Tipo: *In memoriam*
Sección: Historia de la óptica

José Barcala: pionero del diseño óptico computacional en España

S. Barbero[1S*]

1. Instituto de Optica (IO, CSIC), C/ Serrano 121, 28006, Madrid

(*) E-mail: sergio.barbero@csic.es S: miembro de SEDOPTICA / SEDOPTICA member

Received / Recibido: 03/08/2022 Accepted / Aceptado: 23/09/2022
DOI: 10.7149/OPA.55.3.51116

REFERENCES AND LINKS / REFERENCIAS Y ENLACES

[1] L. Delgado y S. M. López, "La emergencia de la política científica en España, con el desarrollismo como telón de fondo". En L. Delgado, S. M. López (eds.). *Ciencia en Transición. El lastre franquista ante el reto de la modernización*. Madrid: Sílex Ediciones, 2019, p. 9-38.
[2] C. Pérez Fernández-Turégano, *José María Otero Navascués. Ciencia y Armada en la España del siglo XX*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2012.
[3] M. Fernández. *Medio siglo de Óptica.* INDO, 1989.
[4] P. Jiménez-Landi, Pedro (1984), "La escuela universitaria de óptica de Madrid", *Óptica Pura y Aplicada*, 17, 1984, p. 21-25.
[5] J. Fórnes de Juan. *De la práctica a la profesión. Los informáticos en España, 1950-1982.* Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, 2016.
[6] T. Sales. "La informática comercial española en la primera época (1960-1970): apuntes para una historia de la informática". *Novática: revista de la Asociación de Técnicos de Informática*, Julio, 34, 1980 p. 53-59.
[7] J. Barcala y J. Fernández, "Calculadoras en la investigación científica", *Revista de automática*, 2(6), 1969 p. 17-18.
[8] J. Casas, y J. Barcala, "Esquemas de cálculos ópticos para máquina de calcular", *Anales de Física y Química*, 49, 1953, p. 343-348.
[9] A. Romero de Pablos, "Pioneras pero invisibles: las calculistas del Laboratorio y Taller de Investigación del Estado Mayor de la Armada", *Clepsydra: Revista de Estudios de Género y Teoría Feminista* 15, 2016, pp. 49-61.

1. Introducción

José Barcala nació en el pueblo madrileño de Estremera en 1920[1]. Cursó los estudios de ciencias exactas –a pesar de la denominación, lo que se entendía por "exactas" en aquella época estaba más cerca de la física que de las matemáticas– en la Universidad de Madrid, licenciándose en 1946. Tras su licenciatura, se inscribió en el programa de doctorado en ciencias exactas del curso 1947-48, con la finalidad de iniciar su tesis doctoral en el Instituto de Óptica "Daza de Valdés" (IO). Se incorporó al instituto en noviembre de 1949 como "meritorio", lo cual significaba ser becario en prácticas y sin remuneración; aunque, dos meses después, conseguiría una primera beca remunerada a través del Patronato "Alfonso X el Sabio", al que estaba adscrito el IO.
En estos primeros años del franquismo, debido a las atroces purgas emprendidas tras finalizar la guerra, existía una necesidad imperiosa de promocionar a nuevo personal investigador y docente a posiciones de estabilidad laboral, requisito ineludible para reconstruir el mermado sistema científico-técnico español [1]. Por esta razón Barcala, sin siquera haber terminado su tesis doctoral, pasó a formar parte del personal

[1] Buena parte de los datos personales de este escrito se han extraído del expediente personal de José Barcala. Archivo Histórico Administrativo, Instituto de Óptica "Daza de Valdés" (CSIC).

