

50 AÑOS DE LA PRIMERA GRADUACIÓN DE FÍSICOS EN LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE

50 YEARS OF THE FIRST GRADUATION OF THE PHYSICS CAREER AT THE ORIENTE UNIVERSITY

L. M. MÉNDEZ-PÉREZ, A. CRUZ-GARCÍA[†]

Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba 90500, Cuba;acruz@uo.edu.cu[†]

[†] autor para la correspondencia

Recibido 6/12/2022; Aceptado 1/2/2023

Resumimos brevemente los eventos clave asociados a los estudios de Física en la Universidad de Oriente, en el 50 aniversario de su primera graduación. Se discute una serie de asuntos interesantes del curriculum de Física en nuestra universidad, así como algunas nuevas políticas –como el actual sistema de admisión, y la enseñanza al grado 12 del preuniversitario en la universidad. Finalmente, mostramos estadísticas de las graduaciones de Física.

We briefly survey the key events associated to Physics studies in Oriente University in the 50th anniversary of the first graduation. A number of interesting issues of the Physics curriculum in our University are discussed; as well as some new policies –like the current admission system and the teaching of the 12th year of high school at the university. Finally, we show statistics of graduate studies in Physics.

PACS: Physics career (carrera de física), 01.85.+f; Physics education (educación en física), 01.40.-d; History of science (historia de la ciencia), 01.65.+g; Science and society (ciencia y sociedad), 01.75.+m

I. INTRODUCCIÓN

A raíz de la ley de Reforma Universitaria de 1962 se inicia la formación de Licenciados en Física [1] en la Escuela de Física de la Universidad de la Habana (UH). En 1967, a los veinte años de fundada la Universidad de Oriente (UO) [2–4] se solicita al Ministerio de Educación la autorización para formar físicos en sus predios, dentro de un Plan Especial de Ingeniería Física.

Con el desarrollo de este plan se funda la Escuela de Física de la UO en marzo de 1970, celebrándose el 8 de diciembre del mismo año el acto de graduación de sus primeros y únicos 17 Ingenieros Físicos; cumpliéndose en este año 2020 su L aniversario.

En este trabajo se presentan algunos hechos relacionados con esta carrera de Física en la UO, entre ellos: políticas de ingreso, como el Proyecto MES/MINED de duodécimo grado de preuniversitario en la Universidad, cantidad de egresados y la ubicación laboral de algunos de ellos y el trabajo de investigación de los estudiantes.

Carrera de Ingeniería Física, primera graduación

Como se dijo anteriormente en el año 1967 [2–4] la UO solicita al Ministerio de Educación la autorización para formar Ingenieros Físicos en un Plan Especial, la matrícula para esta nueva carrera se realizó seleccionando estudiantes de otras carreras de Ingeniería o Ciencias Químicas de la UO, que mostrasen interés y tuviesen en el tiempo cursado en la Universidad buenos resultados académicos; y también otros de la provincia de Oriente que cursaban Licenciatura en Física en la UH, conformándose un primer grupo (F-1), en el segundo semestre del curso 67- 68; y un segundo grupo, el (F-2), a inicios del curso 68- 69.

Por la explosión de la matrícula universitaria que habría en 1971, la carrera se redujo a cuatro años, por eso en la tarde del martes 8 de diciembre de 1970, en el emblemático e histórico Teatro Universitario de la UO, se celebró el acto solemne de graduación de los primeros físicos formados en esta indómita institución académica, los primeros y únicos 17 Ingenieros Físicos, que se reportan en los datos del Departamento de Estadísticas de la UO, 8 en el curso 1969 - 1970 y 9 en el siguiente, 1970 - 1971.

