centro [Estado] propuso la representación proporcional y el sufragio universal. La periferia [poderes regionales] defendió, mientras tanto, la representación paritaria (equilibrio interno 'territorial') y el sufragio censatario (equilibrio interno 'social').” (1994, 405).

A pesar de que estos cambios buscaban solucionar el problema de la legitimidad del Estado provocado por la crisis, y así mismo, el de contener los efectos de la movilización social descrita, el problema revivió a mediados de los años 60. En ese contexto García Moreno vuela a irrumpir, esta vez, con el golpe de Estado de 1869.

A diferencia de la constitución de 1861, la de 1869, que expresó con mayor claridad el proyecto garciano, no contó con el respaldo de las oligarquías, entre otras razones por la mayor concentración de poder en el ejecutivo. Si bien, para algunos autores, la declaratoria del catolicismo como requisito de ciudadanía fue un retroceso, para Maiguashca expresa, la especificidad del contenido político de la modernidad

católica. En efecto, esta constitución estuvo pautada más que por un lineamiento clasista por un ideal comunitarista fundamentado en el gran pueblo cristiano (Maiguashca 1994).

Este ideario que posicionó lo colectivo por sobre lo individual se derivó a su vez de la vertiente católica, republicana y demócrata de la identidad política garciana (Maiguashca 2005). Ahora bien, dicho ideario expone para Maiguashca, en términos ideológicos, el carácter no elitista del nacionalismo garciano. Por ejemplo, la consagración de Ecuador al Sagrado Corazón de Jesús en 1873 fue una medida religiosa incorporada como respuesta a la devoción popular. No una imposición normativa vertical desde el Estado. Más aún, en términos políticos, el fundamento de la nación dentro de la modernidad católica garciana fue un pueblo activo. De ahí la importancia dada a las reformas del sistema electoral. Al promover el sufragio universal se buscaba brindar herramientas para que el pueblo pudiese tomar las riendas de su destino.

Frente a este punto que Maiguashca resalta como uno de los más interesantes en términos de modernización política, queremos señalar algunos matices que nos permite abrir la perspectiva Foucaultiana. Junto con las reformas en el sistema electoral, se desplegó un proyecto de integración de la población moderado por la educación a partir del cual se buscó conducir tanto a las clases subalternas como a las élites. La urgencia a la que se intentó responder fue entonces contener el potencial desborde político no solo con la ampliación de la comunidad política mediante reformas al sistema electoral, sino mediante la intervención desde la psique de los individuos (subjetividades).

Empecemos, entonces, con la siguiente cita:

Tanto más razonable es este juicio, cuanto que las enseñanzas que se dan en el día en nuestros colegios solo aprovechan a las personas de alguna comodidad, que pueden soportar los gastos de una educación dilatada, y que por lo mismo cierran la puerta a la mediocridad y la indigencia, perdiéndose por esta causa talentos distinguidos que no encuentran en que emplearse. En escuelas de agricultura, artes y oficios, cursarían los hijos del suelo y labrarían su patrimonio y provenir, y se mataría el ocio que pulula en el estado a causa en parte de la falta de ocupaciones variadas, tornándose en ciudadanos útiles para sí y para la patria individuos perniciosos o que están en peligro de serlo. (Bustamante 1867, 26)

La subjetividad patrocinada por el ejercicio del poder Estatal, se expresó así en la narrativa triangular que se estableció entre utilidad, ciudadanía y moral. Como se lee en el párrafo, la meta del Estado se inscribió en la generación de una ciudadanía útil (del lat. *Utile*: de poder ser usado, que sirve), es decir una ciudadanía que permita forjar ciudadanos de los cuales se pueda disponer para el uso. En este caso, destinados hacia la productividad e *industrialización* del país.

No obstante, la productividad no actuó como fin, sino como un medio que permitió atender a un problema en el ejercicio del poder. De nuevo, si consideramos el gobierno como “un campo discursivo en el que se "racionaliza" el ejercicio del poder”(Braunstein 2011, 78), mediante estrategias que permiten abordar un problema, el problema que se presenta para el Estado es menos el desarrollo productivo del país y más una operación de dominación social destinada a abolir la conflictividad política. Operación encaminada, por tanto, a la despoltización de esas fuerzas. En ese sentido:

El papel del poder político sería reinscribir perpetuamente esa relación de fuerza, por medio de una especie de guerra silenciosa, y reinscribirla en las instituciones, en las desigualdades económicas, en el lenguaje, hasta en los cuerpos de unos y otros. (2000 29, 30)

En efecto, se reinscribe la conflictividad descrita, mediante lo que hemos denominado ciudadanía técnica. A partir de ella se traduce como causa de la divergencia política, el ocio, la indisciplina, etc. Se opera, por tanto, realizando una transposición de sentidos. En el origen de la divergencia política (lugar de la consustancial heterogeneidad social de la que se deriva posiciones de poder disímiles que traen consigo, a su vez, intereses colectivos históricos particulares), se sitúa el ocio. Es decir, se desplaza el concepto de ciudadanía de la política hacia el terreno de la moral.

De forma que, el estatus de ciudadano, bajo la encíclica del Estado, será adquirido por el trabajo productivo a través del cual este podrá contribuir al bien moral de la nación y al orden público. En otras palabras, la no productividad será considerada contraria a la moral. Por tanto, el requisito de ciudadanía, durante la modernidad católica, no fue únicamente de carácter religioso. Fue una ciudadanía católica basada en un ethos productivo. En ese sentido, si las ciencias exactas calzaron con dicha narrativa fue porque portaban consigo dicho ethos. Además, ponían en circulación la imagen no del político sino del experto. Figura cuyo estatus estaba sostenido, a su vez, desde la normatividad capitalista, por una racionalidad que colocaba la eficiencia del cálculo y de la productividad por encima del pensar reflexivo.

Se desplaza, en definitiva, dentro de una estrategia de poder, la cuestión de la política por el asunto de la productividad y la moral. Además, recordemos que el sistema electoral se amplía solo con respecto al rango de votantes. De forma que el fin menos visible, es la paradójica constitución de una ciudadanía técnica orientada a salvaguardar la estabilidad del Estado y no tanto la generación de una comunidad política. Esta cualidad del gobierno garciano puso en acción, por tanto, un concepto de ciudadanía replegado hacia un horizonte de sentido productivista y cobijado por una

moral católica. En ese sentido, se promociona la formación de sujetos apolíticos que se refleja, por un lado, en la figura objetiva del experto y por otro en la figura moral del religioso. En otras palabras, se forja una ciudadanía técnica sostenida por una moral cristiana civilizatoria, justificada narrativa y prácticamente por el discurso de las ciencias físico-naturales y ejecutada a través del poder pastoral.

