

Rosalind Franklin e a descoberta do DNA: uma omissão científica causada por uma questão sexista*

Ivoni Freitas-Reis, Leonardo Lessa Pacheco[†]

Resumo

Em um campo ainda dominado por homens as contribuições femininas para as ciências, mormente nas exatas foram ofuscadas por omissões que evidenciam a não neutralidade da ciência frente às questões de gênero e a baixa atenção concedida ao trabalho da mulher no desenvolvimento do conhecimento (Beltran, Saito & Trindade, 2017). Este trabalho focaliza a figura de Rosalind Elsie Franklin (1920-1958) e tem como objetivo discutir como a fotografia que a pesquisadora produziu por difração de raios X lançou luz à determinação da estrutura do DNA, a qual norteou Crick e Watson em sua descoberta da dupla hélice (Silva, 2010). Desse modo, esperamos que o texto possa constituir um instrumento didático para ser utilizado em sala de aula por professores e estudantes, construindo uma interface de História da Ciência e ensino de ciências da natureza.

Introdução

Na década de 50 do século xx foi publicado um artigo na revista *Nature* que tem causado impacto na elucidação da forma de produção de conhecimento sobre o desenvolvimento da vida: a descoberta da estrutura da dupla hélice do ácido desoxirribonucleico (DNA). Tal feito envolveu várias linhas de conhecimento da cristalografia e da ligação química (Thiemann, 2003).

.....

* Agradecemos a CAPES pelo financiamento da pesquisa, ao Programa de Pós Graduação em Química da Universidade Federal de Juiz de Fora, no qual os pesquisadores se encontram vinculados e aos colegas do Grupo de Estudos em Educação Química e do Núcleo de Estudos em História da Ciência – GEEDUQ e NEHC – da mesma Universidade, pela parceria no desenvolvimento dos trabalhos.

[†] Programa de Pós Graduação em Química. Universidade Federal de Juiz de Fora. Correio eletrônico: leoprofessordequimica@gmail.com

Em relação aos sonhos de uma vida mais longa que o conhecimento em relação ao DNA pode despertar, os estudos para o entendimento da função dessa molécula nos organismos, têm causado ao longo dos anos um misto de expectativas e dúvidas (Scheid, Ferrari & Delizoicov, 2005). Além disso, a identificação do DNA e o conhecimento adquirido pelos cientistas, proporcionou uma ampliação de vários campos do conhecimento, tais como a medicina e a engenharia genética (Ferreira & JustI, 2010).

Desde a segunda metade do século XIX já se debatia a ideia de que o interior do núcleo celular abrigava a fonte da hereditariedade, embora nesse período o DNA, extraído por Friedrich Miescher (1844-1895), não era entendido como a molécula que possui a função de transmitir as características hereditárias tais como conhecemos hoje. O que predominava entre os pesquisadores que examinavam o DNA era a preocupação com “questões fisiológicas ou puramente químicas” (Scheid, Ferrari & Delizoicov, 2005, p. 226).

Consoante Bensaude-Vincent e Stengers (1992) o entendimento do comportamento celular e a consecutiva manutenção da vida no final do século XIX, ficou a cargo daqueles que dedicavam à química, devido às técnicas de obtenção, purificação e identificação das estruturas moleculares, o que permitiu a essa ciência caminhar em paralelo à biologia molecular.

Desse modo, o interesse químico por essa molécula despertou a necessidade da identificação estrutural da molécula de DNA por meio da cristalografia de raio X, a partir dos estudos de William Henry Bragg (1862-1942) e de seu filho William Lawrence Bragg (1890-1971), os quais entre os anos de 1912 e 1913 desenvolveram uma técnica para a obtenção das distâncias entre íons ou átomos em sólidos (Greenberg, 2017).

Linus Carl Pauling (1901-1994), com seus estudos cristalográficos ao final da década de 1920, ofereceu uma base teórica que justificou a formação das ligações químicas e lhe permitiu resolver a estrutura das alfa-proteínas (Greenberg, 2017), mas foi Rosalind Franklin com sua capacitação e formação na instrumentação e análise de dados de raio-X, quem proporcionou a James Dewey Watson (1928-) e Francis Harry Compton Crick (1916-2004) a publicação da dupla hélice do DNA em 1953 (Davis & Strom, 2018).

Em 1962 o prêmio Nobel de Medicina ou Fisiologia foi oferecido a Francis Crick, James Watson e Maurice Hugh Frederick Wilkins (1916-2004) por suas contribuições em relação à estrutura dos ácidos nucléicos e pela importância para a transferência de informações nos seres vivos. Nessa perspectiva o movimento feminista americano da segunda metade do século XX teve como protagonista o exemplo de Franklin e a discriminação dessa estudiosa por ser mulher (Davis & Strom, 2018) e não ter sido indicada ao Nobel.