Al concebirse ese plan y fundarse la Escuela de Física en la UO [2, 4] se definió un perfil de trabajo y un plan de estudio con especializaciones, dentro de los métodos físicos de análisis, en los campos de la: Óptica y Espectroscopia, Física Nuclear y en Física de los Rayos X y Metales; que tenía las Asignaturas Optativas [5]: Óptica Aplicada, Espectroscopia Atómica y Espectroscopia Molecular, en Óptica y Espectroscopia; para el caso de Física Nuclear: Interacción de las radiaciones con las sustancias, Radiactividad y Técnicas Nucleares; y para Rayos X y Metales: Cristalografía, Física de los Rayos X y Análisis Roentgenográfico.

Además se incluía en plan la realización de un trabajo de culminación de estudios, consistente en una investigación en el campo de la especialización, denominado Tesis de Grado. Por la reducción de la carrera a cuatro años, como se expresó antes los estudiantes fueron eximidos de realizar la Tesis de Grado, lo que limitó su formación investigativa.

Carrera de Licenciatura Física

A partir de la graduación del curso 72 - 73 el título emitido es el de Licenciado en Física, en la Fig. 1 se presenta la matrícula de la carrera por cursos académicos, 1968 - 1969 (1) hasta el 2019 - 2020 (52), teniéndose una matrícula total [6] de 3368

estudiantes en el diurno, además de 428 en el vespertino nocturno que existió entre los cursos 79 -80 al 93 -94, para un total de 3796.

Si bien la matrícula de los graduados de Ingeniería Física fue por selección, como se expresó arriba, en los cursos posteriores el ingreso se efectuaba según las normas establecidas por el ministerio para todas las carreras hasta que en el curso 2003-2004 se estableció un nuevo sistema de ingreso, como parte de un intento por mejorar tanto la calidad como la cantidad de los estudiantes de nuevo ingreso. Este sistema preveía la realización de una prueba de habilidades para seleccionar a aquellos que accederían a la carrera, la cual estaba garantizada con antelación al proceso de ingreso general a la Universidad.

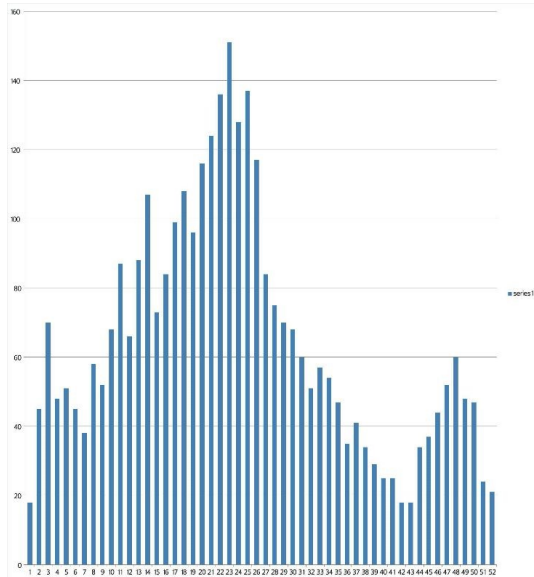


Figura 1. Comportamiento de la matrícula de nuevo ingreso a la carrera de Física en la Universidad de Oriente a lo largo de toda su historia.

No obstante a ese nuevo método de ingreso, la matrícula decrecía, teniéndose en los dos primeros lustros del siglo XXI una disminución aproximadamente del 90 %. Con el fin de intentar revertir este comportamiento a partir del curso 2009/10 fue creado el Proyecto MES/MINED mediante el cual los estudiantes de preuniversitario previo una prueba de selección, realizaban el 12 grado en un aula anexa al Departamento de Física de la UO (DFUO).

Tabla 1. Cantidad de estudiantes matriculados por cursos

Cursos	Matrícula (Proyecto)
2010-2011	13 (6)
2011-2012	16 (15)
2012-2013	13 (6)
2013-2014	14(11)
2014-2015	22(10)
Total	72(48) (66.7%)

En septiembre del 2010 ingresaron a la carrera los primeros estudiantes que hicieron sus estudios de duodécimo grado en la Universidad. En la Tabla 1 se muestra la cantidad de estudiantes matriculados en los cursos, en que existió este

Proyecto MES/MINED dirigido por el DFUO, observándose una reanimación de la matrícula a la carrera.