Así, bajo el impulso de esta identidad ciudadana técnica y católica se respondió, a través de la disciplina educativa, a las fuerzas políticas descritas anteriormente. Sin embargo, cabe recalcar antes que, la disciplina opera reafirmando la diferencia. De ahí que, por un lado, se funda la EPN destinada a la formación de las élites en el manejo de las ciencias exactas, por tanto, orientada a la replicabilidad de la dimensión técnica del conocimiento científico, pero sobre todo al disciplinamiento de aquellas dentro de lo que se ha señalado como ciudadanía técnica. Por esta misma razón resulta difícil discernir la existencia de una comunidad científica local en el ramo de las ciencias físicas. Lo que sí se puede señalar es la existencia de ingenieros y profesores al servicio de un Estado naciente que a su vez invierte en generar más técnicos y profesores:

[...] es digna (politécnica) de llamar la atención, no solo por los números aparatos de los más perfeccionados y modernos que hay en los diversos gabinetes de física y química [...] sino también por los estudios y aprovechados alumnos que con el tiempo emprenderán trabajos de conocida utilidad para el país; sea como ingenieros geógrafos, haciendo la carta de Ecuador, sea como químicos, explotando las riquezas de nuestras vírgenes selvas, o en fin aprovechando de nuestra excepcional situación para extraer los secretos a los planetas. *El* gobierno continúa pagando una pensión a algunos jóvenes pobres de conocida capacidad que se dedican a las ciencias que, con el tiempo, servirán de profesores para desterrar las preocupaciones, por desgracia bastante arraigadas, contra toda profesión, que pronto e inmediatamente no empieza a producir dinero. (“Informe del Ministerio de Hacienda” 1871, 33)

Así mismo, por otro lado, un año después de la creación de la EPN, se establece una escuela de artes y oficios a cargo de los hermanos de las escuelas cristianas orientada a la enseñanza de la producción manufacturera nacional y dirigida hacia las clases subalternas (artesanado). Moreno, mediante Dr. Flores, pidió que los hermanos directores del protectorado católico de Westchester, en Nueva York se encargasen de la organización y gobierno del instituto que pretendía establecer en Quito conforme al plan de estudios norteamericano. El contrato se firmó en 1871 y en 1872 y se abrió el protectorado bajo la dirección del hermano norteamericano, Conald. Para la cual se hace traer también máquinas de USA. En efecto, esto se planificaba:

Análoga al protectorado de niños católicos del Estado de Nueva York me propongo establecer una casa de trabajo y escuela de artes mecánicas para los niños, bajo la dirección de los hermanos de las escuelas cristianas: el edificio se ha comprado ya; y los fundadores vendrán de los Estados Unidos. Un establecimiento semejante para niñas

pobres se formará después en los hospicios de la capital, dirigido por las hermanas de la providencia de Namur que llegarán a fines del año corriente. El trabajo y la instrucción, apoyados en la práctica de las virtudes cristianas, arrancarán así a la corrupción las víctimas que le preparan en toda la sociedad el ocio y la miseria.(Bustamante 1867, 13)

5. Producción performática de la física

La convergencia de códigos disímiles trae consigo el impulso violento hacia la devoración de un código por otro (codigofagía) (Echeverría 2011). Sin embargo, la efectividad del ejercicio del poder en ese enfrentamiento sucede no sólo bajo el carácter de lo que se impone sino también de lo que se gesta para ser deseado. En este acápite se intentará, por tanto, ingresar a la performatividad del ejercicio del poder y el despliegue de la física en clave de dispositivo no solo material sino también simbólico¹⁰⁹.

En otras palabras, no basta con decretar una nueva artificialidad de lo social, sino naturalizarla a través de mecanismos y estrategias colectivas que operan, entre otros campos, en un “orden de lo deseable”. La codigofagía, por tanto, no solo devora sino que torna deseable la devoración.

Este “orden de lo deseable” es tejido por una suerte de *mística* que acompaña los rituales institucionales desplegados por el código dominante, *seduciendo* y *deslumbrando*, es decir el poder publicita. En concreto, me refiero a la exposición pública de referentes civilizatorios, como técnica gubernamental, a partir de los cuales se intenta forjar un modo de ser y estar en el mundo. En otras palabras, la circulación de valores de verdad orientados hacia la inoculación de los mismos en el cuerpo social. Con respecto a la práctica científica que es la arista que atraviesa este trabajo, el saber capaz de confundir, de enceguecer si seguimos el sentido etimológico de la palabra “deslumbrar” giró en general en torno a las ciencias físico-naturales. De entre ellas, precisamente, la física hasta entonces en plena expansión industrial traía consigo uno de los símbolos más representativos del progreso decimonónico: la luz eléctrica.

En definitiva, nos referimos a rituales simbólicos que operan en el orden del deseo. McLuhan describió la función performativa del foco de Edison al señalarlo como un “ "medio" que no tiene ningún contenido pero que es, en sí mismo, un mensaje y una promesa de bienestar”(Braunstein 2011, 54). Es así que se publica en el periódico oficial *El nacional* lo siguiente:

¹⁰⁹ En efecto, el concepto de tecnología gubernamental permite abordar también la dimensión no solo material sino simbólica de los dispositivos

El jueves 3 del que cursa por la noche, los reverendos padres Brugier y Kolberg, profesores de física de la Escuela Politécnica, dieron al público de esta capital el hermosísimo espectáculo de la luz eléctrica con 120 pares de pilas de Bunser de notable fuerza. **Por primera vez hemos visto esa encantadora fuente de luz, la más fuerte que se conoce después de la del sol.** ¡Qué panorama tan bello el que presentaba a los ojos de los espectadores!, los apiñados grupos de gente en la plaza, alumbrados por esa suavísima a la par que intensa luz que se proyectaba a la larguísima distancia, donde no la interceptaban los edificios. Para el Ecuador es esta la primera ocasión que se ha exhibido la luz eléctrica, de la que teníamos noticia solo en los estudios teóricos de física que hacíamos antes de poseer los aparatos que ahora tenemos. Los reverendos padres Brugier y Kolberg merecen el reconocimiento de la sociedad por su cultura e interés en dar a nuestro pueblo agradable solaz, en medio de agitaciones que solo puede considerar quien conoce los azahares y dificultades que a las veces suelen impedir el éxito de los mas bien combinados cálculos : en el caso actual todo fue magnífico. (“Nota científica” 1875; énfasis añadido)