 © Sociedad Española de Óptica

permanente del IO bajo la figura de "colaborador científico" en enero de 1953, tan solo cuatro años tras su incorporación al IO. Algunos años más tarde, en 1961, obtendría el estatus de "investigador" del Patronato "Juan de la Cierva", patronato al que una parte del IO se había asociado.
Volviendo a su tesis doctoral; Barcala estudió ciertas propiedades del uso de superficies tóricas en diseño óptico; la leyó en noviembre de 1959 con el título: "Algunos problemas de la óptica geométrica con superficies tóricas". La calidad del trabajo de investigación realizado viene avalada por el hecho de que la tesis fuese distinguida con la medalla y premio *accesit* de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid, en su edición de 1961.
El diseño óptico –denominado cálculo de sistemas por aquellos años– fue una de las líneas de investigación que más se impulsaron en el joven Instituto de Óptica, creado en 1946. Dada la reducida tradición científica en este campo en España, el director del IO, Otero Navascues[2], se valió de su extensa red de colaboradores internacionales para conseguir que algunos de los diseñadores ópticos más prestigiosos de la época –los alemanes Franz Weidert y Albrecht Wilhelm Tronnier, y el italiano Cesare Morais– impartiesen cursos de especialización sobre diseño óptico en el IO.
Barcala hizo buen provecho de aquellos cursos. Fue alumno del curso de especialización en óptica geométrica e instrumentos, impartido por Weidert, de noviembre de 1949 a julio de 1950; asistió al conjunto de conferencias que Tronnier dio, en noviembre de 1950, sobre "cálculo de combinaciones ópticas" y al curso impartido por el mismo profesor sobre "nuevos métodos de marcha de rayos y teoría de aberraciones" en octubre de 1952; durante los años 1951 y 1952 asistió a dos cursos impartidos por Morais sobre "proyectos de instrumentos" y "teoría de las aberraciones extra-axiales y cálculo de objetivos de microscopio". Como vemos, la formación que Barcala adquirió en diseño óptico –lo mismo ocurrió con otros de su generación como: María Egües, Pedro Jiménez-Landi, Daniel Vázquez, Justiniano Casas, etc.– se cimentó gracias a la asistencia a cursos; única vía posible por la magra existencia de libros técnicos dedicados al diseño óptico, y menos aún en castellano.

2. Investigador y diseñador de sistemas ópticos

Fruto de su formación y labor investigadora, Barcala publicó, durante la década de los 50, siete artículos en el ámbito general de la óptica geométrica y el diseño óptico –todos ellos en los *Anales de Física y Química*, casi la única revista de prestigio de física en España por aquel entonces–, un número considerable en términos relativos de la época. El trabajo científico se complementó con una intensa actividad tecnológica, en particular en el ámbito del diseño de sistemas ópticos. Barcala participó en el desarrollo de multitud y variados diseños tales como: anteojos, telescopios, microscopios, telémetros, astrolabios, objetivos fotográficos y de proyección, etc. Algunos de estos diseños fueron ejercicios meramente académicos, pero otros tuvieron un desarrollo destacable. En términos de transferencia tecnológica, cabe subrayar que no pocos de estos sistemas fueron encargados por empresas externas u otros centros de investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
En contraste con cierta percepción historiográfica que presupone que la componente de innovación tecnológica en esta época del franquismo fue magra, por no decir marginal, apuntamos aquí la nada desdeñable componente de innovación tecnológica de dos de estos proyectos en los que participó Barcala. En primer lugar, un diseño de visor, con fines bélicos, cuyo carácter innovador hizo que fuese seleccionado, entre todas las propuestas realizadas, en un concurso público organizado por la OTAN. En segundo lugar, y de más trascendencia, fue la participación de Barcala, siendo director del Centro del Cálculo del CSIC (como veremos más adelante) en un proyecto de desarrollo tecnológico público-privado con la empresa INDO S.A. Por parte del CSIC, colaboraron en este desarrollo el Instituto de Óptica y el Centro de Cálculo. Se consiguió diseñar, fabricar y comercializar un nuevo tipo de lentes oftálmicas (denominadas comercialmente lentes 70.70); uno de los primeros productos comerciales desarrollados en España que requirieron el uso de programas computacionales[3]. Barcala fue el encargado de desarrollar los programas informáticos[4] utilizados para diseñar este tipo de lentes, el cual acabaría convirtiéndose en uno de los productos estrella de esta empresa española, alcanzando unos notables niveles de exportación en varios países europeos [3].