Em 1974 o estatuto do Prêmio Nobel, foi modificado permitindo a indicação póstuma, mas com a condição de que essa ocorresse antes da morte do candidato, o que não se aplicou a Rosalind Franklin que faleceu em 1958. Porém, os Mainz e Strom (2018) destacam que houve casos de exceções como para Erik Axel Karfeldt (1864-1931) Nobel de literatura em 1933. Nessa perspectiva historiográfica conseguimos perceber o quão importante são as pesquisas que buscam tratar diretamente da participação da mulher cientista na construção do conhecimento ao longo dos anos.

O entendimento da construção estrutural do DNA na perspectiva de História da Ciência, que se dedica à construção do “conhecimento científico em sua história” (Beltran, Saito & Trindade, 2017) leva-nos ao estudo em questão, surgindo a necessidade de compreendermos a construção do significado da determinação estrutural da dupla hélice. Ao direcionarmos nossa atenção para a produção de Franklin, podemos criar uma base para reflexão sobre outras figuras femininas importantes na construção do conhecimento científico.

Desenvolvimento

Breve recorte – Rosalind Franklin

Rosalind Elsie Franklin nasceu no dia 25 de julho de 1920, filha de pais judeus tradicionalmente educados e “socialmente conscientes”. Enquanto família, estavam sempre abertos a debates e opiniões distintas, sendo que Franklin dominava a cena e até “discutia com seu pai, assertivo e conservador” (Elkin, 2003, p. 42).

Rosalind foi a segunda filha entre cinco irmãos: David, quinze meses mais velho, Colin nascido em 1923, Roland em 1926 e a irmã caçula, Jennifer, nascida em 1929 (Glynn, 2012). Ainda segundo Jennifer Glynn (2012), que era sua irmã mais nova, Franklin não desperdiçava dinheiro e sempre esteve envolvida com questões sociais e ambientais e frequentemente, preocupava-se em ajudar os mais necessitados. Na perspectiva de Glynn (2012) sua falta de entusiasmo por uma vida luxuosa, permitiu manter certa serenidade ao seu modesto salário de pesquisadora.

Aos 11 anos de idade Rosalind foi estudar na *St. Paul's School*, uma escola para garotas, onde elas eram preparadas para o casamento e para suas vidas profissionais. Nesse momento, teve contato com as ciências naturais e mostrou grande aptidão para as disciplinas relacionadas, matemática e para o estudo de idiomas. Toda essa experiência a levou à decisão de se tornar cientista (Pacheco, 2020).

Seguindo o movimento da época e a educação na qual Franklin foi iniciada, seu pai desejava que ela se tornasse uma profissional das ciências humanas e se opunha à educação formal de mulheres, mas aceitava a ideia de que sua filha pudesse se dedicar às ciências sociais. Entretanto, acabou cedendo à pressão e ao desejo de sua filha em se aprofundar em física e química (Maisel & Smart, 1997).

Em 1938, Franklin matriculou-se no *Newnham College* em Cambridge um *college* para mulheres e graduou-se em 1941. Após sua graduação, ela recebeu uma bolsa de estudos de pós-graduação, mas desistiu indo trabalhar com estruturas cristalinas de carbono no *British Coal Utilization Research Association*, onde adquiriu a base para seu doutoramento em 1945 na *Cambridge University* (Maisel & Smart, 1997). Posteriormente ingressou no *King's College*, onde por meio de sua base cristalográfica obtida em virtude de seus estudos com os cristais de grafite, foi trabalhar com química e cristalografia em pesquisas diretamente relacionadas ao DNA. Nessa instituição, a questão sexista era evidente entre seus

colegas e “mulher não podia almoçar na mesma sala que os homens” (Fausto-Sterling, 2002, p. 1177).

Em seu trabalho no *King's College* pesquisou sob a supervisão de Maurice Hugh Frederick Wilkins (1916-2004) e obteve algumas fotografias de DNA do timo de bezerros, até que em 1951, Franklin, juntamente com seu orientando de doutorado Raymond George Gosling (1926-2015), obteve imagens nítidas do DNA, as quais serviram para a determinação posterior da estrutura química deste ácido (Oliveira, dos Santos & Beltramini, 2004).