Así mismo el 22 de marzo de 1872 el Nacional difunde en un acto científico realizado el 17 del mismo mes en la EPN dedicado al presidente. Este acto consistió en una demostración experimental de química dirigida por el P. Dressel y una proyección sobre el sistema solar por parte del Padre Menten donde se hace énfasis en el análisis espectroscopio, avance posible gracias a la física como ya se ha señalado. Este avance es rescatado también en las notas y boletines científicos publicados por el mismo periódico en el año de 1871. Redacciones en parte tomadas del almanaque enciclopédico español y en parte escritas por los padres politécnicos¹¹⁰. En ellos, se subraya el progreso industrial que trae consigo la ciencia moderna como rasgo de civilización y la relevancia del rol de la física en ese proceso. De hecho no es una coincidencia histórica que en el momento de inauguración de la facultad de ciencias de la EPN el 6 de octubre de 1870, se pronuncien los discursos inaugurales desde el salón destinado al gabinete de física:

El verdadero resultado de los tiempos modernos es triple y lo constituyen el vapor, los caminos de hierro y la telegrafía eléctrica. Las grandes aplicaciones de la física ha regenerado el mundo y construido sobre las ruinas de la antigua sociedad una sociedad completamente nueva.(Citado en “Informe del Ministerio de Hacienda” 1871, 2)

Esta necesidad de socializar en la esfera de lo público el ethos científico estuvo pensado también hacia la difusión de la práctica científica. Se impartieron lecciones públicas orientadas a la tecnificación del conocimiento¹¹¹. Así, se dictó el curso de química agrícola entre 1874 y 1875 con el objetivo de socializar nuevos métodos de explotación técnica de la agricultura. Con respecto a conferencias impartidas se pueden citar aquellas dictadas por T. Wolf sobre darwinismo y geología del Ecuador y de

¹¹⁰En concreto se publica estudios astronómicos y geológicos.

Menten sobre la teoría del origen del sistema solar de Laplace. (Miranda Francisco 1972). Y, así mismo se dispuso del uso de gabinetes y museos para la demostración y apropiación de aquella por “los artesanos, las mujeres y los niños”:

En la antigua casa de la Universidad Central que se ha destinado a la escuela politécnica se están preparando los salones para los museos de geología, botánica y mineralogía; un gabinete de física y un laboratorio químico, a cuyo fin se han traído de Europa muchos objetos, aparatos e instrumentos que servirán para el estudio de las ciencias y para la instrucción de pueblo con la exposición al público en los días que estarán dichos museos abiertos para todos. Los artesanos, las mujeres y los niños encontrarán allí la demostración práctica de varios problemas de la ciencia aprenderán con la presencia de objetos que instruyen excitando la curiosidad, llegaran a conocer la utilidad de la educación, estimulados por la noble ambición de penetrar los misterios de la naturaleza. (“Informe del Ministerio de Hacienda” 1871, 27)

Conclusiones¹¹²

Este trabajo constituye apenas un primer acercamiento al análisis de la física en el Ecuador, por tanto, no descartamos haya que precisar, o inclusive, corregir, algunos puntos. Ahora bien, bajo la intención de captar los ritmos sincopados de la historia, se señaló en la introducción, que se haría una lectura de la física en clave de dispositivo.

Así, mediante la figura analítica del dispositivo nos acercamos a la simultaneidad heterogénea de tres fuerzas en juego, a saber: el estado, la física y la comunidad jesuita. El amalgamamiento estratégico de estas, durante el periodo garciano, expresó, en efecto, la articulación de una “narrativa moral de la productividad” con unos mecanismos y prácticas disciplinarias dispuestos hacia la producción de subjetividades apolíticas. O en otras palabras la articulación de prácticas disciplinarias y subjetividades apolíticas mediadas por una narrativa moral de la productividad.

En el marco de la modernidad como proyecto civilizatorio, el estado como portador de una nueva artificialidad de lo social; guiado, por tanto, por un instinto codigofágico, ha de encaminarse al ejercicio del gobierno. No obstante, en el nivel del instinto, el estado como fuerza se encuentra imposibilitado para intervenir, por tanto, habrá de guiarse por una voluntad de saber-poder para efectivizarse.

Para el caso en análisis, en el marco de especificidad de la modernidad católica, las fuerzas que actuaron como brazos institucionales y, por tanto, codigofágicos del estado fueron por un lado el poder pastoral en la educación y por otro la narrativa productiva de la física. Ambas se correspondieron con el ejercicio del gobierno en dos direcciones: a) conducir la naturaleza del hombre a través de la educación y b) modificar la naturaleza no humana con fines productivos a través de las ciencias físico-naturales

Sin, embargo, a diferencia de las económicas capitalistas consolidadas en el siglo XIX, donde cuaja la triada saber-productividad-trabajo (acumulación), se constituye localmente la triada utilidad-ciudadanía-moral. En el Ecuador decimonónico, en efecto, la productividad se produce como verdad en el terreno de la moral. Las ciencias físicas en su vinculación con el poder pastoral tuvieron que actuar desde ese

¹¹² Ver anexo 5

plano para hacer posible las transmutaciones que permitiesen la extracción de fuerza trabajo de los poderes terratenientes.

Se desplaza, en definitiva, dentro de una estrategia de poder, la cuestión de la política por el asunto de la productividad y la moral. En ese sentido, el estado patrocina subjetividades apolíticas a través de una ciudadanía técnica orientada a salvaguardar la estabilidad del mismo. De forma que, se puso en acción un concepto de progreso replegado hacia un horizonte de sentido productivista y cobijado bajo por una moral católica. En tanto efectos de verdad, desde un horizonte todavía mecanicista del mundo y en base a la constante cosmológica newtoniana desde la física se afirma dicho ethos alrededor del mito de la abundancia y de la perfectibilidad ilimitada de los pueblos.

No obstante, si bien se puede hablar del funcionamiento de tres fuerzas amalgamadas estratégicamente dentro de un programa de gobierno, las mismas no dejaron de permanecer enfrentadas. Con ello no me refiero a lo que podría explicarse como la derivación de un posicionamiento ideológico-político consciente, sino a lo que ha de haber de inaprensible/inaccesible en cada fuerza.

