

# LA INTRODUCCION DE LA GENETICA EN ESPAÑA DURANTE EL PRIMER TERCIO DEL SIGLO XX

SUSANA PINAR  
Universidad de California-Irvine

## RESUMEN

*En este artículo se analiza la labor de José Fdez. Nonídez y Antonio de Zulueta en la introducción de la genética clásica en España durante el primer tercio del siglo XX. La teoría desarrollada por Th. Morgan fue importada a España por Nonídez a su regreso de la Universidad de Columbia. El proceso normal fue que la JAE formara un grupo de trabajo alrededor de los investigadores que se incorporaban desde el exterior; grupo en el que se desarrollaban las nuevas teorías adquiridas. Sin embargo, en el caso de la genética la labor de institucionalización y difusión de la nueva disciplina recayó en manos de Zulueta, quien llegó a gozar de un cierto prestigio internacional.*

## ABSTRACT

*This paper analyzes the work of José Fdez. Nonídez and Antonio de Zulueta in the introduction of classic genetics in Spain during the first third of the 20th century. Morgan's theory was imported by Nonídez into Spain after his return from Columbia University. JAE's norm was to create a work group around the researchers that came back from abroad, in which the new theories could grow. However, in the case of genetics the institutionalization and diffusion task fell on the hands of Zulueta, who reached some international prestige.*

Palabras clave: Genética, España, Siglo XX.

## 1. Introducción

A comienzos del siglo XX, el redescubrimiento de las leyes de la herencia mendeliana, casi simultáneamente, por Hugo De Vries (1848-1935) en

Holanda y Carl Correns (1864-1933) en Alemania<sup>1</sup>, proporcionó una explicación sobre el modo de acción de la herencia, dando lugar a un crecimiento extraordinario de los estudios genéticos, principalmente, en el mundo anglosajón y germánico.

El nuevo paradigma creó nuevas perspectivas conforme fue incorporando los hallazgos alcanzados en el campo de la citología, desarrollo en el que destacó Thomas Hunt Morgan (1866-1945) y su equipo, revolucionando con su trabajo la genética<sup>2</sup>. Si en un principio Morgan fue un detractor de las teorías de la selección natural, la de Mendel y la cromosómica, a lo largo de su vida no sólo su opinión dio un profundo giro, sino que llegó a aunar las dos últimas teorías en una, proporcionando una base física en los cromosomas a los llamados factores mendelianos, al tiempo que aceptaba a las pequeñas variaciones que acontecían en los seres vivos como la base de la selección natural, dejando atrás su filiación con las mutaciones de De Vries. Entre otras muchas aportaciones, tanto de Morgan como de sus colaboradores, hay que mencionar también: la herencia ligada al sexo, el concepto de genes ligados o *linkage*, las evidencias del intercambio de segmentos cromosómicos o *crossing-over*, el levantamiento de mapas cromosómicos y otras modificaciones o extensiones de las leyes mendelianas básicas<sup>3</sup>.

Entre 1915 y 1930 la teoría cromosómico-mendelina fue ganando adeptos no sólo en los Estados Unidos, sino también en Noruega, Suecia, Dinamarca, la Unión Soviética y en menor medida en Alemania, siendo mal acogida en Inglaterra y Francia. En todos los casos la aceptación dependió de dos factores: la existencia en el país receptor de una tradición citológica bien desarrollada y la presencia de algún científico con experiencia directa en el laboratorio de Morgan. En aquellos países donde no tuvo acogida, la ausencia de los dos factores anteriores se conjugó con la presencia de alguna personalidad preeminente opuesta a dichas teorías como fue William Bateson (1861-1926) en Inglaterra o a una fuerte tradición como la neo-lamarckiana en Francia<sup>4</sup>.

Con sus propias variantes, el modelo seguido en España correspondió al primer grupo. Las primeras referencias al mendelismo aparecieron alrededor de los años 1910 y 1915, pero la incorporación de sus conceptos junto con los de la nueva genética no se produjo hasta la década de los años 20, desarrollándose luego con bastante vigor hasta la guerra. Varios grupos españoles de investigación genética sobresalieron durante este período. El más importante fue, sin duda, el constituido en el Museo de Ciencias Naturales de Madrid, en el que destacaron las figuras de José Fernández Nonidez y Antonio de Zulueta; el primero como introductor y difusor de la teoría cromosómico-mendeliana, el segundo como promotor de la genética experimental clásica, de su institucionalización y de su enseñanza; ambos estuvieron por un tiempo

ligados a la escuela de Morgan y ambos iniciaron su carrera en el campo de la citología. El segundo equipo lo formó la investigadora Jimena Fernández de la Vega, que estudió la aplicación de las leyes de Mendel a la herencia humana, relacionándose con Roberto Novoa (1885-1933) y Gustavo Pittaluga (1876-1956), así como con la escuela germana; el tercer grupo fue integrado por los ingenieros agrónomos Cruz Gallástegui (1891-1962) y Ramón Blanco, con un enfoque hacia los problemas de mejora agrícola e inclinación americana<sup>5</sup>; otro equipo estuvo constituido por biólogos jesuitas, como el antievolucionista Jaime Pujula (1869-1958), director del Instituto Biológico de Sarriá, crítico con la herencia mendeliana, y por último, hay que citar el grupo organizado por el catedrático de zootecnia de la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona, el veterinario Pere Màrtir Rosell i Vila (1883-1933)<sup>6</sup>.

En el presente artículo trataremos solamente del primer grupo por su carácter pionero, su dedicación a la investigación en genética básica y por su gran importancia en la divulgación y en la enseñanza de la nueva ciencia. Sin embargo, a pesar de que fueron muchos los estudiantes que asistieron a sus clases y los que colaboraron en el laboratorio creado en el Museo de Ciencias Naturales, no se formó una auténtica escuela de genéticos a su alrededor y el peso principal de la investigación lo llevó casi en exclusividad Zulueta. El carácter personal de los inicios de la genética experimental española nos ha hecho seguir una secuencia principalmente biográfica.

## 2. La Citogenética en el Museo de Ciencias Naturales

El desarrollo de la genética en el Museo de Ciencias Naturales fue estimulado tanto por la figura de Ignacio Bolívar (1850-1944), director del Museo, quien apoyó y fomentó los nuevos estudios, como por la política de pensionados que llevó a cabo hasta la guerra la Junta para la Ampliación de Estudios (JAE), becando a jóvenes investigadores españoles para estudiar en los mejores laboratorios extranjeros desde donde se importaron las teorías y técnicas más modernas.

Dentro de dicha institución sobresalió, como pionero en los estudios sobre la herencia, Manuel Bordás Celma, doctor en ciencias biológicas y rector de las Escuelas Pías de Vilanova y Geltrú. Sus estudios, iniciados en el Laboratorio de Carnoy en la Universidad de Lovaina en 1911, se encaminaron hacia la descripción de los procesos acaecidos durante la gametogénesis de *Sagitta bipunctata*. Una vez en España, Bordás siguió publicando hasta 1922 diversos artículos relacionados con estos temas y más tarde algún otro de carácter embriológico<sup>7</sup>, pero quizás el más relevante para nuestro estudio sea su segundo trabajo, *Doctrinas actuales sobre la reducción numérica de los*

*cromosomas y su explicación a la espermatogénesis de la Sagitta bipuntata, Quoy et Gaim* [1914], en donde ofreció una panorámica general del estado de conocimiento de la mitosis reduccional o meiosis, valorando positivamente su relación con el mendelismo y realizando una tarea investigadora de acuerdo con las nuevas corrientes biológicas<sup>8</sup>. Aunque esporádicos, sus estudios aportaron las primeras observaciones a favor del tipo parasindético o adosamiento longitudinal, en la conjugación de cromosomas durante la primera división meiótica<sup>9</sup>.