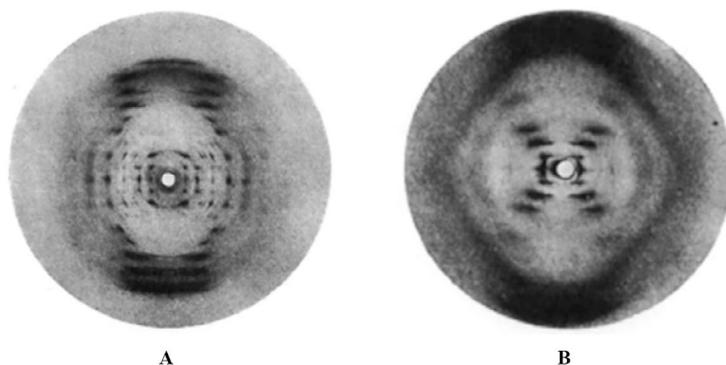


Figura 1. Imagens nítidas de DNA tiradas por Franklin e Gosling.
Fonte: *Journal Acta Crystallographica* (1953, p. 675).

Nessas imagens Franklin e Gosling (1953) destacaram que “as formas [A e B] eram reversíveis podendo passar de uma para outra variando a umidade do sistema analisado” (p. 676) e afirmaram que ao aumentar o teor de água do sistema, a estrutura A sempre originou a forma B.

A técnica de Franklin e Gosling (1953) consistia na desidratação e hidratação lenta da molécula de DNA e foi a observação da reversibilidade entre as formas A e B, que os dois consideraram que, como o fosfato é um grupo higroscópico, a mudança na conformação da molécula pela quantidade de água no meio, pode ser explicada pela disponibilidade desses ânions, do lado de fora da molécula, ou seja, eles não se localizavam no interior do DNA, da estrutura em dupla hélice (Watson & Crick, 1953).

Em relação a interação do DNA com as moléculas vizinhas, levando em conta a região central da célula, de onde foi extraída a molécula: “cada unidade [de DNA] fica então livre para assumir sua configuração de menor energia, independente do seu vizinho e considerando a natureza de cadeia longa da molécula envolvida, é altamente provável que a forma seja helicoidal” (Franklin & Gosling, 1953, p. 740).

Wilkins, Stokes e Wilson (1953) consideraram que a variação da quantidade de água justificava a localização central das bases nitrogenadas, as quais, segundo a interpretação da estrutura do DNA como uma dupla hélice, localizavam-se perpendiculares ao eixo central da molécula (Percec & Xiao, 2021).

A interpretação dessas imagens contribuiu para a determinação da dupla hélice do DNA. Para Wilkins, Stokes e Wilson (1953), o X da fotografia sugeria uma reflexão correspondente à repetição da configuração da cadeia do DNA, o que causou uma forte difração.

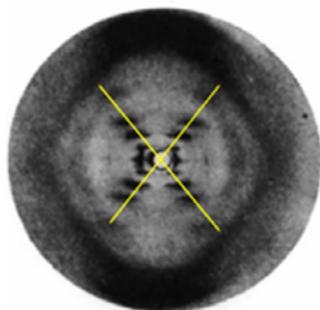


Figura 2. Imagem com o X em destaque segundo a observação da difração dos raios X pela forma B.
Fonte: Os autores.

Além disso Wilkins, Stokes e Wilson (1953) sugeriram que a falta de reflexão sobre ou próximo ao meridiano sugeriam uma estrutura em hélice. Outro aspecto que surgiu a partir da fotografia de Franklin e Gosling (1953) foi que a falta de uma reflexão equatorial e a largura das linhas reveladas na difração do DNA cristalizado, sugeriam que o sistema era formado por duas linhas, duas hélices empacotadas com uma baixa interconexão, ou seja, não havia indicação de uma interpenetração das hélices.

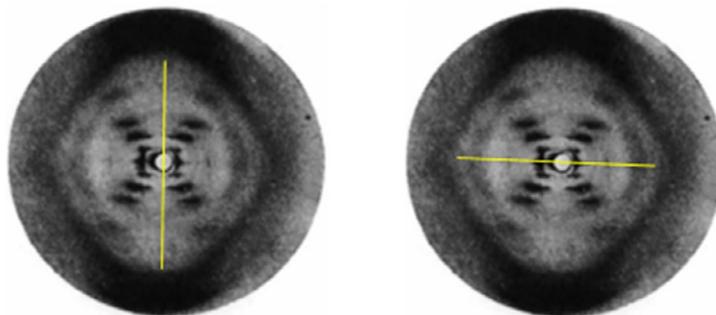


Figura 3. Imagem referenciando no espaço a interpretação de Wilkins, Stokes e Wilson (1953).
Fonte: Os autores.

Por fim, Wilson e seus colaboradores (1953) mencionaram outras duas características em relação à imagem de Franklin e Gosling (1953). A ausência de linhas entre o X mencionada anteriormente, preconizava um deslocamento de uma segunda hélice em relação à primeira e ainda, os espaços vazios, conforme apresentado abaixo na figura 4, sugeriram que as bases nitrogenadas, identificadas na constituição fundamental do DNA (Thiemann, 2003), se encontravam na região central do sistema em hélice, o que justificava a ausência do sinal de difração na região da fotografia.