[2] Sobre Otero ver [2].
[3] Ver al respecto lo resumido en: https://www.io.csic.es/io-primeros-veinticinco-anos/indo/
[4] "Programa CSO-5 para determinar las condiciones óptimas de corrección en lentes de gafas esféricas y esfero-tóricas." Expediente Personal de José Barcala. Archivo Histórico Administrativo, Instituto de Óptica "Daza de Valdés" (CSIC).

 © Sociedad Española de Óptica

Fig. 1. Anuncio de la lente 70-70 comercializada por INDO y en cuyo diseño participó José Barcala. Extraído de Luz: Revista de información del Instituto de Óptica "Daza de Valdés" y del Comité Español de Iluminación, 22(Dic) ,1969. Digitalizada por servicio SIMURG (CSIC): http://simurg.csic.es/view/1719989.

2. Docente y formador

La primera generación de diseñadores ópticos surgidos en España durante el primer franquismo, la que se formó durante la década de los 50 y a la que pertenecía Barcala, sería determinante tanto para la formación de especialistas en diseño óptico como la de otros profesionales que requerían conocimientos en óptica geométrica y diseño óptico.

En 1956 se creó, en la sede del Instituto de Óptica, una Escuela de Óptica de Anteojería, bajo la dirección de Mariano Aguilar[5] que proporcionaba el Diploma de Óptica de Anteojería. Barcala fue uno de los investigadores del IO que más se involucraron como docente en esta escuela. Impartió la asignatura troncal de "óptica geométrica" desde su creación hasta 1965, año en el que renunció por sus compromisos crecientes dentro del IO. Por otro lado, desde 1959 impartió la asignatura de "Cálculo de sistemas ópticos y teoría de instrumentos" en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid. Por último, conviene resaltar su participación como profesor en un curso en la Escuela Especial de Ingenieros Navales sobre óptica técnica. Vemos, pues, que Barcala ejerció una labor docente intensa en óptica geométrica y diseño óptico orientada a distintos profesionales: optometristas, físicos, ingenieros militares, etc.

[5] Sobre esta escuela ver [4].

 © Sociedad Española de Óptica

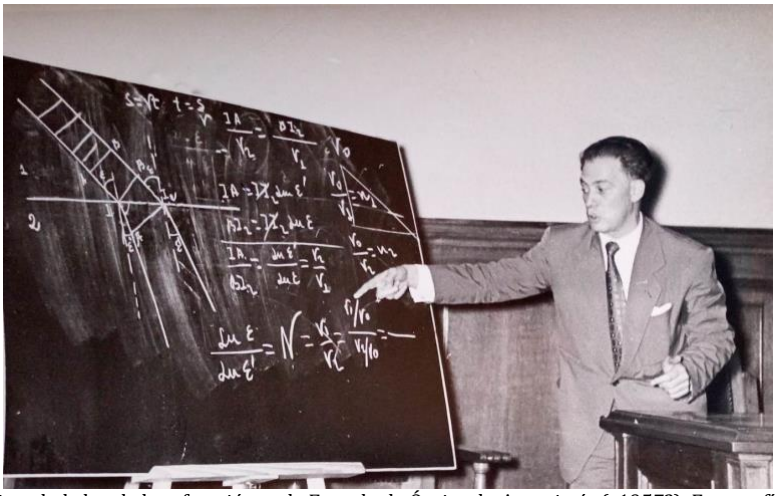

Fig. 2. José Barcala explicando la ley de la refracción en la Escuela de Óptica de Anteojería (¿1957?). Fotografía cedida por cortesía de la familia Barcala Calvo, perteneciente al Fondo Fotográfico María Teresa Vigón (FFMTV-EO-0002): https://www.io.csic.es/FFMTV/ffmtv-eo-0002/

Es pertinente también destacar la participación activa de Barcala en la institucionalización de la óptica en España. Primero, a través del Comité Español de Óptica, donde ostentó el cargo de secretario-tesorero cuando este se revitalizó en el año 1963 (se había creado en 1950) y, más tarde, cuando el Comité Español de Óptica se reconvirtió en la Sociedad Española de Óptica en 1968. Dentro de los comités que conformaban la sociedad en su fundación, Barcala asumió el cargo de secretario del Comité Español de Óptica Instrumental, bajo la dirección de Justiniano Casas.