En la Fig. 2 se muestra la cantidad de graduados del curso regular diurno [6] desde el curso (1) 1968- 69 hasta el presente (51) 2019 - 20, como se observa, en los cursos 87- 88 al 96 - 97 se destaca un promedio de graduados mayor a 15, debido al ingreso de algunos que estudiaban en Universidades de los países exsocialista o pensaban estudiar en ellas.

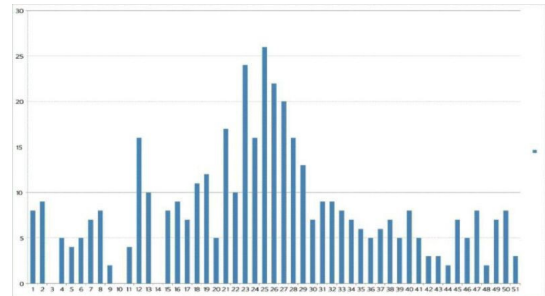


Figura 2. Número de egresados en cada curso escolar a lo largo de toda la historia de la carrera de Licenciatura en Física en la UO, curso diurno. El eje horizontal corresponde al numero del curso.

En la primera graduación de 1970, de los 17 Ingenieros Físicos, 3 eran del sexo femenino. Desde ese momento y hasta el presente [6] la UO ha graduado a 453 Físicos, de ellos 424 en el curso diurno y 29 en el curso vespertino nocturno. Resultando para el diurno, sólo un índice de 12,59 % de egresados respecto a la matrícula y un promedio de 8,48 graduados/cursos. En el curso diurno se han graduado 14 extranjeros de países de África y América Latina, entre ellos: Angola, Etiopia, África del Sur, México, Haití y Panamá.

Si los primeros 17 graduados de física en la Universidad de Oriente fueron ubicados en el claustro de su propia Escuela de Física, con el transcurso del tiempo, los graduados han sido ubicados en diferentes entidades de las actuales provincias orientales del país. La ubicación de los graduados de los cursos del 09/10 al 19/20, es muy diversa, se tienen ubicaciones en el Hospital Oncológico, Centro de Energía Solar y el Centro Provincial de Meteorología de Santiago de Cuba, Centro Provincial de Metrología de Holguín, FAR, etc. Teniéndose una alta contribución a los Centros de Enseñanza Superior, dígame Universidad de Holguín, Granma, Las Tunas, Moa y por supuesto la UO, aunque ahora no es sólo en el DFUO, sino en otras dependencias como son el Centro de Biofísica Médica, el Centro de Electromagnetismo Aplicado y el Departamento de Física Aplicada.

En el acto de graduación de los primeros Físicos formados en la UO hace 50 años, el Director de la Escuela de Física en ese momento, Lic. Jorge González Alonso [7] expresaba:

La Escuela actualmente estructurada puede junto con el pequeño número de graduados que ha contado hasta el presente, constituir un núcleo que sea el punto de partida del desarrollo de la Física en nuestra provincia.

Hoy, cincuenta años después, esas palabras se han hecho realidad, entendiendo por nuestra provincia, las hoy provincias orientales.

Los primeros graduados de Licenciatura en Física en el curso 1972 - 1973 y hasta los matriculados en el curso 1977 -78 tenían un plan de estudio confeccionado en la propia Escuela y en el que se mantenían las especializaciones de Rayos X y Metales, Óptica y Espectroscopia y Física Nuclear ahora con más Asignaturas Optativas, por ejemplo [8] en Rayos X y Metales [Cristalografía, Física de los Rayos X, Análisis Roentgenográfico I, Análisis Roengenoestructural, Métodos Radioelectrónicos en Rayos X]. En este plan ya se incluía en el noveno semestre la asignatura Máquinas Computadoras, además en el séptimo había un Trabajo de Curso y en el décimo la Tesis de Grado.