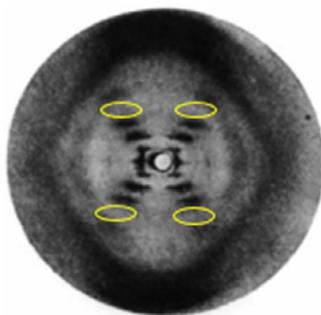


Figura 4. Imagem que indicava a ausência do sinal de difração correspondente às bases nitrogenadas. Fonte: Os autores.

Posteriormente, Franklin ainda em Londres, mudou-se para *Birkbeck College* para desenvolver outras pesquisas relacionadas à cristalografia, mas, com vírus que poderiam comprometer os seres humanos e as plantas. Ela faleceu em 1958 como resultado de um câncer no ovário, mas nunca divulgou o que estava passando, ou melhor, nunca deixou transparecer o sofrimento em decorrência do seu tratamento ao qual estava sendo submetida. Nas palavras de Maddox:

Ninguém que viu Rosalind em público no verão de 1957 teria adivinhado que ela estava vivendo sob ameaça. Escondendo qualquer dor ou cansaço, ela ficava de pé por longas horas em traje de gala explicando seu trabalho em exposições. Com uma semana de terapia com cobalto ela apresentou seus modelos na convenção da Royal Society numa palestra sobre a aplicação da análise de raios X e microscopia eletrônica para vírus em forma de bastonetes e esféricos de plantas. Seus pais vieram e a acharam linda, alegre e feliz. (Maddox, 2003, p. 295)

Franklin permaneceu firme e mostrou até o final de sua vida um entusiasmo pelo conhecimento produzido por sua pesquisa. Para entendermos a questão omitiva e sexista por trás do trabalho de Franklin e de sua relação com os colegas, enquanto desenvolvia seus trabalhos diretamente relacionados ao DNA, faremos um breve recorte sobre os estudos que culminaram na estruturação desse ácido. Posteriormente ressaltaremos, com base na literatura, a relação de Franklin com seus colegas que utilizaram seus dados de cristalografia de raios X sem o seu devido consentimento.

Breve recorte - DNA

Em 1865 um monge austríaco, Gregos Mendel (1822-1865) trabalhando com ervilhas no jardim de seu monastério na Morávia (atual República Tcheca) percebeu que algumas características das plantas eram herdadas em “unidades” (Thiemann, 2003, p. 13) e propôs leis fundamentais de herança genética, segundo as quais essas unidades eram transmitidas pelos progenitores a seus descendentes.

Três anos depois, Friedrich Miescher (1844-1895), na Universidade de Tübingen, Alemanha isolou o material nuclear de linfócitos presentes no pus. Em 1882 Walther Flemming (1843-1905) fez estudos sobre a mitose e sete anos depois, Richard Altmann (1852-1900) confirmou a natureza ácida da nucleína, descrita por Miescher (Andrade & Caldeira, 2009).

Os processos de divisão celular estavam diretamente ligados à existência de porções muito pequenas de matéria responsáveis por manter as funções vitais do organismo. Desse modo, o estudo do processo de surgimento de novas células, fez com que fossem detectadas estruturas nos dois processos de divisão celular, mitose e meiose (Oliveira, dos Santos & Beltramini, 2004).

Segundo Watson (2005) essas estruturas que participavam da divisão celular foram chamadas de cromossomos e já no início do século xx, Phoebus Aaron Theodore Levene (1869-1940) descobriu em 1909 que o ácido da nucleína era na verdade uma molécula composta de quatro nucleotídeos. Outro ponto importante que Watson (2005) descreveu em seu livro foi que Thomas Morgan (1866-1945) determinou em seus estudos com moscas que a hereditariedade transmitida de geração em geração, dependia diretamente dos genes que se encontravam nos cromossomos.

Erwin Schrödinger (1887-1961) em 1943, concebeu que os genes eram o componente chave das células vivas (Thiemann, 2003). Sobre esse último vale destacar que Schrödinger em seu livro refletiu que a vida era resultado de um armazenamento e de uma transmissão dessas informações dependentes dos cromossomos que as portavam, vejamos:

Um só grupo de átomos, existindo em uma cópia apenas, produz eventos ordenados, maravilhosamente afinados entre si e com o ambiente, de acordo com as leis mais sutis. [...]. Pois é um fato observacional simples que o princípio-guia em toda célula é corporificado em uma única associação atômica que existe em apenas uma (às vezes duas) cópias e é também um fato observacional que o princípio resulta na produção de eventos que são um paradigma da ordem. Quer achemos espantoso ou plausível que um pequeno, mas altamente organizado, grupo de átomos seja capaz de agir dessa forma, a situação não tem precedentes, sendo desconhecida em qualquer outro lugar além da matéria viva. (Schrödinger, 1997, p. 90)

Oswald Avery (1877-1955), Colin MacLeod (1909-1972) e Maclyn McCarty (1911-2005) encontraram evidências de que o DNA era a molécula responsável pela transformação de todas as células. Erwin Chargaff (1905-2002) mostrou que todos os seres vivos, tinham em seu DNA, as mesmas bases nitrogenadas (Thiemann, 2003).