En efecto, existe un nivel en el relacionamiento de fuerzas que resulta inaprehensible y que se ha de corresponder con las condensaciones histórico-temporales que conforman cada una de ellas. Precisamente, este grado de desajuste o desempate provocado entre las distintas temporalidades en juego es lo que aquí he leído como autonomía relativa de las fuerzas. Así, el amalgamamiento en cuestión habrá de estar mediado por dicha cualidad. Por tanto, si no se puede hablar de una funcionalización instrumental es porque en el relacionamiento de unas fuerzas con otras se activa la ambivalencia de lo aprehensible/ inaprensible. Inclusive, lo que es aprehensible ha de constituirse de tal forma a condición primero de su traducción.

Autonomía que la ciencia guarda, por ejemplo, en tanto producción conceptual y que pudimos ilustrar, para el caso de la física, gracias al análisis de los esquemas perceptivos que ponen en circulación los paradigmas científicos. Por tanto, primer enfrentamiento/ desajuste/ desencuentro o disociación en el relacionamiento de fuerzas analizadas: la estructura conceptual del paradigma newtoniano y la incorporación en la enseñanza de las aplicaciones técnicas de los imponderables portadores de nuevos estímulos distintos al paradigma señalado.

Por otro lado, decimos hay varios niveles de traducción pues, con respecto a la autonomía en mención, el poder estatal tuvo mayor rango de acción en la organización institucional del conocimiento que habría de expresarse, precisamente, en la

introducción del modelo de educación superior napoleónico. Si bien, la autonomía relativa de la física se relegó también en lo que respecta a su diagramación disciplinaria (matematización mas experimentación), puso sobre la mesa una importante tensión.

El modelo napoleónico había institucionalizado la separación del vínculo entre filosofía y ciencia que la modernidad capitalista había generado en la dinámica puramente economicista de la acumulación. En efecto, a nivel de la investigación científica global decimonónica, el desarrollo paradigmático de las estructuras conceptuales no permaneció separado de la reflexión filosófica.

La axiomatización de los fenómenos naturales en detrimento de la reflexión conceptual filosófica de los mismos, no obstante, fue problemática en términos de la enseñanza local. Aquí llegamos al segundo desajuste derivado de la praxis teológica de la comunidad jesuita como institución global. En efecto, dado que la traducción de la ciencia en programas de enseñanza tuvo que tamizarse primero por la comunidad esta fuerza hubo de ser importante.

Contrario a lo que se esperaba, esta actuó como vía de modernización y socialización de la ciencia moderna. De hecho, caminó de acuerdo al ritmo de las comunidades científicas globales de la época. En efecto, la reconceptualización moderna de Dios inscribió en la comunidad un acercamiento particular de esta hacia la ciencia. Precisamente, la ciencia es incorporada como medio destinado a la salvación de los hombres y a la demostración de Dios como principio sintético del mundo. Por tanto dado que la ciencia se debe a una dimensión no solo material sino también espiritual, la comunidad cuestiona el rol de la confianza desmedida sobre la racionalidad de la ciencia. Se cultiva en ella, entonces, una posición crítica frente al positivismo que habrá de materializarse en la insistencia del vínculo entre ciencias físicas y filosofía.

En definitiva, tratar el problema analizado aquí desde su policronía nos ha permitido, entre otras cosas, acercarnos a los matices rítmicos de la historia.

Obras citadas

- 100cia. s/f. “¿En qué consistió el experimento de Thomas Young?” Consultado el 12 de enero de 2020. <https://www.100cia.site/index.php/fisica/item/11524-en-que-consistio-el-experimento-de-thomas-young>.
- Archivo del Museo de la Universidad Central del Ecuador. 2019. “Fotografía: Prototipo máquina de vapor”. Museo de la Universidad Central del Ecuador.
- Béjar, Manuel. 2013. “El lenguaje de las ciencias físicas. Aspectos formales, técnicos y filosóficos de la física”, 2013.
- Beléndez, Augusto. 2008. “La unificación de luz, electricidad y magnetismo: la ‘síntesis electromagnética’ de Maxwell”. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 2008.
- Ben-David, J., y A. Zloczwer. 1980. “El desarrollo de la ciencia institucionalizada en Alemania”. En *Estudios sobre Sociología de la Ciencia*, traducido por Barry Barnes, 46–59. Madrid: Alianza Editorial.
- Bourdieu, Pierre. 2007. *El sentido Práctico*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- . 2008. *Homo academicus*. Buenos Aires: Publicaciones Siglo XXI.
- Braunstein, Néstor. 2011. *El inconsciente, la técnica y el discurso capitalista*. México: Publicaciones Siglo XXI.
- Bustamante, Manuel. 1867. “Informe del Ministerio del Interior y Relaciones Exteriores dirigido a las cámaras legislativas del Ecuador”. Quito: Ministerio del Interior y Relaciones Exteriores. Análisis Legal: Mensajes, informes y Memorias a la Nación desde 1830. Archivo de la Asamblea Nacional Constituyente de la República del Ecuador.
- Canguilhem, Georges. 1999. “La decadencia de la idea de progreso”. *Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría*, 1999.
- . 2009. *Estudios de historia y de filosofía de las ciencias*. Buenos Aires: Amomorbu.
- Caruana, Louis. 2007. “Filosofía, Experiencia y Vida espiritual”. *Revista de Espiritualidad Ignaciana*, 2007.
- Carvajal, Iván. 2016. *Universidad, Sentido y Crítica*. Quito: Centro de Publicaciones de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Castro, Edgardo. 2018. “Seguridad, justicia, verdad: la evolución del concepto de gobierno en Michel Foucault”. *Conferencia*. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=wc5YXdUJdRg>.