Entre los años 1977 y 1982, se aplica el Plan de estudio "A", que era unificado y contemplaba las mismas especializaciones ya mencionadas de Rayos X y Metales, Óptica y Espectroscopia y Física Nuclear.

En el curso 82 - 83 comienza el Plan de Estudio "B" eliminándose las especializaciones y entre los años 1990 y 2000 estuvo vigente el Plan de Estudio "C". Más tarde, en los años 2000 al 2007 estuvo el denominado Plan "C" modificado, que permitió introducir asignaturas para brindarle a los alumnos una preparación en las áreas de la Física Aplicada, más demandas en la región oriental del país.

En este Plan se introdujeron cinco asignaturas optativas en el cuarto y quinto años de la carrera en cuatro bloques con perfiles terminales [9] en: Ciencias de los Materiales [Termodinámica, Física del Estado Sólido, Ciencias de los Materiales]; Biofísica y Física Médica [Biofísica I y II, Física Nuclear y Radiobiología]; Ciencias del Medio Ambiente [Dinámica de la Atmósfera, Física no Lineal, Física del Medio Ambiente, Energía y Medio Ambiente] e Ingeniería Física [Física y Tecnología de Metales, Formación y Procesado Óptico de Imágenes, Dinámica Fluido Computacional], la quinta asignatura era vinculada al Trabajo de Diploma de cada estudiante.

La última y aún vigente versión del Plan de estudio es conocida como Plan D, que comenzó en el curso 2007- 2008. Este plan posee una estructura bastante similar en cuanto al contenido de las físicas y las matemáticas que el primer Plan de 1967; lógicamente la Electrónica y la Computación tienen una presencia superior y su sistema de conocimiento a cambiado radicalmente. En Electrónica, por ejemplo, en el primer Plan se explicaban los circuitos con válvulas al vacío (triodos y pentodos) y sólo se mencionaban los transistores bipolares, a partir de 1976 el curso es a base de transmisores bipolares y se introducen los transistores de efecto de campo y los amplificadores operacionales integrados con el ejemplo del $\mu A709$.

Este Plan D, como los anteriores a partir del B no posee especializaciones, pero sí Asignaturas Optativas, ahora estas son nueve, divididas en dos grupos: el Grupo I con tres asignaturas en 2do y 3er años, que complementan las obligatorias de estos años; el Grupo II consta de seis asignaturas, del primer semestre de 4to año hasta el segundo semestre de 5to año. Ejemplos de algunas de las asignaturas Optativas ofrecidas a partir del curso 13/14 se presentan, [10] en la Tabla 2.

En el plan de estudio de los primeros graduados de Licenciatura en Física ya se tenía un Trabajo de Curso en cuarto año y un Trabajo o Tesis de Grado en quinto año; en los que los estudiantes realizaban pequeñas investigaciones en el campo de su especialización, caracterizados en sus inicios por la repetición de aplicaciones ya realizadas, y en general de un bajo nivel, pero ello, influyó positivamente en su formación investigativa debido a la acción directa de los especialistas soviéticos, principalmente de la Universidad Estatal de Leningrado (UEL) que trabajaban en la Escuela.

El inicio del plan de estudio "A" en 1977 coincide con la etapa (1976 - 1978) en que se reintegran al claustro de la Escuela de Física los primeros graduados como Ingenieros Físicos [2,4], que habían ido a superación de postgrado al extranjero (URSS o RDA), bien después de recibir entrenamiento o ya graduados de Candidatos a Doctores (Dr. C. en la actualidad), los que comenzaron a transmitir a los estudiantes sus experiencias en la investigación, siguiendo con la filosofía propia de la Escuela de ser experimental-aplicada.