Após essa breve exposição, nos deparamos com os trabalhos que resultaram na proposta da dupla hélice, onde ocorreu a desvalorização da cientista que foi responsável diretamente pelo entendimento estrutural do DNA.

Rosalind Franklin e o DNA

Após seu doutoramento, Franklin mudou-se para Paris onde se especializou em cristalografia de raios X. Na época de sua contratação, o *King's College* havia acabado de adquirir um novo equipamento. Ela foi então contratada para compor o quadro de pesquisadores para estudar a estrutura do DNA, uma tendência de pesquisa na época, no período que sucedeu a Segunda Guerra Mundial (Silva, 2010).

Nos trâmites para a mudança de Franklin de Paris para o *King's College*, John Randall (1905-1984), diretor do laboratório, esclareceu que a pesquisa desenvolvida sobre o DNA deveria ser feita apenas por ela, tendo como orientando Gosling e uma assessora. Nas palavras de Randall: “No que diz respeito ao esforço experimental dos raios X, no momento haverá apenas você e Gosling juntamente com a assistência temporária de uma graduada de Siracusa, a Sra. Heller”. (Randall, 1950, f. 1)

Essa carta originou o desentendimento entre Franklin e Maurice Wilkins (1916-2004) porque Randall mencionou que apenas Rosalind e Gosling estariam trabalhando no DNA no momento. Entretanto, não consta que ela compartilharia o mesmo laboratório e pesquisa com Wilkins.

A afirmação “no momento haverá apenas você” não garantia a exclusividade para o tempo futuro, ou seja, qual seria o papel de Franklin na investigação das fibras de DNA. Verificamos que Wilkins trabalhava com Gosling antes da chegada de Franklin e no momento da contratação de Franklin, Wilkins não estava presente no *King's College* e ao retornar, “interpretou mal o papel dela” (Maisel & Smart, 1997, p. 3).

Segundo Maisel e Smart (1997), somando-se ao clima desse desentendimento, de que Franklin seria uma nova colega de trabalho de Wilkins, o ambiente não era favorável à participação feminina na ciência. As mulheres, além de serem proibidas de utilizar os mesmos refeitórios que os homens, (Fausto-Sterling, 2002), isso se aplicava também aos restaurantes frequentados depois do expediente.

Antes mesmo de adentrarmos o conflito que levou à omissão do papel de Franklin na elucidação da estrutura do DNA, foi possível perceber a origem do problema com base na carta de Randall supracitada, visto que Wilkins não foi comunicado que o trabalho sobre as fibras de DNA ficaria a cargo de Franklin e Gosling, somente deles (Silva, 2010).

O segundo problema que surgiu foi que ao retornar ao *King's College*, Wilkins continuou trabalhando com o DNA. Posteriormente ele sugeriu uma estrutura para o DNA, o que aborreceu Franklin, pois ela não havia produzido dados empíricos de difração da fibra de DNA que sustentassem a construção de um modelo:

Os dois haviam tido uma grande desavença, com Franklin insistindo que era impossível começar a construção de modelos antes de ela haver coletado muito mais dados pelo método de difração. Para todos os efeitos, os dois tinham deixado de se falar e, caso Wilkins tivesse algum interesse em conhecer o que ela vinha fazendo, teria de esperar até ela apresentar seus resultados. (Watson, 2005, p. 59)

Na citação acima está o motivo real do desentendimento entre Wilkins e Franklin e seus desdobramentos. As fotografias de raios X produzidas por Gosling e Franklin, foram utilizados para a determinação estrutural do DNA sem o seu consentimento e sem que Watson e Crick lhes dessem o devido crédito em artigo publicado posteriormente em *Nature* (Watson & Crick, 1953). Franklin era a pesquisadora responsável pela obtenção da imagem.

Servindo-se dos dados obtidos por Gosling e Franklin, James Watson (1928-) e Francis Crick (1916-2004) afirmaram que a estrutura do DNA era uma dupla hélice e em função dessa estrutura, os caracteres hereditários poderiam ser passados de pais para filhos. Entretanto, não será nessa parte do artigo que iremos nos ater, diante do nosso objetivo que é dialogar sobre o verdadeiro papel de Franklin nessa descoberta.