- Castro Gómez, Santiago. 2017. “Foucault Genealogista”. youtube.
- Cepeda Astudillo, Franklin. 2008. “Cronología del Ferrocarril Ecuatoriano”. En *El ferrocarril de Alfaró: el sueño de la integración*, 13:239–51. Quito: Corporación Editora Nacional.
- Chiriboga, Manuel. 2013. “Las exportaciones costeñas en el siglo XIX y la Sierra en el siglo XIX”. En *Jornaleros, grandes propietarios y la exportación cacaofera (1790-1925)*. Quito: Universidad Andina simón Bolívar – Corporación Editora Nacional.
- Colegio Nacional San Vicente de Guayas. 1881. “Programa de los exámenes del Colegio Nacional San Vicente del Guayas en el año escolar de 1880 a 1881”. Guayaquil : Imprenta de El comercio. Fondo Antiguo Ecuatoriano.
- Cornejo, Jorge. 1949. “Universidad Central del Ecuador (1586-1949)”. Imprenta de la Universidad.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5901/1/Universidad%20Central%20del%20Ecuador%201586%20-%201949.pdf>.
- Cox, Brian. 2013. *Por qué E=mc²? [¿y por qué debería importarnos?]*. Cox vols. Bogotá: CO: Debate.
- Cuvi, Nicolás, Elisa Sevilla, Francisco Piñas, y Ana Sevilla. 2014. “La circulación del darwinismo en el Ecuador (1870-1874)”. *Procesos: revista ecuatoriana de historia* 39: 115-142.
- Demélas, Marie-Danielle, y Yves Saint-Geours. 1988. *Jerusalén y Babilonia: religión y política en el Ecuador, 1780-1880*. Quito: Editora Nacional / IFEA.
- “Diccionario Etimológico Español en línea”. 2001. En *Etimológico*. Chile.
<http://etimologias.dechile.net/>.
- Echeverría, Bolívar. 1996. “La Compañía de Jesús y la primera modernidad de la América Latina”. *Procesos: Revista Ecuatoriana de Historia*, 1996.
- . 2000. *La modernidad de lo barroco*. Segunda Edición. México: Ediciones Era.
- . 2011. “Modernidad y capitalismo: 15 tesis sobre la modernidad”. En *Critica de la Modernidad Capitalista*, 67–117. La Paz: Vicepresidencia del Estado Plurinacional de Bolivia.
- “Espectro Electromagnético”. 2017. *UnMundoIntelectual* (blog). el 8 de marzo de 2017.
<https://unmundointelectualblog.wordpress.com/2017/03/08/espectro-electromagnetico/>.

- Espinosa, Carlos, y Elisa Sevilla. 2013. “Un diálogo científico tripartito: la Misión Geodésica, los jesuitas y los criollos”. En *Ecuador y Francia: diálogos científicos y políticos (1735 - 2013)*, 52–69. Quito: FLACSO, Sede Ecuador.
- Espinosa, Jaime. 1931. “La Universidad Central en los primeros cien años de vida republicana”. *Revista Anales de la Universidad Central del Ecuador*, marzo de 1931. Área Histórica.
- Euvé S.J., Francois. 2013. *De Clavius a Teilhard. La ciencia y los jesuitas*. Madrid: Bubok publicaciones.
- Fernández Salvador, José. 1846. “Exposición que dirige al congreso del Ecuador en 1846 el Ministro de lo Interior y Relaciones Exteriores”. Quito: Ministerio del lo Interior y Relaciones Exteriores. Análisis Legal: Mensajes, informes y Memorias a la Nación desde 1830.
- Florence, Maurice. 1996. “Foucault, Michel, 1926 (-1984)”. *Revista de Filosofía Anábasis*, 1996.
- Foucault, Michel. 1970. *La arqueología del Saber*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- . 1980. *Microfísica del poder*. Segunda Edición. Madrid: La Piqueta.
- . 2000. *Defender la Sociedad*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- . 2006. *Seguridad Población y Territorio*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- . 2013. *El poder, una bestia magnífica: sobre el poder, la prisión y la vida*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno.
- Ganot, A. 1873. *Curso de Física, Puramente experimental y sin matemáticas*. Quinta. Madrid.
- Gomezjurado, Javier. 2014. *Historia de las telecomunicaciones en el Ecuador*. Quito: EC: Academia Nacional de Historia.
- González, Deyanira. 2017. “Historia de la Astronomía en el siglo XIX”. Scribd. el 23 de enero de 2017. <https://es.scribd.com/document/337299179/Historia-de-la-Astronomia-en-el-s-XIX>.
- Guadarrama, Pablo. 2004a. “Hostos y el Positivismo sui Generis Latinoamericano”. *Revista Historia de la Educación Latinoamericana*, 2004.
- . 2004b. *Positivismo y antipositivismo en América Latina*. La Habana: Editorial Ciencias Sociales. <https://es.scribd.com/document/130740799/1-3Positivismo-y-antipositivismo-en-America-Latina>.

- . 2011. “Razones del positivismo y el antipositivismo sui géneris en América”. *Cuadernos Americanos*, marzo de 2011.
- Hacyan, Shahan. 1995. *Relatividad para principiantes*. México. [http://www.librosmaravillosos.com/relatividadparaprincipiantes/pdf/Relatividad %20Para%20Principiantes%20-%20Shahan%20Hacyan.pdf](http://www.librosmaravillosos.com/relatividadparaprincipiantes/pdf/Relatividad%20Para%20Principiantes%20-%20Shahan%20Hacyan.pdf).
- Harvey, Richard. 1993. “Modern Science: Institutionalization of Knowledge and Rationalization of Power”. *The Sociological Quarterly*, marzo de 1993.
- Heilbron, J.L. 1993. “Weighing Imponderables and Other Quantitative Science around 1800”. *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, 1993.
- Hermida, César. 2017. “Universidad Central, memoria histórica de Ecuador”. *El telégrafo*, el 1 de abril de 2017. <https://www.eltelgrafo.com.ec/noticias/68/1/universidad-central-memoria-historica-de-ecuador>.
- “Informe del Ministerio de Hacienda”. 1871. Quito: Ministerio de Hacienda.
- “Informe del Secretario de Hacienda a la Convención Nacional”. 1878. Quito: Ministerio de Hacienda.
- Jiménez Hurtado, J.L. 2008. “Las ideas positivistas en la América Latina del siglo XIX”. *Revista VIA IURIS*, diciembre de 2008.
- Jouanen, José. 2003. *Historia de la Compañía de Jesús en la República del Ecuador 1850-1950*. Quito: EC: s.n.
- Keeding, Ekkehart. 2005. *Surge la nación. La ilustración en la Audiencia de Quito (1725-1812)*. Quito: Banco Central del Ecuador.
- Khun, Thomas. 1996. *La tensión esencial*. Madrid: Fondo de Cultura Económico.
- . 2013. *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- “La Paradoja de Olbers y la oscuridad del cielo | Blogodisea”. 2019. Blogodisea. el 8 de julio de 2019. <http://www.blogodisea.com/la-paradoja-de-olbers-y-la-oscuridad-del-cielo.html>.
- Lemke, Tomas. 2007. “An Indigestible Meal? Foucault, Governmentality and State Theory”. *Distinktion: Scandinavian Journal of Social Theory*, 2007. https://www.researchgate.net/publication/254266984_An_indigestible_meal_Foucault_governmentality_and_state_theory.
- León, Francisco Javier. 1871. “Exposición del Ministerio del Interior y Relaciones Exteriores dirigida al Congreso Nacional de 1871”. Quito. Análisis Legal:

- Mensajes, informes y Memorias a la Nación desde 1830. Archivo de la Asamblea Nacional Constituyente de la República del Ecuador.
- . 1873. “Exposición del Ministro del Interior y Relaciones Exteriores dirigida al Congreso Constitucional del Ecuador”. Quito: Ministerio del Interior y Relaciones Exteriores. Análisis Legal: Mensajes, informes y Memorias a la Nación desde 1830. Archivo de la Asamblea Nacional Constituyente de la República del Ecuador.
- López Ocón, Leoncio. 2002. “La América Latina en el escenario de las exposiciones universales del siglo XIX”. *Procesos: revista ecuatoriana de historia*, 2002.
- Macherey, Pierre. 2011. *De Canguilhem a Foucault: la fuerza de las normas*. Buenos Aires-Madrid: Amorrortu editores.
- Maiguashca, Juan. 1994. “El proceso de integración nacional en el Ecuador: el rol del poder central, 1830-1895’ Juan Maiguashca”. En *Historia y región en Ecuador: 1830-1930*, editado por Juan Maiguashca, 30:355–415. Quito: Corporación Editora Nacional.
- . 2005. “El proyecto garciano de modernidad católica-republicana en Ecuador, 1830-1875”, 2005. <https://es.scribd.com/document/372539411/JUAN-MAIGUASHCA-EL-PROYECTO-GARCIANO-DE-MODERNIDAD-CATOLICA-REPUBLICANA-EN-ECUADOR-1830-1875>.
- Marc Lévy Leblond. 1999. “Física y Matemáticas”. En *Pensar la Matemática*, editado por Francois Guénard y Gilbert Lelièvre, 69–84. Barcelona: Tusquets Editores.
- Martínez, José Luis. 2018. “El color de las estrellas y el espectro | Astronomía para todos”. el 9 de enero de 2018. <https://astronomiaparatodos.com/2018/01/09/el-color-de-las-estrellas-y-el-espectro/>.
- Marx, Karl. 1987. *La miseria de la filosofía*. México: Siglo XXI.
- Medina, Manuel. 1995. “Tecnografía de la ciencia”. *Historia Crítica*, núm. 10: 15–28.
- Menten, Juan B. 1877. “Historia y Descripción del Observatorio Astronómico de Quito”. *Boletines del OAQ*, 1877. Hemeroteca. Biblioteca Aurelio Espinosa Pólit.
- . 1878a. “Origen y formación del universo”. *Boletines del OAQ*, Año primero (- 1879 de 1878. Hemeroteca. Biblioteca Aurelio Espinosa Pólit.
- . 1878b. “Origen y formación del universo”. *Boletines del OAQ*, diciembre de 1878. Hemeroteca. Biblioteca Aurelio Espinosa Pólit.

- . 1879a. “Origen y formación del universo”. *Boletines del OAQ*, febrero de 1879. Hemeroteca. Biblioteca Aurelio Espinosa Pólit.
- . 1879b. “Origen y formación del universo”. *Boletines del OAQ*, junio de 1879. Hemeroteca. Biblioteca Aurelio Espinosa Pólit.
- . 1879c. “Origen y formación del universo”. *Boletines del OAQ*, agosto de 1879. Hemeroteca. Biblioteca Aurelio Espinosa Pólit.
- . 1881a. “Origen y formación del universo”. *Boletines del OAQ*, 1881. Hemeroteca. Biblioteca Aurelio Espinosa Pólit.
- . 1881b. “Origen y formación del universo”. *Boletines del OAQ*, junio de 1881. Hemeroteca. Biblioteca Aurelio Espinosa Pólit.
- . 1888. “Observaciones sobre la importancia de la instrucción pública”. Imprenta del Clero. Biblioteca Aurelio Espinosa Pólit.
- Miranda, Francisco. 1972. *La Primera Escuela Politécnica Nacional*. Quito: La unión.
- Museo de la Universidad Central del Ecuador. 2019. “Fotografía: Carrete de Ruhmkorff”. Museo de la Universidad Central del Ecuador.
- Museo Virtual Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales UPM. s/f. “Máquina de Vapor tipo Watt”. Consultado el 17 de enero de 2020. <http://www.campusmoncloa.es/es/media/galeria/museos-universitarios/museo-virtual-escuela-tecnica-superior-de-ingenieros-industriales-upm/35/museo-virtual-etsii-maquina-de-vapor-tipo-watt-3/344/>.
- NASA. 2010. “Tormenta solar”. En *Wikipedia, la enciclopedia libre*. https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Tormenta_solar.jpg.
- . 2020. “SDO | Solar Dynamics Observatory”. 2020. <https://sdo.gsfc.nasa.gov/gallery/main>.
- “Nota científica”. 1875, el 5 de junio de 1875. Hemeroteca. Biblioteca Aurelio Espinosa Pólit.
- Observatorio Astronómico de Quito. 2005. *132 años de historia del Observatorio Astronómico de Quito*. Quito: Escuela Politécnica Nacional y Observatorio Astronómico de Quito.
- Paladines, Carlos. 2018. *Historia de la educación y del pensamiento pedagógico ecuatorianos*. Quito: EC: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Pérez Ramírez, Gustavo. 2008. *Del Vesubio al Cotopaxi: historia memorable*. Quito: EC: Abya-Yala, Academia Nacional de Historia del Ecuador.

- Polo, Rafael. 2010. “Campo de visibilidad y producción de narrativas”. En *Ciencia, política y poder. Debates contemporáneos desde Ecuador*, de Mónica Mancero y Rafael Polo, 17–47. Quito: FLACSO, Sede Ecuador.
- “Programa de las materias que se enseñan en la Escuela Politécnica”. 1871. Imprenta Nacional.
- Quito. 1840. “Certamen público en el que bajo la dirección de Manuel Angulo, catedrático de filosofía, han de explicar y defender los alumnos del Convictorio de San Fernando: Gabriel García Moreno y Francisco Urrutia, colegiales cursantes de tercer año, con los esternos Miguel Egas y Francisco Moscoso y Castillo, cursantes de segundo año, las materias y proposiciones siguientes.” Imprenta de la Universidad. Fondo Antiguo Ecuatoriano. Biblioteca Aurelio Espinosa Pólit.
- Recarens, Carles Paul. 2016. “La precesión del perihelio de Mercurio”. cosmosmataro. el 4 de mayo de 2016. <http://www.cosmosmataro.org/home/noticies/laprecesiondelperiheliodemercurioenbreve?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog=1>.
- Rose, Nikolas, y Peter Miller. 1992. “Political Power Beyond the State: Problematics of Government”. *The British Journal of Sociology* 43 (2). https://www.jstor.org/stable/591464?seq=1#metadata_info_tab_contents.
- Serres, Michel. 1982. “The Origin of Language: Biology, Information Theory, & Thermodynamics”. En *HERMES Literature, Science, Philosophy*, 71–83. Baltimore y London: The Johns Hopkins University Press.
- . 1998. *Historia de las ciencias*. Cátedra, S.A. Madrid.
- Sevilla, Elisa. 2011. “Imperios informales y naciones poscoloniales: la autoridad de la ciencia”. Tesis Doctoral, Quito: FLACSO, sede Ecuador. <http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/5701/4/TFLACSO-2011ESP.pdf>.
- Silliman, H. 1974. “Fresnel and the Emergence of Physics as a Discipline”. *Historical Studies in the Physical Sciences*, 1974.
- Smeltzer, Michael. 2013. “Una nueva y sencilla teoría podría explicar la materia oscura”. *Tendencias* (blog). 2013. https://www.tendencias21.net/Una-nueva-y-sencilla-teoria-podria-explicar-la-materia-oscura_a19561.html.
- Teilhard de Chardin, Pierre. 1968. *Ciencia y Cristo*. Madrid: Taurus.