3. Promotor de la computación científica

Los primeros dispositivos de uso informático utilizados en el siglo XX para el procesado de datos eran máquinas eléctricas que utilizaban tarjetas perforadas; las llamadas tabuladoras. Las máquinas tabuladoras dieron paso a las calculadoras electromecánicas y, estas, a las máquinas electrónicas (al principio basadas en válvulas y luego en transistores), las cuales se utilizaron por primera vez durante la II Guerra Mundial; estas últimas son las que hoy en día denominamos como ordenadores [5]. En 1953, IBM empieza a comercializar uno de los primeros ordenadores de producción industrial, la máquina IBM 650, que utilizaba fichas perforadas; en España, RENFE fue la primera en adquirirla en 1958. Sin embargo, mucho más trascendente para la investigación, fue el ordenador de segunda generación *Univac UCT* (comercializado por Remington Rand). Este ordenador fue el primero en ser usado en España con fines científicos, en particular por parte de la Junta de Energía Nuclear (JEN) en 1960 [6], junta que presidida Otero Navascues desde 1958. Otero, quizá inspirado por su experiencia en la promoción de especialistas en diseño óptico en los 50, se propuso formar a un grupo de especialistas en computación, ya que el proyecto de crear un reactor nuclear implicaba costosos cálculos los cuales podían hacerse más eficientes mediante el uso de ordenadores. El encargado de aquel proyecto formativo era el doctor en matemáticas Tomás Iglesias Garrido. Barcala fue alumno en el primer curso de formación que Iglesias impartió en 1960, cuya finalidad era aprender a programar con aquel primer ordenador electrónico *Univac*.

El año 1961 marcó un punto de inflexión en el desarrollo de la informática en España. Se empezaron a adquirir ordenadores que usaban cintas magnéticas, lo que introducía de manera plena el mundo de la "programación" [6]. Barcala amplió su formación, ahora en relación con la programación de los ordenadores IBM 7070, en sendos cursos en España (impartido por Andrés Bujosa) y en Alemania en 1962. Dado que Barcala fue el único investigador del IO que adquirió esta especialización en computación, se le encargó la elaboración de una serie de programas de cálculo automático para las labores de diseño óptico realizadas dentro del IO[6]. De hecho, esta intensa labor hizo que Barcala tuviese que renunciar a

[6] El listado completo de estos primeros programas de computación se encuentra en el Expediente Personal de José Barcala. Archivo Histórico Administrativo, Instituto de Óptica "Daza de Valdés" (CSIC). Destacamos aquí los siguientes: Programa CSO-1 para el cálculo de la concentración de rayos; programa CSO-2, para calcular las condiciones iniciales óptimas en el proyecto de un sistema óptico de tipo doblete; programa CSO-3, para calcular las aberraciones de tercer