Segundo Klug (1974) Franklin não chegou à estrutura da dupla hélice. Sua pesquisa sugeria a composição físico-química da molécula e que, posteriormente, diante dos inúmeros dados obtidos ela iria relacionar a essa estrutura:

A redação [do caderno de anotações de Franklin] é muito boa, no entanto, mostra que Franklin ainda não havia entendido que as duas cadeias deviam correr em direções opostas, embora ela já tivesse observado em seu caderno que esse deveria ser o caso da forma cristalina A (que tem um eixo de simetria duplo). [...] Isso a levaria à etapa final e crucial necessária para a solução completa, o emparelhamento de bases. (Klug, 1974, p. 787)

Ou seja, Rosalind muito provavelmente acabaria elucidando a estrutura do DNA, se Watson e Crick não tivessem resolvido o problema antes, com base na imagem que ela e seu orientando tinham produzido e publicado os resultados (Watson & Crick, 1953).

Os dados obtidos a partir do raio X serviram de base para a elucidação da estrutura do DNA. Contudo, foram utilizados sem o consentimento daqueles que os haviam produzido. Na parte final da publicação, a cientista recebeu um agradecimento pela sua contribuição em dividir seus “resultados experimentais não publicados” (Watson & Crick, 1953, p. 738).

No meio de uma corrida entre três laboratórios, Caltech na Califórnia, comandado por Linus Carl Pauling¹ (1901-1994), Cavendish em Cambridge, sob o comando de William Lawrence Bragg² (1890-1971), a que Watson e Crick estavam vinculados, e o *King's College* em Londres, sob o comando de Randall, local que desenvolvia pesquisas diretamente relacionadas à difração dos raios X pelo DNA, supervisionadas por, Rosalind Franklin, como ela poderia ter fornecido seus dados para representantes de um laboratório concorrente e ver ainda, na capa do artigo, sua imagem da forma B do DNA?

O que vemos no final do artigo de Watson e Crick é um profundo descaso sobre os dados não publicados de Franklin, mas como os cientistas tiveram acesso a eles? Segundo

.....

¹ Um *expert* em ligação química.

² Pelo seu conhecimento sobre a difração dos raios X nos cristais.

Maddox: “a parte de Rosalind na grande descoberta foi obscurecida por uma série de manobras feitas pelas suas costas. [...] dificilmente poderiam ter se referido aos dados de Rosalind que ainda não haviam sido publicados” (Maddox, 2003, p. 207), portanto, temos aqui, segundo o apresentado, uma perspectiva de omissão científica. Pautada em quê? Vejamos:

Para minha surpresa, (Maurice Wilkins) revelou que, com a ajuda de seu assistente Wilson, vinha duplicando, na surdina, alguns dos trabalhos radiográficos de Rosy e Gosling. [...] Foi então que a carta mais importante foi revelada: desde meados do verão, Rosy tinha evidências de uma nova forma tridimensional do DNA, que apareceu quando as moléculas de DNA foram cercadas por uma grande quantidade de água. Quando perguntei o que o padrão lembrava, Maurice foi até a sala ao lado para pegar uma cópia da nova forma, que eles chamaram de estrutura B. No instante em que vi a imagem, minha boca se abriu e meu coração disparou. O padrão era incredivelmente mais simples do que o anterior (forma A). Além do mais, a cruz negra de reflexos só poderia surgir de uma estrutura helicoidal. (Watson, 2014, pp. 157-158)

No outro livro publicado pelo mesmo autor alguns anos depois da primeira edição da obra em que se encontra a citação acima reproduzida, podemos confirmar que os dados de Franklin na verdade, foram desviados:

Ele (Wilkins) agora estava mais convicto do que nunca que o DNA era helicoidal. Para enfatizar o que eu dizia, mostrou-me uma imagem obtida mais de seis meses antes de Raymond Gosling, um pós-graduando de Franklin, que fotografara com raios X a chamada forma B do DNA. (Watson, 2005, p. 63)

E mais, no artigo publicado por Watson e Crick (1954) com uma complementação da estrutura em dupla hélice do DNA, os autores afirmaram:

As informações desta seção foram gentilmente relatadas antes de sua publicação pelos Drs. Wilkins e Franklin. Devemos muito [...] ao grupo do King's College e gostaríamos de salientar que, sem esses dados, a formulação de nossa estrutura teria sido muito improvável, se não impossível. (Watson & Crick, 1954, p. 82)

Portanto conforme as citações acima, podemos defender a linha da omissão científica. Passamos agora à questão sexista que se tornou pessoal. Deixando de lado a questão social caracterizada pela exclusão da convivência no refeitório da Universidade, nos bares da cidade, na sua formação escolar fundamental, veremos o modo como Watson referia-se a Rosalind.