- Tobar Donoso, Julio. 1940. *García Moreno y la Instrucción Pública*. Quito: Ecuatoriana.
- Torretti, Roberto. 1997. “Ruptura y continuidad en la historia de la física”. *Revista de Filosofía (Chile)*, 1997.
- Troya, María José. 1885. “Informe del estado del Instituto de Ciencias y Escuela de Agricultura al Congreso Nacional de 1885”. Quito: Instituto de Ciencias y Escuela de Agricultura. Fondo Antiguo Ecuatoriano.
- . 1888. “Física aplicada a la medicina, cirugía, higiene y farmacia”. *Revista Anales de la Universidad Central del Ecuador*, 1888.
- Udías Vallina, Agustín. 2014. *Los jesuitas y la ciencia: una tradición en la iglesia*. Bilbao: Ediciones Mensajero.
- . 2016. “Las Universidades Jesuitas y la ciencia después de la restauración de la Compañía de Jesús (1814-2014)”. *Arbor: Ciencia, Pensamiento y Cultura*, diciembre de 2016. <http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2016.782n6006>.
- Vaccaro, Daniel. 2014. “Las primeras investigaciones sobre fenómenos electromagnéticos: Ampère y Faraday (1820-1831)”. Buenos Aires: Universidad Nacional de Tres de Febrero. DOI: 10.13140/RG.2.1.4380.0480.
- Velasco, Alejandrino, y María Lino Flor. 1889. “Estudio acerca de las Aguas”. *Revista Anales de la Universidad Central del Ecuador*, el 31 de octubre de 1889. Área Histórica.
- Villalba, Jorge. 1972. *Los primeros ingenieros ecuatorianos y su labor por el país*. Quito: Universidad Católica del Ecuador.

Anexos

Anexo 1: Temas impartidos en la materia de física: apartado electromagnetismo

ELECTROMAGNETISMO	
1871- 1872	<p>(F)Del magnetismo y de la electricidad:</p> <p>1) magnetismo de los imanes naturales y artificiales, leyes del magnetismo. Magnetismo terrestre.</p> <p>2) electricidad por el roce. Leyes de esta electricidad. Electricidad por influencia. Máquinas y aparatos varios.</p> <p>3) Galvanismo. Pila de volta; la corriente eléctrica, instrumentos para medir la intensidad de la corriente. Ley de Ohm; sus aplicaciones para medir la resistencia de las partes conductibles y la fuerza electromotora de la corriente. Corrientes termo-eléctricas. Efectos de la corriente: luz, calor, efectos químicos y teoría química de la corriente, electromagnetismo, inducción eléctrica y magnetoeléctrica, diamagnetismo. Telégrafos; maquinas electromagnéticas y magnetoeléctricas; máquina de inducción de Ruhmkorff</p>
1872- 1873	Magnetismo y electricidad.
1873- 1874	<p>E. Magnetismo. Sus leyes, magnetismo terrestre</p> <p>F. Electricidad estática producido por roce e influencia. Sus leyes fundamentales .Máquinas y aparatos varios</p> <p>G. Electricidad Dinámica producida por acciones químicas y calor. Pilas. Intensidad de la corriente, ley de ohm. Luz, color, efectos químicos producidos por la corriente. Electromagnetismo. Telégrafos. Máquinas de inducción.</p>
1874- 1875	Sin cambios con respecto al anterior año.
1876- 1877	<p>FÍSICA EXPERIMENTAL</p> <p>V. Magnetismo: Sus prioridades. Brújula de declinación e inclinación. Imantación</p> <p>VI Electricidad: estática y atmosférica. Galvanismo. Electro-magnetismo. Inducción.</p> <p>FÍSICA PARA LOS INGENIEROS</p> <p>VI. Magnetismo y electricidad estática y atmosférica</p>

Fuente: EPN

Elaboración propia

Anexo 2: Temas impartidos en la materia de física: apartado luz

LUZ	
1871-1872	(B) Teoría de los movimientos ondulatorios , como introducción a la teoría del sonido y de la luz. (D) Óptica. Movimiento del rayo luminoso en un medio homogéneo; velocidad, aberración de la luz, fotometría. Reflexión: espejos planos, cóncavos, convexos, parabólicos. Refracción: teoría de las lentes. Dispersión: teoría de los colores, análisis espectral y sus aplicaciones. Teoría de los instrumentos ópticos. Interferencia, polarización, doble refracción, fosforescencia, fluorescencia.
1872-1873	Sin especificaciones
1873-1874	C. Óptica. Propagación de la luz en un medio homogéneo, su velocidad y su aberración, teoría de los colores, análisis especial. Instrumentos ópticos. Interferencia y polarización
1873-1874	C. Óptica. Propagación de la luz en un medio homogéneo, su velocidad y su aberración, teoría de los colores, análisis especial. Instrumentos ópticos. Interferencia y polarización
1874-1875	Sin cambios con respecto al anterior año.
1876-1877	FÍSICA EXPERIMENTAL I. Teoría de los movimientos ondulatorios III. óptica. Reflexión, refracción, dispersión de la luz, análisis espectral. Doble refracción. Interferencia, Polarización. Teoría de la visión: Dióptrica del ojo humano, Impresiones luminosas, percepciones de la vista. FÍSICA PARA LOS INGENIEROS V. Óptica: propagación de la luz. Catóptrica. Teoría de los instrumentos ópticos.