 © Sociedad Española de Óptica

parte de sus labores docentes, como la de profesor de la Escuela de Anteojería. Estos programas, que Barcala preparó para el IO, fueron probablemente los primeros en hacerse en España en aplicaciones de diseño óptico.
La competencia de Barcala en programación hizo que su figura trascendiese más allá del IO. En los primeros años de la década de los 60, se crearon en varias universidades e instituciones científicas españolas, centros de cálculo habilitados con ordenadores electrónicos. En 1963 el CSIC creaba su propio Centro de Cálculo Electrónico, bajo la dirección de Julio Fernández Biarge. A propuesta del Patronato "Juan de la Cierva", Barcala fue nombrado representante de este Patronato en el consejo de dirección del centro. Un año más tarde el Centro de Cálculo adquiría una computadora IBM 7070, el primer gran ordenador del CSIC[7]; ordenador que, como ya hemos visto, aprendió a programar Barcala. En 1966 Barcala sustituyó en la dirección del Centro de Cálculo del CSIC a Fernández Biarge, cesando así su pertenencia al IO[8]. Durante su tiempo en el Centro de Cálculo del CSIC, Barcala continuó realizando diversos programas de cálculo para el ordenador IBM 7070 en función de investigaciones que se llevaban a cabo en el IO. Una de estas, ya mencionada, fue el desarrollo de la lente 7070 para INDO.
A finales de los años 60 los responsables de la política científica del régimen quisieron evaluar el incierto, pero claramente emergente campo de la informática. Así, Barcala entró a formar parte del no muy extenso grupo de expertos españoles en computación; expertos en los que los *policymakers* se apoyaron a la hora de tomar ciertas decisiones[9]. En el seno del Patronato "Juan de la Cierva", institución crucial en las políticas tecno-científicas del momento, se creó la Comisión de Automática e Informática. Barcala fue nombrado vocal de esta comisión en mayo de 1968. En 1969[10], invitado por la Asociación Española de Automática, participó en el primer coloquio organizado por esta asociación con la ponencia "Las calculadoras en la investigación científica y técnica". Aquella ponencia, daría lugar a un breve artículo en el que Barcala promulgaría una estrategia centralista e integrada de la informática dentro del CSIC y en el que dejaría escrito lo siguiente [7]:

> La aparición de los ordenadores ha permitido llevar a cabo esa manipulación con gran eficacia y hoy día son instrumentos absolutamente imprescindibles en muchas de sus ramas. Resulta evidente la necesidad de dotar a los organismos de Investigación Científica de medios adecuados para el tratamiento de la información. Para ello puede optarse por solucionar independientemente los problemas de cada unidad de investigación o bien tender a la centralización. Un planteamiento referido exclusivamente a la explotación de las máquinas aconseja la mayor centralidad posible.

4. Peroración final: de calculistas a calculadoras

Por todo lo expuesto, no cabe cuestionarse el papel pionero que, en España, Barcala tuvo en el uso de la computación para la actividad científica; en el CSIC, en general, y muy particularmente en el ámbito del diseño óptico. Sin embargo, cabe preguntarse lo que la computación significó realmente para el diseño óptico. Obviamente, supuso aumentar considerablemente las posibilidades de realizar diseños más complejos y en menor tiempo. En contrapartida, también entrañó la pérdida de muchos trabajadores técnicos.
En las primeras décadas del siglo XX el diseño óptico había evolucionado lo suficiente como para necesitar de laboriosos cálculos de marchas de rayos que se llevaban a cabo de manera manual con la ayuda de tablas logarítmicas. Un ejemplo de lo que esto implicaba, en tiempo humano, aparece en un artículo escrito por Casas y Barcala en 1953 [8], en el que se proponía un esquema para facilitar esta penosa labor:

---

orden y aberración de onda, programa CSO-4, para calcular las aberraciones geométricas y cromáticas de un sistema óptico; programa CSO-5, para determinar las condiciones óptimas de corrección en lentes de gafas esféricas y esfero-tóricas.
[7] IBM, de manera interesada para fomentar sus pretensiones monopolísticas, ofrecía descuentos del 40 % en la venta de sus ordenadores, siempre y cuando estos se dedicasen a ciencia básica ([5], p. 73).
[8] Aunque más tarde volvería a incorporarse por un breve espacio de tiempo, como responsable de la Sección y de los laboratorios de Cálculo de Sistemas Ópticos de 1971 a 1972. En 1972 dejó definitivamente el CSIC para ocupar un puesto de profesor agregado de óptica en la Universidad de Salamanca. De sus actividades en la Universidad de Salamanca no tratamos en este texto.
[9] Por poner un ejemplo; en 1969 el Ministerio de Educación y Ciencia solicitó la valoración técnica de Barcala con respecto a un concurso iniciado por este Ministerio para adquirir un ordenador.
[10] Este mismo año participó como invitado de la embajada francesa en las Jornadas Francesas de Informática.