O teor irônico de Watson (2014), torna suas concepções sexistas evidentes. Ao falar da chegada da cientista no *King's College* e procurar esclarecer o desentendimento entre Maurice e ela, Watson assim a descreveu:

Por decisão própria, ela não enfatizava suas qualidades femininas. Apesar dos traços fortes, tinha seus atrativos e poderia ser muito bonita se tivesse ao menos um leve interesse em roupas, coisa que não tinha. Nunca passava batom para contrastar com os cabelos negros e lisos e aos 31 anos de idade, seus vestidos mostravam toda a imaginação das adolescentes inglesas intelectuais. Assim era fácil imaginá-la como produto de uma mãe insatisfeita, que enfatizava indevidamente o desejo por carreiras profissionais que pudessem salvar garotas brilhantes de casamentos com homens estúpidos. (Watson, 2014, p. 40)

A citação acima, ofensiva e machista, provoca indagações como, por exemplo, se os resultados da alta produtividade de Franklin na cristalografia dos raios X poderiam ter sido diferentes caso ela não estivesse no *King's College*, em um ambiente com homens preconceituosos e mal resolvidos.

Mal resolvidos, pois a questão com Maurice poderia ter sido solucionada com uma conversa e tal como mencionamos anteriormente neste trabalho, foi durante a chegada de Franklin e a ausência de Wilkins é que a história se iniciou. Na maioria dos casos conhecidos não foi atribuído o devido valor e significado ao trabalho das mulheres nas ciências, o que se aplica à atitude de Watson, Crick e Wilkins (Beltran, Saito & Trindade, 2017). Nas palavras de Watson:

Rosy tinha claramente de partir ou ser posta em seu lugar. A primeira opção era obviamente preferível, porque, dado seu temperamento beligerante, seria bem difícil para Maurice manter uma posição dominante que lhe permitisse pensar no DNA sem obstáculos. [...] Mas ele não era responsável por isso [refeitório para homens e para mulheres] e não era agradável carregar a cruz pelo incômodo adicional representado pela sala das mulheres, que seguia sendo uma prisão miserável, ao passo que certa quantia havia sido investida para que ele [Maurice Wilkins] e seus amigos tivessem uma vida agradável durante o café matinal. (Watson, 2014, pp. 40-41)

Durante a exposição dos resultados de Franklin sobre seu trabalho de cristalografia com o DNA, Watson (2014) comentou: “Pela primeira vez tinha um incentivo real para aprender algo de cristalografia: não queria receber lições de Rosy” (Watson, 2014, p. 72) e continuou: “Por um momento me perguntei como ela ficaria se tirasse os óculos e fizesse um penteado diferente” (Watson, 2014, p. 82).

É importante perceber que o cerne da questão não estava nem no comportamento e nem no estilo de Rosalind se apresentar ao público.

A produção científica pode ser influenciada diretamente pelo equilíbrio que o próprio meio em que o trabalho é desenvolvido oferece. O que foi apresentado até aqui mostra que isso não era oferecido a Franklin.

Watson e Crick chegaram a conceber a estrutura de dupla hélice do DNA não por serem mais inteligentes ou capazes que Franklin, mas em grande parte, por terem tido acesso a uma fotografia inédita feita por Franklin e Gosling, obtida e compartilhada com eles às escondidas, por meio de seu colega Wilkins.

Considerações Finais

A partir da abordagem historiográfica adotada, este trabalho mostra que as questões sexistas constituíram um importante fator no resultado e divulgação das pesquisas que levaram à elucidação da estrutura do DNA. Além disso, à construção coletiva do conhecimento, o que respalda a interdependência das produções paralelas de vários cientistas para a construção de um determinado conceito, como vimos no caso do DNA.

Em relação a essa macromolécula, vimos que sua determinação estrutural trouxe importantes respostas para a questão da hereditariedade e manutenção da vida. Rosalind Franklin teve importante papel no processo, mediante suas pesquisas relacionadas à difração dos raios X. Vimos que apesar de colega de laboratório de Maurice Wilkins, ele divulgou a fotografia da forma B do DNA obtida por Franklin, sem o conhecimento ou o consentimento dela.

Tal imagen, divulgada sem seu consentimento, possibilitou a dois pesquisadores do laboratório concorrente de Cambridge, publicar um artigo sobre a estrutura helicoidal do DNA, na forma de uma dupla hélice sem, no entanto, serem questionados sobre a utilização dos dados não publicados de Franklin.