Desde esa época se promueve el uso de las técnicas de computación en los trabajos de investigación de los estudiantes y que el resultado de los Trabajos de Diploma fuesen escritos siguiendo la estructura de artículos científicos para ser publicados en coautoría con sus tutores en revistas científicas, como fue el Trabajo de Diploma del estudiante Raúl Ortiz Pérez [11], consistente en la confección del programa EFICOU-I en FORTRAN-10H para una Minicomputadora IRIS-10 destinado para el cálculo de la eficiencia intrínseca de cristales cilíndricos de NaI(Tl) de diferentes dimensiones de una fuente puntual situada sobre su eje.

Con el plan de estudio "B", como se mencionó se eliminan las especializaciones, pero se incluye la Práctica de Producción desde el segundo año, con el Trabajo de Diploma en quinto, ampliándose en algo el tiempo que los estudiantes deben dedicar a la investigación. Entre los años 1986/90 en que aún estuvo vigente el Plan B, se amplió el espectro de las investigaciones en que participaron los estudiantes de medicina y se realizaron Trabajos de diploma en centros hospitalarios como, el realizado [12] en colaboración con el Hospital Oncológico "Conrado Benítez" de Santiago de Cuba, del estudiante Juan Ceballos Ruano en 1988 titulado: "Pruebas cuantitativas en el análisis de renogramas". Este fue parte de los primeros trabajos biomédicos realizados por parte de los profesores, investigadores y alumnos de la carrera de Física que conllevaron a la inauguración del Centro de Biofísica Médica (CBM) de la UO en febrero de 1993.

Entre los cursos 2001/02 - 2006/07, el 89,75% del total de egresados realizaron sus trabajos de diploma en las áreas de la Física Aplicada, enmarcadas en los bloques de las Asignaturas Optativas, descrito arriba [9], según se detalla a continuación: 54,3% en el bloque de Ciencias de Materiales, que se trabajaba directamente en el Departamento; 17,1% en el de Biofísica y Física Médica en el CBM; 14,3% per cápita en las áreas de Ingeniería Física y Ciencias del Medio Ambiente los que se realizaban en colaboración con el Centro de Eficiencia Energética, el Centro Provincial de Meteorología y el Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado.

De igual forma en los cinco cursos comprendidos entre los años 2010 y 2015 se tiene un elevado por ciento de Trabajos de Diploma defendidos en el campo de la Física Aplicada, de ellos el 55 % corresponden a Ciencias de Materiales, el 30 % a Biofísica Médica; y el resto a temas fundamentales de la física. Mostrando que la concepción inicial de la formación de Físicos en la UO de realizar investigaciones aplicadas se mantiene, ejemplo de ellos son los Trabajos siguientes:

1- Estudio del oleaje producido por ciclones tropicales en la costa sur de las provincias orientales. (Autor: Leoandris Martínez Serrano. Tutor: MSc. Humberto Varona). 2010.

2- Evaluación de la aplicación de un tratamiento magnético pre-siembra en la germinación de semillas de frijol común, para tres variedades, con técnicas de procesamiento de imágenes. (Autor: Raúl Rodríguez. Tutor: MSc. Rafael Mut Benítez). 2015.

Prosiguiendo con la política de publicación y presentación de los resultados de los trabajos de los estudiantes en revistas y eventos científicos respectivamente, se tienen por ejemplo el trabajo de Leoandris Martínez Serrano presentado en el 2011 en el VI Congreso Cubano de Meteorología [13], el del estudiante de cuarto año Marcos Planas Valezuela [14] en el XIV Simposio y XII Congreso de la Sociedad Cubana de Física del 2017, la publicación del estudiante José Ramón Fernández [15] en la Revista Cubana de Física y finalmente la participación recientemente en el XV Simposio y XIII Congreso de la Sociedad Cubana de Física 9-13 de marzo del 2020 de los egresados en el curso 2018 - 2019 y que realizaron su trabajo de investigación en colaboración con la Universidad de La Habana en temas de Física Teórica [16].

En el período 2011/2020 se obtuvieron [17,18]: cuatro premios de la ACC en los temas mencionados arriba en los que se tiene colaboración con la Universidad de São Paulo Superconductividad, Holografía Digital y Ruido Barkhausen.