Por otra parte, el primer trabajo de Nonidez, —sobre el que trataremos en extensión más adelante—, *Los cromosomas en la espermatogénesis de 'Blaps lusitanica'*, publicado simultáneamente al de Bordás en las *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, contiene ya una elaborada descripción de los hechos conocidos hasta ese momento sobre la participación de los cromosomas en la determinación del sexo, seguido de las observaciones efectuadas en *Blaps*<sup>10</sup>.

### **3. Primera etapa de Zulueta en el Museo. La creación del Curso Práctico de Biología**

Tras obtener el título de Bachiller en 1904, Antonio de Zulueta y Escolano (1885-1971)<sup>11</sup> cursó los tres primeros años de la carrera de Ciencias Naturales entre Barcelona y Madrid. Como ampliación de estudios, en el segundo semestre de 1906 fue pensionado para realizar un curso práctico en la Estación de Biología Marina de Santander bajo la dirección del profesor José Rioja Martín (1866-1945). Al año siguiente, pasó el verano en el *Laboratoire Arago de Banyuls-sur-Mer* en los Pirineos orientales. Durante el cuarto curso (1907-08) estudió zoología y embriología en la *Faculté des Sciences* de la Sorbona en París volviendo para examinarse en Madrid<sup>12</sup> y, en Pascua de ese último año, participó en el curso de la *Station de Zoologie de Wimereux* (Pas-de-Calais) dirigido por Maurice Caullery (1868-1958).

El 26 de julio de 1909 Zulueta obtuvo el título de licenciado por la Universidad Central de Madrid, siendo elegido premio extraordinario. De nuevo ese año volvió a cursar estudios de botánica en la Sorbona (1909-10), según consta en su curriculum, obteniendo el Diploma del Ministerio de Instrucción Pública francés el 7 de octubre de 1910<sup>13</sup>. El 14 de noviembre de ese mismo año se doctoró en Ciencias con una memoria sobre copépodos parásitos de celentéreos<sup>14</sup>. Un mes después, Zulueta inició una nueva pensión en Berlín para cursar estudios sobre la reproducción de protozoos en el *Institut für Infektionskrankheiten*, dirigido por el profesor Max Hartmann (1876-1961), de donde tuvo que volver precipitadamente al ser nombrado conservador

interino del Museo de Ciencias Naturales de Madrid por real orden del 3 de mayo, cargo en el que permaneció hasta 1914. Durante su primera etapa en el Museo prosiguió los estudios comenzados en Alemania, centrándose fundamentalmente en la verificación de los modelos de división celular ya admitidos, así como en la descripción de posibles mecanismos alternativos con la publicación de tres artículos<sup>15</sup>.

Por otro lado, el mismo año que llegaba al Museo, la JAE le encomendó la realización de un curso de biología, que en 1914 se estableció con carácter permanente impartándose ininterrumpidamente hasta la guerra y que estuvo enfocado a la preparación de los aspirantes a pensiones en el extranjero en el manejo de las técnicas embriológicas y citológicas más comunes<sup>16</sup>. El *curso práctico de Biología* se estructuró en dos sesiones semanales de unas cuatro horas de duración, a veces completadas con ciclos de conferencias, prolongándose generalmente desde la última semana de octubre hasta avanzado el mes de abril. Con clases abiertas a alumnos de todas las disciplinas y una participación que solía superar la veintena, su temática evolucionó desde la citología y la embriología hasta la genética clásica<sup>17</sup>.

Simultáneamente al curso surgió el Laboratorio de Biología en el que colaboraron algunos de sus alumnos por temporadas de dos o tres años. Sólo Fernando Galán continuó como discípulo de Zulueta. Entre los primeros, y exceptuando al citado Galán, cabe mencionar a: Menacho, Nonídez, Reichenow, Bordás, Rubio Sama y Käte Pariser, contribuyendo cada uno con su labor al laboratorio, cuyas principales líneas de investigación fueron: la cariólogía de protistas, la citología de cromosomas sexuales en la meiosis de metazoos, la anatomía microscópica y macroscópica en relación con el sexo, la evolución, las anomalías del desarrollo en animales y en plantas, la genética experimental propiamente dicha y la fisiología del desarrollo referida a la hibridación interespecífica<sup>18</sup>.

Como puede observarse, uno de los primeros alumnos del curso fue el biólogo José Fernández Nonídez, que jugó el papel del investigador visitante en el laboratorio de Morgan que trajo consigo a España las teorías del americano.

#### 4. José Fernández Nonídez

Menos conocido que Zulueta, José Fernández Nonídez y López-Calvo nació en Madrid en 1892 y murió en los Estados Unidos en 1947. Aunque su carrera transcurrió principalmente fuera de España, nunca permaneció muy alejado de los acontecimientos y estudios que se efectuaron en el Museo, con

el que mantuvo contacto a través de la familia Bolívar y de otros investigadores como Zulueta, Rioja, Cabrera, Ferrer, etc., publicando varios libros y artículos.

Al tiempo que cursó la carrera de Ciencias Naturales, Nonídez, como el resto, gozó de la política de pensionados de la JAE. En el verano de 1913 estudió en la Estación de Biología Marina de Santander con Rioja<sup>19</sup>. Desde muy joven se interesó por la entomología y los estudios sobre la herencia, iniciándose con un trabajo dirigido por Zulueta sobre la espermatogénesis de *Blaps lusitanica*, al que siguió un estudio comparativo entre *Blaps lusitanica* y *B. waltoni*<sup>20</sup>, ambos como resultado de su tesis doctoral. Ese mismo año, relacionado con el fenómeno de la determinación del sexo, publicó otro un pequeño artículo describiendo *un caso de ginandromorfismo en 'Lycaena escheri'*<sup>21</sup>.

En marzo de 1915 solicitó una pensión anual en la Universidad de Cambridge en Inglaterra, bajo la dirección del profesor de citología Leonard Doncaster (1877-1920) y del genético Reginald Crundall Punnett (1875-1967), en la que se contemplaba una corta estancia de tres meses en París para resolver algunas dudas acerca de un estudio sobre arácnidos de España que le ocupaba igualmente en el Museo junto a Eugène Simon (1838-1924)<sup>22</sup>.

Prácticamente un año después, en febrero de 1916, Nonídez había ganado ya por oposición la Cátedra de Zoología de la Facultad de Ciencias de Murcia<sup>23</sup>. Durante su estancia en esta comunidad, dedicó su tiempo a las clases de la facultad y a la búsqueda de quercetos o pseudoescorpiones que fue estudiando minuciosamente junto a los ejemplares que le fue enviando Cándido Bolívar (1897-1984) y los de la colección del Museo, publicando en 1917 un estudio que acompañó con dibujos que el mismo efectuó a la vista de los ejemplares<sup>24</sup>. De esa fecha data el mejor artículo de la época, a juicio de Carbonell, sobre *la determinación del sexo en el hombre y mamíferos*, publicado por Nonídez en la *Revista Española de Ginecología y Obstetricia*<sup>25</sup>. Espléndidamente documentado para el momento, como todos sus trabajos, en él se exponían los últimos conocimientos referentes a la determinación del sexo, la relación entre su herencia y la teoría mendeliana y se resaltaba el valor de las investigaciones citológicas en su estudio; sin embargo, Nonídez mantuvo que el fenómeno de la determinación posiblemente tuviera origen químico<sup>26</sup>.

Poco tiempo después de llegar a Murcia, Nonídez había solicitado una pensión de un año para trabajar en el Laboratorio de Zoología y Anatomía Comparada de la Universidad de Zurich<sup>27</sup>, que la JAE le concedió por R.O. del 19 de enero de 1917, pero debido a las circunstancias por las que atravesaba

Europa en plena guerra mundial, pidió le fuera sustituida por otra para estudiar citología en relación con la determinación del sexo y la herencia bajo la dirección de Edmund B. Wilson y Thomas H. Morgan en la Universidad de Columbia en Nueva York<sup>28</sup>.