 © Sociedad Española de Óptica

> Nuestra labor consiste sencillamente en haber dispuesto estas fórmulas en esquemas de tal modo que se ahorre el máximo tiempo. Con los esquemas que damos a continuación se hacen las marchas paraxiales a menos de minuto por superficie, y las de rayos extraxiales a menos de tres minutos, lo que permite obtener una media de 30 superficies por hora, que es el rendimiento medio de una pareja de calculadoras con tablas de logaritmos al día, siendo mucho menor el cansancio y, por tanto, los errores, ya que la atención no exige un esfuerzo continuo.

Esa intensa labor la realizaban normalmente mujeres, las llamadas "calculistas"[11]. Una prueba de la inmensa cantidad de trabajo que se requería para estos cálculos es el hecho de que en el año 1951 la sección de óptica geométrica y cálculo de sistemas del IO, dirigida por María Egüés, contaba con nada menos que catorce calculistas[12]. De hecho, una de estas mujeres, María Jesús Calvo Ugarte, se acabaría casando con Barcala[13]. Aunque ese mismo año se adquirieron más máquinas calculadoras (las tabuladoras) para uso por parte de estas calculistas[14]. Hubo, pues, una transición que podríamos denominar de calculistas a calculadoras. Esta transición no estuvo libre de cierto conflicto, como queda reflejado en la siguiente acta de la junta de gobierno del Laboratorio y Taller de Investigación del Estado Mayor de la Armada –institución íntimamente ligada al IO, donde también se realizaban diseños ópticos–[15]:

> Los vocales Sr. Duran y Srta. Egües dicen que si las calculistas trabajan con máquina, no pueden tener confianza en los resultados obtenidos a causa de la falta de control en los mismos; además el ruido de las máquinas dificulta el trabajo de las personas que no lo están utilizando. Añade el Sr. Durán que el cálculo de máquina resulta práctico si los primeros tanteos se hacen sin intervención de calculistas; pero aquí se trabaja de acuerdo con la metódica alemana en que los científicos no calculan y de ahí la dificultad indicada. El Sr. Presidente dice que existen formas y métodos de ante comprobación [*sic*] para el cálculo con máquina que deben buscarse y por lo que respecta al ruido es una cuestión de costumbre.

Los ordenadores y máquinas calculadoras electrónicas de los años 60 eliminaron finalmente la necesidad de aquellas trabajadoras, las cuales lamentablemente no continuaron en el IO[16]. Queda al lector el juicio de valor de si aquello fue una liberación o no para aquellas mujeres.

---

[11] Sobre las calculistas ver [9].
[12] Memoria del Consejo Superior de Investigaciones Científicas Madrid 1949. Madrid, 1951. pp. 426.
[13] Testimonio oral de Ignacio Barcala (hijo de José Barcala), 10-08-22. Lamentablemente no hemos encontrado información relativa a María Jesús Calvo en el archivo del IO.
[14] Memoria del Consejo Superior de Investigaciones Científicas Madrid 1951. Madrid, 1952. p. 351.
[15] Acta Junta Directiva LTIEMA, 2 de mayo de 1949. Archivo Histórico Administrativo Instituto de Óptica "Daza de Valdés".
[16] Algunas de ellas, por fecha de incorporación, fueron: Encarnación Rodríguez Fernández (1942), Carmen Santiago Cavía (1942), Mercedes Galino Carrillo (1943), Florencia Pereira Cabrera (1943), Concepción Rodríguez Fernández (1943), las hermanas Julia y Mercedes Martínez de Bartolomé (1943) y Adoración Cotallo Sánchez (1950).

 © Sociedad Española de Óptica