Entre los proyectos de investigaciones nacionales e internacionales mediante la colaboración institucional, en el período 2011/2020 [17] se pueden mencionar:

1. Superconducting and normal properties in Bi-2223 polycrystalline superconductor. Universidad de São Paulo. Fapesp, Proceso 2010/50381.

2. Aplicación del ruido magnético de Barkhausen en el estudio de las transformaciones de fases en aceros y aleaciones ferrosas. CNPq, Proceso 453385/2010-9. Universidad de São Paulo.

3. Ruido, transporte y fenómenos magnéticos en superconductores para aplicaciones tecnológicas. CAPES-MES. Proceso 100/10. Universidad de São Paulo.

4. Ruido Barkhausen, Transporte Electrónico y Fenómenos Magnéticos en Óxidos Superconductores para Aplicaciones Tecnológicas. CAPES-MES Proceso 104/10. Universidad de São Paulo. Prorrogado hasta 2013-2014.

5. Microscopia Holográfica Digital Aplicada ao estudo de agregados de b2-Glicoproteína-I em solução. Capes/MES. Proceso 119/11. Universidad de São Paulo. Prorrogado hasta 2014-2016.

6. Fortalecimiento de las Ciencias Básicas y Naturales para la innovación, Proyecto VLIR-UO, No. 9741, TP2: 2013-2018.

7. Obtención de materiales carbonosos y diseño de celdas de biocombustibles a partir de residuales de la industria azucarera. Programa Nacional de Nanociencia y Nanotecnologías, Proceso No. 9133: 2019-2024.

A su vez, esta colaboración ha sido una fuente muy importante en la educación de postgrado con ella se han podido formar 4 Doctores y 3 Máster en Ciencias del claustro de la carrera y de otras instituciones de las provincias orientales y Camagüey.

Se debe destacar que estas colaboraciones han permitido a los Físicos de la UO desarrollar trabajos de alto valor científico en el campo de la Física Experimental, a pesar del bloqueo que no permite la compra de equipos modernos al país, pues se utilizan las instalaciones existentes en los centros con los que se tiene colaboración, poniendo el conocimiento para su uso y empleo; además como ha acontecido en algunos momentos estos centros han cedido algún que otro equipamiento o se han construido dentro de la misma colaboración y hoy se encuentran en nuestros laboratorios para su uso también por los estudiantes en sus trabajos de curso o de diploma.

II. CONCLUSIONES

La concepción de la formación de un físico en la Universidad de Oriente capaz de desenvolverse en una matriz de profesionales no físicos y servir para vincular la física con otras ramas de la ciencia, se mantiene vigente después de transcurridos 50 años de la primera graduación de los Ingenieros Físicos en diciembre de 1970.

La inclusión de las asignaturas optativas logra una orientación y articulación de las experiencias educativas que facilitan y permiten desarrollar habilidades de trabajo investigativos en centros que se encuentran en la región oriental de Cuba y que son fuentes de empleo para los egresados. Permitiendo también, que los estudiantes se orienten a participar en temas de investigación, desde el pregrado, dando solución a problemas territoriales.

La carrera de Licenciatura en Física de la Universidad de Oriente ha devenido en su evolución histórica de 50 años en un pilar para la formación de muchas generaciones de físicos de las provincias orientales del país, como se vislumbró en el acto de graduación de la primera y única de Ingenieros.

REFERENCIAS

- [1] O. de Melo, M. Sánchez-Colina, Rev. Cub. Fis. **29**, 90 (2012).
- [2] L. Méndez, A. Baracca, Rev. Cub. Fis. **18**, 146 (2001).
- [3] L. M. Méndez-Pérez, P. Muné-Bandera, E. J. Roca-Oria, Rev. Cub. Fis. **32**, 214 (2015).
- [4] L. M. Méndez-Pérez, C. Cabal-Mirabal, Physics at the University of Oriente en el libro The History of Physics in Cuba, (Series Boston Studies in the Philosophy and History of Science de los Editores: Angelo Baracca, Helge Wendt & Jurgen Renn. Springer Dordrech Heidelberg, New York, London, 2014) pp. 252.