En noviembre de 1917, Nonidez llegaba a Nueva York incorporándose al Departamento de Zoología que dirigía el profesor Edmund B. Wilson (1856-1939), considerado el artífice de la transición naturalista-experimentalista efectuada en la biología americana durante el cambio de siglo<sup>29</sup>. Bajo su tutoría, Nonidez comenzó revisando las preparaciones de *Blaps lusitanica* que había llevado consigo, centrando su estudio en el fenómeno de la meiosis durante la espermatogénesis y en el complejo cromosómico X<sup>30</sup>, mientras que con Morgan se familiarizó con los métodos de investigación empleados en el estudio de la herencia<sup>31</sup>. Otra de sus labores, por encargo del profesor Charles Rupert Stockard (1879-1939) de la *Cornell Medical School*, fue traducir los resúmenes bibliográficos insertos en las ediciones panamericanas de las revistas publicadas por el *Wilstar Institute of Anatomy* de Filadelfia<sup>32</sup>:

En el primer año de prórroga impartió las prácticas de citología de la asignatura de Wilson<sup>33</sup>, siguió estudiando a *Drosophila* y trabajó sobre el tejido intersticial del testículo de gallina, estudio que vino a confirmar algunos de los puntos encontrados en los experimentos de castración realizados anteriormente por Morgan<sup>34</sup> sobre la presencia o ausencia de caracteres sexuales secundarios<sup>35</sup>. Posteriormente, Nonidez se dedicó al estudio anatómico-estructural del aparato reproductor de *Drosophila melanogaster*<sup>36</sup>, mientras que con Charles W. Metz (1889-1975), director del Departamento de Evolución Experimental de la Institución Carnegie, colaboró como investigador asociado en los estudios citológicos sobre *Asilus sericeus*<sup>37</sup>.

En 1920 Nonidez regresó a Madrid con el conocimiento básico esencial para la introducción de la genética en España, donde se encontraba en sus más tiernos inicios. Zulueta e Ignacio Bolívar, cumpliendo de esta forma con los deseos de difusión de la JAE, le propusieron que impartiera en un cursillo los conocimientos aprendidos junto a Morgan. El cursillo se celebró durante el verano y su contenido lo editó la JAE bajo el título *La herencia mendeliana: Introducción al estudio de la genética* [1922], convirtiéndose en el primer texto publicado en nuestro país en el que se recogía detalladamente no sólo la teoría mendeliana clásica, sino también todos los avances alcanzados en el grupo de Morgan (teoría cromosómico-mendeliana, linkage, crossing-over, cartografía de cromosomas, no-disyunción, interferencias, etc.), incluyendo dos apéndices con instrucciones prácticas para los que desearan iniciarse en la experimentación genética en plantas y animales, con especial mención a la cría, el manejo, la selección y la perpetuación de mutantes de *Drosophila*. Así

también, posiblemente las primeras drosófilas que se criaron en el Museo fueron las que Nonídez trajo consigo en el verano de 1922<sup>38</sup>.

Ese mismo año, pocos meses después de regresar a España, Nonídez volvió a marcharse, incorporándose definitivamente al Departamento de Anatomía de la Universidad de Cornell en Nueva York. Durante el verano de 1921, Ignacio Bolívar le escribió comunicándole el avance de los trabajos que se estaban llevando a efecto para la creación de la Misión Biológica de Galicia y a fin de solicitar para tal efecto su colaboración. Por su parte, Nonídez se ofreció para remitir semillas de diversas variedades de plantas cultivadas o animales domésticos, así como para desarrollar un curso en relación con los problemas de selección y mejoramiento durante el siguiente verano. Si bien el curso no tuvo lugar<sup>39</sup>, un par de años más tarde se editó *Variación y herencia en los animales domésticos y las plantas cultivadas* [1923], obra que tuvo una gran repercusión entre los ingenieros agrónomos y los veterinarios españoles y sudamericanos al ser uno de los pocos textos en lengua castellana del momento<sup>40</sup>, alcanzando entre 1923 y 1946 cuatro ediciones<sup>41</sup>.

La línea de trabajo principal de Nonídez desde esa época fueron los estudios sobre las gónadas de gallinas que publicó tanto en España como en los Estados Unidos, si bien también realizó diversos experimentos de extirpación parcial de la hipófisis en gallinas y otros de inyección de extracto hipofisiario, estudio del tiroides y castración<sup>42</sup>. Tampoco abandonó su antigua pasión por la entomología, efectuando una revisión de la colección de *Obsidium* del Museo de Ciencias de Madrid que dio continuación a sus investigaciones sobre pseudoescorpiones<sup>43</sup>. En 1935 se reeditó *Herencia mendeliana*, ampliamente modificado para incluir los nuevos descubrimientos efectuados en los últimos 12 años (los cromosomas sexuales en las plantas dioicas, intersexualidad en *Lymantria* y *Drosophila*, fenómenos de hipostasia y epistasia, traslocaciones, deleciones, duplicaciones e inversiones de segmentos cromosómicos, etc.) y un año después *Variaciones y herencia*. Posteriormente, se inclinó hacia los estudios de histología publicando *Histology and Embriology* [1941] y con carácter postumo, *Texbook of Histology* [1949]<sup>44</sup>. Sólo al final de su vida dejó el cargo en la Universidad de Cornell para pasar, como profesor de anatomía microscópica, a la Universidad de Georgia pocas semanas antes de su muerte en 1947.

## 5. Los inicios de la genética experimental en España

La recepción de los nuevos conocimientos fue acompañada por la institucionalización de los mismos gracias a la labor de Zulueta en el Museo de Ciencias Naturales y al apoyo de la J.A.E. La experimentación inicial se

encaminó hacia la verificación de las leyes mendelianas, pero los mejores resultados se obtuvieron trabajando sobre la herencia de las variedades cromáticas del coleóptero crisomérido *Phytodecta variabilis* (Olivier), con el que Zulueta logró, en 1925, la primera prueba de la existencia de un carácter no recesivo ligado a un cromosoma Y diferenciado citomorfológicamente en insectos, poniendo la investigación genética española en la órbita de la que se estaba efectuando en el extranjero<sup>45</sup>.

Las teorías anteriores establecían que el cromosoma Y no era portador de ningún factor hereditario. Nonidez lo expresaba así:

"Hasta el presente no se conoce ningún caso que permita localizar factores hereditarios en el cromosoma Y. Dicho cromosoma ni influye en la herencia ligada al sexo, ni en la determinación sexual, toda vez que un óvulo que haya expulsado los dos cromosomas X no se desarrolla cuando es fecundado por un espermatozoide con cromosoma Y. Estos resultados prestan apoyo a la teoría que supone al cromosoma Y como un elemento en vías de desaparición, por cuya causa su tamaño puede variar considerablemente"<sup>46</sup>.

Como antecedentes al descubrimiento de Zulueta, Schmidt en 1920 y Aida en 1921 habían encontrado ya caracteres ligados al cromosoma Y en peces, dato que fue confirmado por los resultados de Winge en 1922 y 1923<sup>47</sup>. Un año después del hallazgo del español, Curt Stern confirmó los mismos resultados para el cromosoma Y de insectos, en este caso, para el carácter «bobbe» de *Drosophila melanogaster*<sup>48</sup>.

Morgan dio cuenta del trabajo de Zulueta en un artículo en el que efectuaba una revisión de los principales avances genéticos de los últimos años. Después de algunas consideraciones sobre la importancia de la herencia ligada al cromosoma Y y de reproducir dos de las figuras del español, analizaba el experimento concluyendo:

"A remarkable case of transmission through the «Y» has recently been described by Zulueta for a Spanish beetle, *Phytodecta variabilis*. As show in figure 15 there are four distinct color types of these beetles [...]. Crossing experiments with these types show that one of them behaves towards any other one as an alelomorph . In other words, the genetic results can be treated as a case of multiple allelomorphism [...]. A further fact also emerges, namely, that, the genetic results can be explained only on the assumption that the chromosomes that carry these genes are the sex-chromosomes. This means that any one of the genes may be present in the X's, and any one in the Y of the male line. The sex formula is XX-XY"<sup>49</sup>.