Fuente: EPN

Elaboración propia

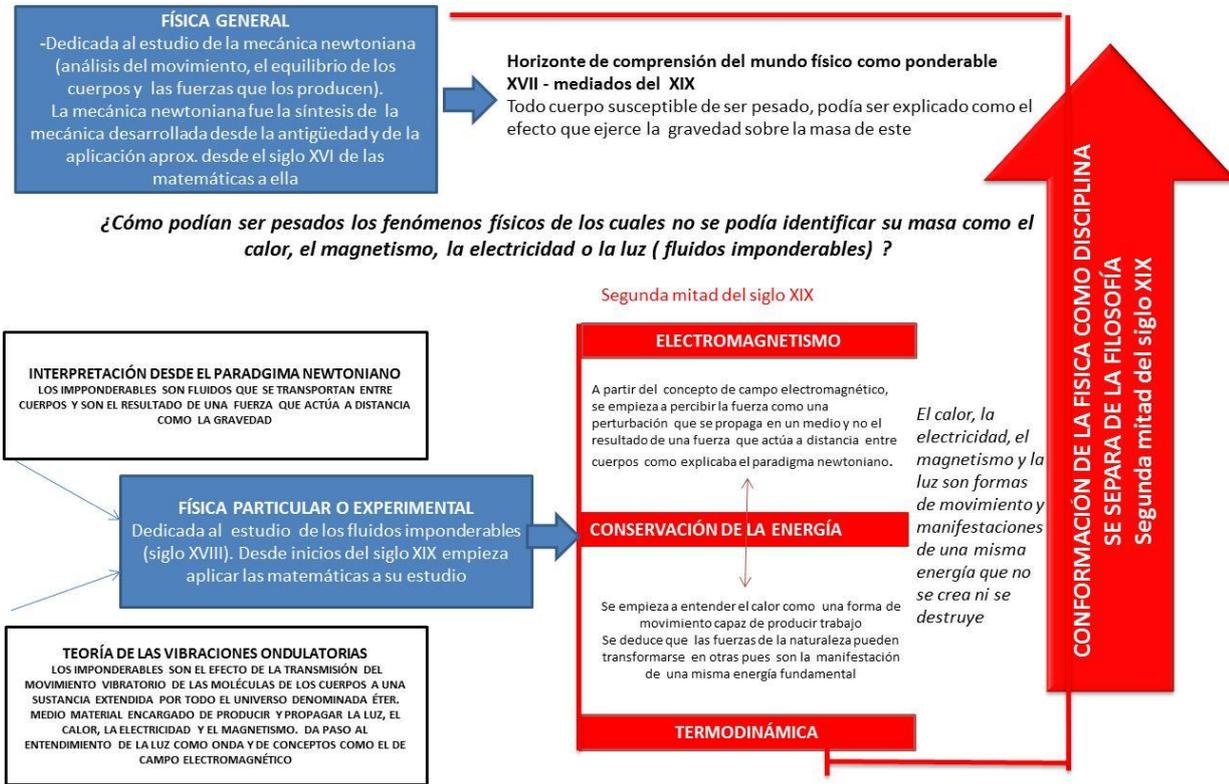
Anexo 3: Temas impartidos en la materia de física: apartado calor

TERMODINÁMICA : CALOR	
1871-1872	(E) Del calórico. Dilatación, termómetros. Cambio de estado de los cuerpos. Calor latente y específico. Tensión de los vapores. Máquinas de vapor. Transmisión, absorción, reflexión, conducción del calor. Calor radiante. Teoría mecánica del calor.
1872-1873	Sin especificaciones
1873-1874	D. Calor. Dilatación de los cuerpos, termómetros. Cambio del estado sólido en líquido etc. Calor latente y específico. Máquinas de vapor. Teoría mecánica del calor.
1874-1875	Sin cambios con respecto al anterior año.
1876-1877	FÍSICA EXPERIMENTAL IV. Calórico. Efectos del calor. Calorimetría. Radiación. Teoría mecánica del calor. Calor fisiológico. Fenómenos meteorológicos. FÍSICA PARA LOS INGENIEROS IV. Calórico. Teoría mecánica del calor. Dilatación. Propiedades físicas de los vapores y su aplicación a las máquinas

Fuente: EPN

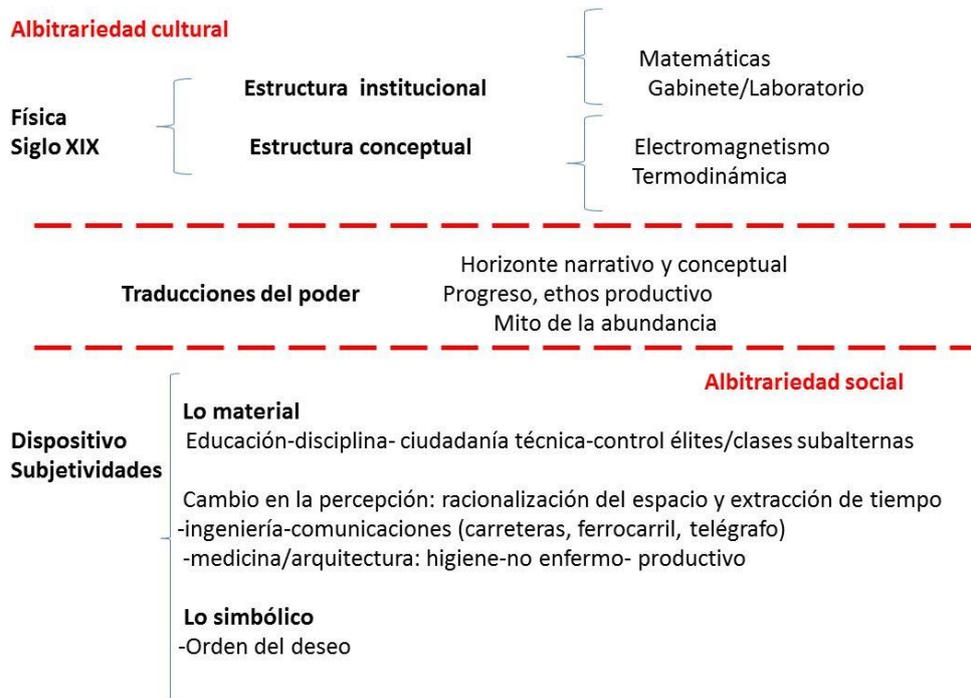
Elaboración propia

Anexo 4: Transformación conceptual de los imponderables



Elaboración propia

Anexo 5: Traducción de la física



Elaboración propia