- [5] Expedientes 00017, 00019, 00012 de la Escuela de Ingeniería Física de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Oriente.
- [6] Datos del Departamento de Estadística de la Universidad de Oriente, 21 de julio del 2020.
- [7] J. González-Alonso, Discurso leído el 8 de diciembre de 1970 en el acto de graduación de los primeros Físicos en la UO.
- [8] Expediente 00006 de la Escuela de Física de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Oriente.
- [9] L. M. Méndez-Pérez, Ingeniería física en Cuba, antecedentes y plan actual y perfil biomédico actual. Mesa redonda sobre Ingeniería Física: su concepción y fuente de empleo en Iberoamerica, IV Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria, Ciudad de la Habana, Enero 2007.
- [10] L. M. Méndez-Pérez, Asignaturas Optativas de la carrera de Física vinculadas con: la Física General, el Trabajo Científico y el entorno territorial. Seminario Científico Metodológico de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, SemCiMet'2017. 4ta Conferencia Científica Metodológica 2017, Universidad de Oriente, ISBN 978-959-207-586-3.
- [11] L. Méndez, R. Ortíz, *Rev. Cub. Fis.* **2**, 91 (1982).
- [12] R. A. Miller-Clemente, L. Mendez-Peréz, *Med. Phys.* **42**, 3224 (2015).
- [13] L. Martínez-Serrano, H. Varona, Estudio del oleaje producido por ciclones tropicales en la costa sur de las provincias orientales, Resúmenes VI Congreso Cubano de Meteorología 2011, (2011) pp. 47.
- [14] M. Planos, Y. Arias, J. Ricardo, et. al., Configuración experimental para la determinación del mapa de índice de refracción usando Microscopía Holográfica Digital (MHD), Programa y Resúmenes XIV Simposio y XII Congreso de la Sociedad Cubana de Física, (2017) pp. 91.
- [15] J. R. Fernández-Gamboa, A. Cruz-García, P. Muné, E. Altshuler, O. Vázquez-Robaina, R.F. Jardim, *Rev. Cuba Fis.* **33**, 127 (2016).
- [16] L. R. Villarrubia-Rio, F. E. Pascual-García, A. Milanes-Garcia, F. Tamayo-Delgado, J. A. Heredia-Kindelan, N. Del Campo-Soler, et. al, Programa XV Simposio y XIII Congreso de la Sociedad Cubana de Física, (2020).
- [17] Informe de auto evaluación de la carrera de Licenciatura en Física, mayo 2015.
- [18] Informe de Pleno de la Academia de Ciencias de Cuba, (2020).

Tabla 2. Algunas Asignaturas Optativas ofertadas desde el 2013/14

Año	1er Semestre	2do Semestre
2do	Optativa I Física de la atmósfera y de la Tierra Álgebra, geometría, calculus y computación: herramienta del físico	Optativa II Mediciones Magnéticas Introducción a los Sistemas Dinámicos Análisis vectorial y tensorial
3ro		Optativa III Sensores de fibras ópticas Óptica Fisiológica Introducción a la modelación mediante ecuaciones diferenciales
4to	Optativa IV Fuentes renovables de energía Introducción a la Instrumentación Virtual	Optativa V Historia de la física Ciencia, tecnología y sociedad Optativa VI Biofísica Teoría del medio efectivo y métodos para medir resistividad
5to	Optativa VII Física Médica de las radiaciones ionizantes Fundamentos de superconductores Optativa VIII Física del Estado Sólido Introducción a la RMN	Optativa IX (complemento del TD) Temas avanzados de superconductores Holografía digital Efecto Barhausen Etc...

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0, <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) license.