Morgan se volvió a referir al hallazgo en *The Scientific Basis of Evolution*<sup>50</sup> y otros autores como el botánico danés Johannsen<sup>51</sup>, Emile

Guyégnot<sup>52</sup>, C. Stern y Bjorn Foyn<sup>53</sup>, recogieron los datos, la figuras y las genealogías al hablar de la herencia ligada al cromosoma *Y* o del alelismo múltiple. En la actualidad, libros como el de Francisco J. Ayala y John A. Kiger, Jr., *Genética Moderna* [Madrid, Omega, 1984], siguen haciendo referencia al descubrimiento de Zulueta.

Continuando sus estudios sobre la determinación del sexo, Albrecht Hase del *Biologische Reichsanstalt für Land-und Fortwirtschaft* de Berlín-Dahlem propuso a Zulueta estudiar al pequeño himenóptero *Trichogramma evanescens*, cuyos machos se presentaban en dos formas notablemente distintas. Aprovechando su asistencia al Congreso Internacional de Genética, celebrado en Berlín en septiembre de 1927, en representación de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central, Zulueta leyó un trabajo en el que probaba que, bien al contrario de lo que pensaban los investigadores alemanes, el polimorfismo de *Trichogramma* no se debía a un condicionamiento genético, presentando carácter accidental durante el desarrollo<sup>54</sup>.

En 1929 volvió a publicar un trabajo sobre la mutación «jaspeado» de *Phytodecta*<sup>55</sup>, que formó parte del volumen en homenaje a Ignacio Bolívar editado en las *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. Ese mismo verano, con una subvención de la Universidad Central, Zulueta estudió biología de los insectos en la *Biologische Reichsanstalt für Landund Forstwirtschaft* y en el *Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie* de Berlín-Dahlem, visitando detenidamente las instalaciones del *Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung* de Müncheberg y los principales institutos de Berlín-Dahlem relacionados con la genética. A la vuelta de Alemania, la Fundación Del Amo en Los Angeles le invitó como becario a fin de efectuar una estancia de corta duración en alguna de las universidades californianas donde ofrecer conferencias o recibir instrucción<sup>56</sup>. Zulueta aceptó gustoso el ofrecimiento exponiendo sus deseos de trabajar con Thomas H. Morgan en el *California Institute of Technology* durante los meses de octubre y noviembre de 1929<sup>57</sup>.

Morgan recogió la propuesta lanzada por Zulueta a través de la Fundación sin ningún tipo de objeciones, más bien sintiendo que el español no pudiese permanecer más tiempo junto a ellos y preguntándose si era posible que Zulueta adelantase su viaje a agosto o septiembre para poder reunirse con los miembros de su equipo en el Laboratorio de Biología Marina de Woods Hole, donde esperaban también al genético alemán Karl Belar (1895-1931) del *Kaiser Wilhelm Institut*, quien tenía previsto llegar en junio para luego pasar el invierno en el laboratorio de Morgan. Por su parte, la Fundación mostró su buena voluntad al apoyar la propuesta del genético americano ofreciéndole 100 dólares más si finalmente Zulueta decidía aceptar la invitación y viajar hasta

Massachusetts un mes antes de lo convenido, completando un total de 1.600 dólares<sup>58</sup>.

Por asuntos personales Zulueta solicitó un aplazamiento de la beca a la Fundación hasta comienzos de 1930<sup>59</sup>. Por otro lado, con la perspectiva de una posible prolongación una vez en América, en España pidió a la JAE la condición de pensionado por un año en los Estados Unidos, a los que añadió Francia e Inglaterra como países de tránsito para poder efectuar algunas visitas, entre ellas a M. Caullery<sup>60</sup>. Finalmente llegó a California en febrero de 1930, donde permaneció hasta el mes de abril inclusive. Allí aprendió, bajo la supervisión de Calvin B. Bridges (1889-1938), las nuevas técnicas de localización genética y construcción de mapas cromosómicos que habían sido diseñadas en el laboratorio, determinando con mayor exactitud de la conocida el locus «light», alelomorfo descubierto por Bridges del gen que determinaba el color rojo de los ojos de *Drosophila*. Tanto el artículo de Zulueta como el de Bridges, sobre la localización del tipo mutante «pink-wing» de *Drosophila*, fueron publicados en el mismo número de la revista *Eos*<sup>61</sup>. En su trabajo el americano incluyó una revisión de las investigaciones realizadas sobre ambos mutantes, exponiendo los problemas que planteaban ese tipo de estudios y los resultados obtenidos hasta el momento.

En los Estados Unidos el trabajo de Zulueta recibió la atención del *Carnegie Year Book* de 1929-1930 que le dedicó las siguientes palabras en su página 354:

"In 1924 Bridges found an allelomorph called «light», and the locus was apparently about 6 units to the left of L<sup>2</sup> and was given as 64 + in the map in *Bibliographia Genetica*, vol. II, pag. 92. This location is also wrong, for the «light» stock has Bridges found a third allelomorph, p-w<sup>3</sup>, and tests with it gave a locus just to the right of «Bristle». Much more accurate determinations were made by A. de Zulueta last spring during his stay at California Institute of Technology. He used the «light» allelomorph, freed from its crossing-over suppressor, and found the locus to be 0.2 to the right of «Bristle», which is 0.2 to the right of purple. The locus of «pink wing» is therefore at about 55.0".

Como señaló Valderas, el estudio de Zulueta supuso una nueva inmersión en las últimas líneas de investigación en genética, pues la cartografía cromosómica constituyó el núcleo central del que emanó la llamada recombinación génica, uno de los puntales en el que se apoyó el neodarwinismo<sup>62</sup>.

Zulueta volvió de nuevo a los Estados Unidos en 1932, con motivo de la celebración del III Congreso Internacional de Eugénica de Nueva York y el VI Congreso de Genética de Ithaca. Para este último, Zulueta fue nombrado

vicepresidente honorario por el comité organizador siendo Morgan su presidente. En el congreso de Ithaca el español presentó un panel con algunos ejemplares y dibujos del insecto *Phytodecta* que ilustraban la herencia de los cromosomas X e Y<sup>63</sup>.

Un año más tarde se desarrollaron en Madrid las *Primeras Jornadas Eugénicas Españolas*<sup>64</sup> en las que se contemplaba la realización de varios cursos, siendo los de genética encomendados a Jimena Fernández de la Vega y a Zulueta. Jimena se centró en *La herencia biológica en el hombre*, ocupándose principalmente de la transmisión mendeliana de los caracteres psicológicos, así como de la importancia de las mutaciones como factor de progreso evolutivo y causa de la aparición de enfermedades<sup>65</sup>. En el curso de Zulueta, titulado *La herencia en los animales y plantas*, se trataron diversos temas como fueron: las leyes de la herencia, la acción conjunta y la polimería de los genes, la endogamia y la exogamia<sup>66</sup>. Otros cursos relacionados con los anteriores pero en su vertiente aplicada fueron los de Morro Sardá sobre *Selección biológica en zootécnia* y el de R. González Alvarez sobre *la herencia patológica en los animales domésticos*<sup>67</sup>.

Si bien estos fueron sus estudios más destacados, también realizó otros trabajos sobre: el avivamiento extemporáneo de gusanos de seda, logrando hasta tres generaciones en un año<sup>68</sup>; la verificación de las leyes de Mendel en conejos, cuyos resultados fueron utilizados para ilustrar dichas leyes en uno de sus muchos trabajos de divulgación<sup>69</sup> y las pieles obtenidas pasaron a formar parte de la exposición pública del Museo<sup>70</sup>; el estudio de las razas de asnos españolas por encargo del profesor E.F. Liscum, Director del Instituto Zootécnico de Moscú<sup>71</sup>; algunos casos de herencia patológica en el hombre, como el de una familia con ectrodactilia del pueblo de Pedraza de Campos (Palencia)<sup>72</sup>, etc.

Igualmente participó en el campo de la divulgación acometiendo la tarea de traducir diversos libros sobre las bases de la herencia y la evolución biológica, como fueron: *El origen de las especies* [Madrid, Espasa-Calpe, 1921] de Ch. Darwin, *La teoría de la evolución y las pruebas en que se funda* [1920] del profesor de Geología y Paleontología W.B. Scott (1858-1947), *Evolución y mendelismo* [Madrid, Espasa-Calpe, 1921] de Morgan, *La biología de los gemelos* [1922] de Newmann y *Biología pedagógica* [1931] de Eikenberry y Waldron. En el Museo se conserva igualmente una traducción inédita de la quinta edición de la obra de Punnett, *Mendelism* [1919]<sup>73</sup>.

También fueron muy numerosas las reseñas científicas que escribió a lo largo de su vida dando cuenta de los nuevos libros y artículos que se estaban publicando en el extranjero y en su país, y las colaboraciones en revistas de

tipo didáctico como *Revista de Pedagogía o Investigación y Progreso*, de la que fue su redactor-jefe durante la dirección de H. Obermaier (1877-1946) y J. Palacios, editando casi una treintena de trabajos sobre genética, principalmente alemana, traducidos por él mismo<sup>74</sup>. A su pluma también se deben la obra de divulgación entomológica *El mundo de los insectos* [1928] y las numerosas conferencias que ofreció con motivo de diferentes cursos y reuniones.

## 6. La docencia fuera del Museo de Ciencias

En 1926, por R.D. del 25 de agosto, se procedió a la reforma de los planes de estudio de bachillerato con la intervención directa del Museo, incorporando los estudios de genética elemental como parte de la asignatura de biología. Un año más tarde la nueva materia era incorporada en los libros de texto, como puede verse en *Biología* publicado por E. Rioja y O. Cendrero [Santander, 1927] o, a un mayor nivel, en H. Leininger *La Herencia Biológica* [Madrid, 1927], traducido por Manuel G. Morente, donde se sintetizaban en seis capítulos los principales hechos y experiencias en los que se basaba la genética mendeliana, subrayando su importancia en la aplicación a los aspectos de mejora agrícola. Algo más tarde, con carácter básico se publicaron también: E. Fernández Galiano *Los fundamentos de la biología* [Barcelona, 1929], A. Fernández *La Biología* [Bilbao, 1932] y O. de Buen *Biología* [Madrid, 1933].

Tiempo después, la enseñanza de la genética pasó a las facultades de ciencias como parte de la asignatura de biología general tras la reforma del real decreto del 19 de marzo de 1928. En este sentido hay que decir que, además de las clases en el Museo, Zulueta impartió las clases prácticas de la Cátedra de Histología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Madrid desde que fuera nombrado ayudante de la misma en 1916. Pero el punto que marcó la definitiva incorporación de la genética a los estudios universitarios fue la creación de la primera cátedra especializada en España, concedida en 1932 a Zulueta, bajo el patronato de la Fundación Conde de Cartagena. Sus clases, abiertas a todo tipo de profesionales, se iniciaron en el Museo, luego pasaron a la Academia de Ciencias de Madrid y, a partir de 1934, se impartieron en la Facultad de Ciencias<sup>75</sup>.

Conjuntamente, la Fundación dotó a la cátedra de una beca para un ayudante de laboratorio que fue concedida a Fernando Galán, único continuador de la labor de Zulueta en el Museo. En 1928 Galán había efectuado el Curso Práctico de Biología que impartía su maestro, realizando bajo su dirección un estudio citogamético en *Phytodecta* a fin de confirmar los resultados obtenidos mediante cruzamientos mendelianos<sup>76</sup>.

## 7. La Rockefeller Foundation. Los últimos años del Laboratorio de Biología

Durante los años que precedieron a la guerra, la genética había logrado abrirse paso entre las disciplinas más relevantes en España<sup>77</sup>, pero las condiciones en las que se desarrollaba eran limitadas en medios y en espacio. Atendiendo una espontánea indicación del profesor R. Goldschmidt (1878-1958), la Rockefeller Foundation se fijó en el Laboratorio de Biología del Museo de Ciencias y en los trabajos de genética dirigidos por Zulueta<sup>78</sup>.

Tras diversas conversaciones entre José de Castillejo (1877-1946), como secretario de la JAE, y el representante de la Rockefeller, H.M. Miller, se llegó al acuerdo de que la institución americana contribuiría, si no a la construcción, sí al equipamiento de un nuevo laboratorio de genética con, aproximadamente, 12.000 pts<sup>79</sup>, si bien la JAE debía comprometerse por su parte a seguir adquiriendo las revistas de mayor uso, así como a mantener un ayudante para asistir a Zulueta como jefe del laboratorio. La JAE accedió al primer punto, pero afirmaban no poderse hacer cargo de un ayudante con el presupuesto que disponía<sup>80</sup>. En un primer momento, el ayudante asignado no fue otro que Käte Pariser, quien, en parte, había llegado huyendo del asedio nazi<sup>81</sup> y llevaba cerca de tres años trabajando en el laboratorio, sobre la asociación de malformaciones en el desarrollo de las gónadas y en las extremidades pélvicas con la ausencia casi total de machos en diversas hibridaciones interespecíficas del género *Triton*<sup>82</sup>, gracias a una beca de la Asociación Universitaria Femenina que finalizaba en junio de ese año.

Posiblemente como la JAE no pudo costear un ayudante y Pariser se marchó precipitadamente de España hacia Tel Aviv tras recibir un aviso que le aconsejaba dejar Europa<sup>83</sup> o bien, quizás, como una ampliación de la ayuda, la Rockefeller concedió una beca de ampliación de estudios a Fernando Galán. En un primer momento Galán pensó dirigirse a Alemania, pero finalmente se inclinó por el laboratorio de Morgan, donde debía efectuar un estudio sobre la aplicación de los métodos de impregnación argéntica de la Escuela Neurológica española sobre los cromosomas gigantes de las glándulas salivares de las larvas de *Drosophila*<sup>84</sup>, descubiertos por T.S. Painter (1889-1969) hacia finales de los años veinte, posibilitando la observación de fenómenos hasta ese momento sólo inferidos como las duplicaciones e inversiones de segmentos cromosómicos.

Poco antes del estallido de la guerra civil, Zulueta y Galán habían comenzado el estudio genético de la cucurbitácea *Ecballium elaterium*, que presentaba una subespecie monoica y otra dioica. Durante los años de 1936 a 1939, varios jóvenes colaboraron en las tareas del laboratorio, entre ellos:

Teresa de Zulueta, Carmen Gómez-Moreno, Emilio Anadón y Julio Alvarez Sánchez, además de Galán. Sobre ellos recayeron los trabajos de observación y registro de los experimentos de cruzamientos entre las subespecies y los híbridos de *Ecballium*, utilizando como campos de cultivo experimental lo que en otros tiempos habían sido los campos deportivos de la Residencia de Estudiantes<sup>85</sup> y consiguiendo llevar a cabo el primer análisis completo puramente genético, experimental y directo, de la monoecia y la dioecia zigótica<sup>86</sup>.

Sin embargo, la guerra y la subsiguiente derrota republicana en 1939 acabó con los proyectos y expectativas que se habían generado para que la Genética se desarrollara y alcanzara en España un nivel acorde con los esfuerzos económicos y científicos que se habían realizado. Zulueta terminaría siendo depurado políticamente por sus compromisos anteriores con los ideales democráticos y republicanos.

## NOTAS

1 Frecuentemente se menciona al austríaco Hugo E. Tschermak (1871-1962) como uno de los redescubridores de las leyes de la herencia; sin embargo, aunque obtuvo resultados análogos a los de Mendel, su artículo de 1900 no aportó una explicación apropiada a los mismos. Véase, por ejemplo: AYALA, F.J. (1994) *La Naturaleza Inacabada. Ensayos en torno a la evolución*. Barcelona, Salvat/Ciencia, p. 204.

2 ALLEN, G.E. (1978) *Thomas Hunt Morgan. The Man and the Science*. Princeton, New Jersey, Princeton University Press, pp. 154-155, 213.

3 La bibliografía sobre Morgan y su grupo es muy extensa. Como textos de referencias se pueden consultar, además del anterior libro de Allen (1987): ALLEN, G.E. (1974) *Thomas Hunt Morgan* In: *Dictionary of Scientific Biography*. New York, Charles Scribner's Sons, vol. 9, pp. 515-526; SHINE, I. & WROBEL, S. (1976) *Thomas Hunt Morgan. Pioneer of Genetics*. Lexington, Ky., University of Kentucky Press; STURTEVANT, A.H. (1965). *A History of Genetics*. New York, Harper & Row., etc.

4 ALLEN, G.E. (1978) *Op. Cit.*, pp. 278-283.

5 CARBONELL, F. (1977). *La introducción de la genética mendeliana en España, (1901-1935)*. Valencia, Tesis, (inérita); sobre los márgenes cronológicos de la introducción véase, p. 143.

6 Cf. ARTIS MERCADET, M. (1994) *Pere Màrtir Rosell i Vila (1883-1933) i les idees sobre l'herència animal a l'Escola Superior d'Agricultura de Barcelona (1912-1938)*. Trabajo de Maestría en Historia de la Ciencia presentado en la Facultat de Ciències de la Universitat Autònoma de Barcelona.

7 BORDAS, M. (1912) "Contribution à l'étude de la spermatogenese dans *Sagitta bipunctata*" *La Cellule*, 28, pp. 165-214; BORDAS, M. (1914) "Doctrinas actuales sobre la reducción numérica de los cromosomas y su aplicación a la espermatogénesis de la *Sagitta bipunctata* Quoy at Gaim. (1ª y 2ª parte)" *Mem. R.*

*Soc. Esp. Hist. Nat.*, X, pp. 5-123; BORDAS, M. (1920) "Estudio de la ovogénesis de la *Sagitta bipunctata* Quoy at Gaim" *Trab. Mus. Nac. Hist. Nat.*, 42, pp. 1-119; BORDAS, M. (1921) "La profase de reducción en la ovogénesis de *Dendrocoelum lacteum* Oerst" *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat.*, 41, pp. 1-101; BORDAS, M. (1922) "El problema de la reducción cromática en la espermatogénesis de *Dendrocoelum lacteum*" *Libro en honor de Santiago Ramón y Cajal. Trabajos originales de sus admiradores y discípulos extranjeros y nacionales*. Madrid, JAE, vol. II, pp. 37-78 y BORDAS, M. (1932) "Estudio de la semilla del garbanzo (*Cicer arietinum* L.)" *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, XXXII, pp. 393-416.

8 CARBONELL, F. (1977). *Op. Cit.*, pp. 147-149.

9 BARATAS DIAZ, L.A. & FERNANDEZ PÉREZ, J. (1989) "Los laboratorios de investigación genética de la Junta para la Ampliación de Estudios". *Dynamis*, 9, p. 229

10 NONIDEZ, J.F. (1914) "Los cromosomas en la espermatogénesis de *Blaps lusitanica* Herbst" *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat.*. Serie Zoológica, n. 18, pp. 1-97.

11 La información sobre su carrera científica hasta 1935 proviene de un *curriculum vitae* cedido por su hijo Carlos: *Curriculum Vitae*. Relación de los méritos científicos y circunstancias del profesor Antonio de Zulueta. Madrid, 3 de abril de 1935. También puede consultarse en: ZULUETA, C. (1998) "Un científico olvidado D. Antonio de Zulueta, pionero de la genética en España". *Historia 16* (en prensa).

12 Archivo de la J.A.E., citado en adelante como JAE. Solicitud de pensión de Zulueta a la JAE. (1906?). Microfichas, 153-49, A. de Zulueta.

13 JAE, Solicitud de pensión de Zulueta a la JAE. Madrid, 20 de septiembre de 1909. Microfichas, 153-49, A. de Zulueta y *Curriculum Vitae*. Relación de los méritos científicos y circunstancias del profesor Antonio de Zulueta. Madrid, 3 de abril de 1935.

14 ZULUETA, A. (1908) "Note préliminaire sur la famille *Lamippidae*, Copépodes parasites de Alcyonaires". *Arch. Zool. Exp. et Générale*, V Série, IX, pp. 1-30; ZULUETA, A. (1910) "Deuxième note sur la famille des *Lamippidae*. Copépodes parasites de Alcyonaires". *Arch. Zool. Exp. et Générale*, V Série, VI, pp. 137-148 y ZULUETA, A. (1911) "Los Copépodos parásitos de los Celenterios". *Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, VII, pp. 5-58.

15 ZULUETA, A. (1915) "Sobre la reproducción de *Dinenympha gracilis* Leidy". *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat.*, Ser. Zool., n. 23, pp. 1-27; ZULUETA, A. (1916) "Sobre la estructura y bipartición de *Nyctotherus ovalis* Leidy". *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat.*, Ser. Zool., n. 26, pp. 1-16 y ZULUETA, A. (1917a) "Promitosis y sindiéresis. Dos modos de división nuclear coexistentes en amebas del grupo *Limax*". *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat.*, Ser. Zool., n. 33, pp. 1-58.

16 GARCIA MARTINEZ, J. (1984) *Aportaciones a la historia de la genética española, (1920-1936)*. Madrid, tesina de la Universidad Complutense de Madrid, (inérita), pp. 23-24.

17 JAE (1914) *Memorias correspondientes a los años 1912 y 1913*. Madrid, JAE, vol. 4, pp. 283-284

18 GALAN, F. (1987a) "Antonio de Zulueta y Escolano. Introdutor de la genética experimental en España, (1885-1971)". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, (Actas), 83, pp. 66-67.

- 19 JAE. Carta de Nonidez al presidente de la JAE, Madrid, 19 de mayo de 1913. Microfichas, 53-198, J.F. Nonidez.
- 20 NONIDEZ, J.F. (1914) *Op. Cit.* y NONIDEZ, J.F. (1915a) "Estudios sobre las células sexuales. I. Los cromosomas gonadales y las mitosis de maduración en *Blaps lusitanica* y *B. waltli*". *Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, X, pp. 149-190.
- 21 NONIDEZ, J.F. (1915b) "Sobre un caso de ginandromorfismo en la *Lycaena escheri* Hb". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, XV, pp. 78-88.
- 22 JAE. Solicitud de pensión de Nonidez a la JAE, Madrid, 5 de marzo de 1915. Microfichas, 53-198, J.F. Nonidez.
- 23 JAE. Solicitud de pensión de Nonidez a la JAE, Madrid, 25 de febrero de 1916. Microfichas, 53-198, J.F. Nonidez.
- 24 NONIDEZ, J.F. (1917a) "Pseudoescorpiones de España". *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., Ser. Zool.*, 32, pp. 1-45 y JAE, Carta de Nonidez al presidente de la JAE, Madrid, 5 de marzo de 1915. Microfichas, 53-198, J.F. Nonidez.
- 25 NONIDEZ, J.F. (1917b) "Ideas actuales sobre la determinación del sexo". *Rev. Esp. Obst. Ginec.*, 2, pp. 1-10 y 63-77 y Archivo del Museo Nacional de Ciencias Naturales, citado en adelante como MNCN. Nonidez, Murcia, 10 de octubre de 1916. Cándido Bolívar: caja P18, J.F. Nonidez.
- 26 CARBONELL, F. (1977). *Op. Cit.*, pp. 153-154.
- 27 JAE. Nonidez al presidente de la JAE, Madrid, 25 de febrero de 1916. Microfichas, 53-198, J.F. Nonidez.
- 28 JAE. Nonidez al presidente de la JAE, Madrid, 6 de febrero de 1917. Microfichas, 53-198, J.F. Nonidez.
- 29 GARCIA MARTINEZ, J. (1984). *Op. Cit.*, p. 25; también pp. 25-28.
- 30 NONIDEZ, J.F. (1920a) "The Meiotic Phenomena in the Spermatogenesis of *Blaps* with Special Reference to the Complex X". *J. Morphology*, 1, pp. 69-103.
- 31 JAE. Carta de Nonidez a Gonzalo Jiménez de la Espada, Nueva York, 24 de noviembre de 1917 y concesión de prórroga, Madrid, 12 de septiembre de 1918. Microfichas, 53-198. Residencia y Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes.
- 32 *Journal of Experimental Zoology, Anatomical Record, Journal of Comparative Neurology y Journal of Anatomy*. MNCN, Nonidez, Woods Hole, 30 de julio de 1918. Cándido Bolívar, Caja P18, J.F. Nonidez.
- 33 JAE (1920). *Memorias correspondientes a los años 1918 y 1919*. Madrid, JAE, vol. 7, pp. 47-48.
- 34 MORGAN, Th. H. (1919) *The Genetic and the Operative Evidence Relating to Secondary Sexual Character*. Washington D.C., Carnegie Institution of Washington Publications, n. 285.
- 35 NONIDEZ, J.F. (1920b) "Studies on the Gonads of the Fowl. I. Hematopoietic Processes in the Gonads of Embryos and Mature Birds". *Amer. J. Anatomy*, vol. 28, n. 1, pp. 81-107.
- 36 NONIDEZ, J.F. (1920c) "The Internal Phenomena of Reproduction in *Drosophila*." *Biolog. Bulletin*, 39, pp. 207-230.
- 37 METZ, CH.W. & NONIDEZ, J.F. (1921) "Spermatogenesis of the Fly, *Asilus sericeus* Say." *J. Exper. Zoology*, 32, pp. 165-186.

38 M.N.C.N., Nonidez, Chesbourg, 5 de junio de 1922. Cándido Bolívar: caja P18, J.F. Nonidez.

39 JAE. Nonidez a Ignacio Bolívar, Nueva York, 1 de agosto de 1921. Microfichas, J.F. Nonidez.

40 BOERGER, A. (1928) *Observaciones sobre agricultura. Quince años de trabajos fitotécnicos en el Uruguay*. Montevideo, p. 376.

41 Las ediciones corresponden a Madrid, Calpe, 1923; Madrid, Espasa-Calpe, 1936, 1938 y 1946.

42 M.N.C.N., Nonidez, Nueva York, 11 de febrero de 1921. Cándido Bolívar: caja P18, J. F. Nonidez. Véanse: NONIDEZ, J.F. (1922a) "Estudios sobre las gónadas de la gallina. II. El tejido intersticial del ovario" *Libro en honor de D. Santiago Ramón y Cajal. Trabajos originales de sus admiradores y discípulos extranjeros y nacionales*. Madrid, JAE, vol. 2, pp. 137-157; NONIDEZ, J.F. (1922b) "Studies on the Gonads of the Fowl. III. The Origin of the So-Called Luteal Cells in the Testis of Hen-feathered Cocks". *Am. J. Anatomy*, vol. 31, n. 2, pp. 109-124; NONIDEZ, J.F. (1929) "Estudios sobre las gónadas de la gallina. - VI. La homología de los tubos seminíferos y los cordones medulares del ovario". *Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, XV, pp. 131-142 y NONIDEZ, J.F. (1933) "Las células parafoliculares de la glándula tiroideas". *Investigación y Progreso*, año VII, 4, pp. 97-100.

43 NONIDEZ, J.F. (1925) "Los *Obisium* españoles del subgénero *Blothros* (Pseudo. *Obisidae*)". *EOS*, t. 1, cuad. 1º, pp. 41-84.

44 NONIDEZ, J.F. (1941) *Histology and Embriology*. London, New York, etc., Oxford University Press y NONIDEZ, J.F. & WINDLE, W.F. (1949) *Textbook of Histology*. New York, McGraw-Hill Book Co, esta última obra alcanzó cinco ediciones: 1949, 1953, 1960, 1969 y 1976.

45 ZULUETA, A. (1925a) "La herencia ligada al sexo en el coleóptero *Phytodecta variabilis* (OL.)". *EOS*, Tomo I, pp. 203-231.

46 NONIDEZ, J.F. (1922) *La herencia mendeliana: Introducción al estudio de la genética*. Madrid, JAE, p. 72.

47 SCHMIDT, J. (1920) "Racial Investigations. IV. The Genetic Behaviour of a Secondary Sexual Character". *C.R. Trab. Calsberg*, 14, pp. 1-12; AIDA, T. (1921) "On the Inheritance of Color in a Fresh-Water Fish, *Aplocheilus latipes*, with Special Reference to Sexlinked inheritance". *Genetics*, 6, pp. 554-573; WINGE, O. (1922) "One-sided Masculine and Sex-linked Inheritance in *Lebistes reticulatus*". *J. Genetics*, 12, p. 145 y WINGE, O. (1923) "Crossing-over between the X and the Y chromosome in *Lebistes*". *J. Genetics*, 13, pp. 201-217.

48 STERN, C. (1926) "Vererbung im Y-chromosom von *Drosophila melanogaster*". *Biol. Zentralbl.*, 46, pp. 344-348.

49 MORGAN, Th.H. (1926) "Recent Results Relating to Chromosomes and Genetics". *The Quarterly Review of Biology*, vol. I, n. 2, p. 187.

50 MORGAN, Th. H. (1935) *The Scientific Basis of Evolution* 2ª ed., New York, pp. 37-38.

51 JOHANNSEN, V. (1926) *Elemente der exakten Erblchkeitslehre*. 3ª ed., Jena, p. 548.

52 GUYÉGNOT, E. (1931) *L'Hérédité*, Paris, pp. 195-196.

53 BAUR & HARTMANN (Eds.) (1931) *Handbuch der Vererbungswissenschaft*, Berlin, Gebrüder Borntraeger; véase los capítulos de Stern sobre el alelismo múltiple (vol. I, pp. 60-61) y el de Foyn sobre herencia ligada al sexo (vol. I, pp. 48-51).

54 ZULUETA, A. (1928a) "Le polymorphisme des mâles chez l'Hyménoptère *Trichogramma evanescens*". (Verhandlungen des V. Internationalen Kongresses für Vererbungswissenschaft. Berlin 1927, *Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre*. Supplementband II, pp. 1606-1611 y ZULUETA, A. (1928b) "El V Congreso Internacional de Genética". *Conferencias y Reseñas Científicas de R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, II, pp. 142-146.

55 ZULUETA, A. (1929a) "La mutación «jaspeado» del coleóptero *Phytodecta variabilis* (Ol.) (su aparición y herencia)". *Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, XV (homenaje a D. Ignacio Bolívar), pp. 819-824.

56 Archivo de la Fundación del Amo en Dominguez Hills (Los Angeles, California), citado en adelante como DH. Carta de Eugenio D. Torreblanca a Zulueta, 31 de marzo de 1929.

57 DH. Carta de Zulueta a Eugenio D. Torreblanca. Madrid, 30 de abril de 1929.

58 DH. Carta de Gregorio del Amo a Zulueta, 31 de mayo de 1929.

59 DH. Carta de Gregorio del Amo a Zulueta, 31 de mayo de 1929.

60 JAE, Solicitud de pensión de Zulueta a la JAE, Madrid, 10 de julio de 1929 y sesión de la JAE del 19 de octubre de 1929 relativa a la prolongación del pensionado de Zulueta por un año. Microfichas, 153-49, A. de Zulueta.

61 BRIDGE, C.B. (1931) "El tipo mutante «pink-wing» de *Drosophila melanogaster*. Un problema de localización". *EOS*, t. VII, cuad. 2º, pp. 229-248 y ZULUETA, A. (1931) "Nueva localización del género «light» (con su resumen en inglés)". *EOS*, t. VII, cuad. 2º, pp. 249-253.

62 VALDERAS, J.Mª. (1988) "La genética en la JAE. Antonio de Zulueta y Escolano (1885-1971)" En: SANCHEZ RON, J.M. 1907-1987. *La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas 80 años después*. Madrid, Estudios sobre la Ciencia, CSIC, vol. II, p. 420.

63 JONES, D. (Ed.) (1932) *Proceedings of the Sixth International Congress of Genetics*. Menasha, Wis., Brooklyn Botanic Garden, vol. 1, p. 389.

64 Sobre dichas jornadas y sus antecedentes puede verse: CARBONELL, F. (1977). *Op. Cit.*, pp. 206-211.

65 VEGA, J. de la (1934) "La herencia biológica en el hombre" En: NOGUERA, E. & HUERTA, L., *Genética, Eugenesia y Pedagogía sexual*. Madrid, Javier Morata, vol. 1, pp. 159-181.

66 ZULUETA, A. (1934) "La herencia en animales y plantas" En: NOGUERA, E. & HUERTA, L., *Op. Cit.*, vol. 2, pp. 202-214.

67 MORROS SARDA y GONZALEZ ALVAREZ, R. (1934) "Selección biológica" En: NOGUERA, E. & HUERTA, L., *Op. Cit.*, vol. 1, pp. 182-202.

68 ZULUETA, A. (1921b) "Experiencias sobre avivamiento extemporáneo de los huevos de la mariposa del gusano de la seda". *Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. extr. 50º aniv., pp. 495-501.

69 ZULUETA, A. (1926) "Las leyes de Mendel". *Rev. Pedagogía*, año V, pp. 193-203.

70 JAE (1927) *Memorias correspondientes a los años 1924-1925 y 1925-1926*. Madrid, JAE, vol. 10, pp. 293-294.

71 MNCN, son varias las cartas que se conservan entre E.F. Liscum y A. Zulueta, enviadas entre diciembre de 1934 y 1935, Caja P. 181. Correspondencia 1911-12, 1914-17 y 1933-36.

72 MNCN, A. Zulueta, "Lista de temas de las investigaciones del curso 1933-34", Caja P. 182. Correspondencia y facturas de la Real Academia de Ciencias de Madrid, 1932-52.

73 MNCN, A. Zulueta. Caja P. 183, Trabajos científicos, 1913-1932.

74 GARCIA MARTINEZ, J. (1984) *Op. Cit.*, pp. 30-31 y p. 81, nota 23.

75 GARCIA MARTINEZ, J. (1984) *Op. Cit.*, p. 82, nota 25.

76 GALAN, F. (1931) "Estudios sobre la espermatogénesis del coleóptero *Phytodecta variabilis*". *EOS*, 7, pp. 461-501. Otros trabajos de esos años fueron: GALAN, F. (1929) "Un caso de hidroplasia genital e intersexualidad en *Rana esculenta*". *Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 1, pp. 329-334 y GALAN, F. (1932) "Análisis de la zigomorfía floral en *Linaria triornitophora*". *Rev. Esp. Biología*, 1, pp. 85-118.

77 En los años anteriores a la guerra se tradujeron diversas obras de interés genéticos: EAST, E.M. (1935) *Doctrina de la herencia. Fundamentos científicos de la genética, de la herencia patológica y de la eugenesia por el Dr. Jakob Graf*. (Traducción de la segunda edición alemana y apéndice de genética animal por Pedro Carda). Madrid, Juan Pueyo; EAST, E.M. (1936) *Las rutas biológicas de la humanidad. (Principios biológicos de la política)* [Traducción de Rodolfo Reichert]. Madrid, Juan Pueyo; GRAF, J. (1935) *Doctrinas de la herencia. Fundamentos científicos de la genética de la herencia patológica*. Madrid, Juan Pueyo y JUST, G. (1934) *La herencia biológica* [Traducción de E. Fernández Galiano]. Barcelona, Labor.

78 Sobre este tema véanse: MNCN, Cartas de Zulueta a Goldschmidt, Madrid, 18 de enero y 6 de febrero de 1935; cartas de Goldschmidt a Zulueta, Berlin-Dahlem, 21 de enero, 12 de febrero y 4 de julio de 1935, Caja P. 181, Correspondencia, 1911-12, 1914-17 y 1933-36. JAE, Notificación con relación al ofrecimiento de la Rockefeller Foundation. Madrid, 5 de mayo de 1936. Microfichas, 162-290, Museo de Ciencias Naturales.

79 JAE, Carta de J. de Castillejo a A. de Zulueta. Madrid, 21 de abril de 1936. Microfichas, 162-290, Museo de Ciencias Naturales.

80 JAE, Carta de J. de Castillejo a H.M. Miller, Madrid, 12 de junio de 1936. Microfichas, 162-290, Museo de Ciencias Naturales. La carta incluye una relación de las revistas adquiridas por el laboratorio junto al costo anual aproximado.

81 En un principio la llegada de Pariser a España estaba prevista para 1934, si bien fue acelerada por el establecimiento en Alemania del régimen nazi tras las elecciones de 1933. De origen judío, se vio afectada por la ley del 7 de abril de 1933 que constituyó la base legal para disminuir de sus cargos en la universidad, colegios técnicos u otras instituciones científicas a todos los judíos o, por extensión (conforme a diversas reformas de la ley), a aquéllos con ascendentes judíos o casados con éstos después de la fecha de entrada en vigor de dicha ley. MNCN, Carta de K. Pariser a Zulueta, Zurich, 5 de abril de 1933. Caja P. 181. Correspondencia, 1911-12, 1914-17 y 1933-36. Con respecto a la influencia del

régimen nazi sobre el desarrollo de las ciencias biológicas puede consultarse: DEICHMANN, U. (1996) *Biologists under Hitler*. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.

82 PARISER, K. (1933) "Nuevas investigaciones sobre la desviación de la relación numérica entre sexos". *Investigación y Progreso*, vol. VII, n. 7/8, pp. 222-228; PARISER, K. (1935) "Deformidades y otras anomalías en híbridos interespecíficos del género *Tritón* (anfibios)". *Rev. Esp. Biología*, 4, pp. 5-12 y PARISER, K. (1936) "El desarrollo y la relación numérica entre los sexos en los híbridos interespecíficos obtenidos por fecundación artificial en el género *Tritón* (Molge)". *Rev. Esp. Biología*, 5, pp. 11-93.

83 GALAN, F. (1987b) "El profesor Antonio de Zulueta (In memoriam)". *Bol. Insti. Libre Ens.*, 2ª época, n. 1, pp. 40-41.

84 Aunque no se ha encontrado en los documentos sobre el proyecto de ayuda de la Rockefeller Foundation ninguna referencia a la beca de Galán, él mismo proporcionó esta información a: BARATAS DIAZ, L.A. (1997) *Introducción y desarrollo de la biología experimental en España entre 1868 y 1936*. Madrid, CSIC, Cuadernos Galileo de Historia de la Ciencia, n. 17, pp. 270-271.

85 GALAN, F. (1987b) *Op. Cit.*, p. 38.

86 Cita en: GALAN, F. (1987a) *Op. Cit.*, p. 68, véase también: GALAN, F. (1964) "Teoría genética del sexo zigótico en el caso de *Ecballium elaterium*". *Rev. Biología*, IV, pp. 187-220. Los dibujos de los diversos fenotipos de *Ecballium* efectuados por Carmen Simón y la explicación de los mismos pueden consultarse en AYALA y KIGER (1986) *Modern Genetics*. California, Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 2ª ed., pp. 76-77.