Acreditamos por fim que, embora o trabalho de Franklin não evidencie a dupla hélice e que a relevância do trabalho de Watson e Crick esteja na capacidade de replicação do material genético, eles deveriam compartilhar os créditos da descoberta Rosalind Franklin e de Raymond Gosling, devido à nitidez da imagem revelada pela sua fotografia de raio X.

Bibliografia

- Andrade, M. A. B. S., & Caldeira, A. M. A. (2009). O modelo de DNA e a biologia molecular: inserção histórica para o ensino de biologia. *Filosofia e História da Biologia*, 4, 139-165.
- Beltran, M. H. R., Saito, F., & Trindade, L. S. P. (2017). *História da Ciência: tópicos atuais 5*. In L. S. P. Trindade, R. A. Moura, R. L. O. Matos & O. S. Filho, *Mulheres na ciência, na matemática e na computação* (pp. 149-189). Editora Livraria da Física.
- Bensaude-Vincent, B., & Stengers, I. (1992). *História da Química*. Instituto Piaget.
- Elkin, L. O. (2003). Rosalind Franklin and the Double Helix. *Physics Today*, 53(3), 42-48. <https://doi.org/10.1063/1.1570771>
- Davis, B. H., & Strom, E. T. (2018). Rosalind Franklin: Her Pathway to DNA. In V. V. Mainz & T. Strom (Eds.), *The Posthumous Nobel Prize in Chemistry. Volume 2. Ladies in Waiting for the Nobel Prize*. ACS Symposium Series. <https://doi.org/10.1021/bk-2018-1311.ch011>
- Fausto-Sterling, A. (2002). Gender and Science in the DNA Story. *Science*, 298(5596), 1177-1178. <https://doi.org/10.1126/science.1078331>
- Franklin, R. E., & Gosling, R. G. (1953). The structure of Sodium Thymonucleate Fibres. I. The influence of water content. *Journal acta Crystallographica*, 6, 673-677.

- Glynn, J. (2012). *My sister Rosalind Franklin*. Oxford University Press Inc.
- Greenberg, A. (2017). *Uma breve História da Química*. Editora Edgard Blücher Ltda.
- Klug, A. (1974). Rosalind Franklin and the double helix. *Nature*, 248, 787-788. <https://doi.org/10.1038/248787a0>
- Maddox, B. (2003). *Rosalind Franklin: the dark lady of DNA* (1 ed.). Perennial.
- Maisel, M., & Smart, L. (1997). *Women in Science: a selection 16 significant contributors*. San Diego Supercomputer Center.
- Oliveira, T. H. G., dos Santos, N. F., & Beltramini, L. M. (2004). O DNA: uma sinopse histórica. *Revista de Ensino de Bioquímica*, 1, 1-16. <https://doi.org/10.16923/reb.v2i1.13>
- Pacheco, L. L. (2020). Rosalind Franklin e seus estudos determinantes para a estruturação do DNA: a pesquisadora para além do sexismo. In I. Freitas-Reis, K. G. Fernandes & I. N. Derossi (Orgs.), *Discutindo o Ensino de Ciências da Natureza a partir da Formação de professores, Inclusão e História da Ciência* (1 ed.). Brazil Publishing.
- Percec, V., & Xiao, Q. (2021). The Legacy of Rosalind E. Franklin: Landmark contributions to two Nobel Prizes. *Chem*, 7(3), 529-536. <https://doi.org/10.1016/j.chempr.2021.02.020>
- Randall, J. T. (Paris, 04 de dezembro de 1950). [Correspondência para Franklin, R. E.]. Nesta carta Randall disse a Franklin que desejava mudar o foco do trabalho que ela planejava realizar no King's College. <https://profiles.nlm.nih.gov/101584586X1>
- Scheid, N. M. J., Ferrari, N., & Delizoicov, D. (2005). A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. *Ciência & Educação*, 11(2), 223-233. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132005000200006>
- Schrödinger, E. (1997). *O que é a vida? O aspecto físico da célula viva seguido de Mente e matéria e Fragmentos autobiográficos*. Fundação Editora da Unesp.
- Silva, M. R. (2010). Maurice Wilkins e a polêmica acerca da participação de Rosalind Franklin na construção do modelo da dupla hélice. *Filosofia e História da Biologia*, 5(2), 369-384.
- Thiemann, O. H. (2003). A Descoberta da Estrutura do DNA: de Mendel a Watson e Crick. *Química Nova na Escola*, (17), 13-19.
- Watson, J. D. (2005). *DNA o segredo da vida*. Companhia das Letras.
- Watson, J. D. (2014). *A dupla Hélice: como descobri a estrutura do DNA* (1 ed.). Zahar.
- Watson, J. D., & Crick, F. H. C. (1953). Molecular Structure of Nucleic Acids: A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid. *Nature*, 171(4356), 737-738. <https://doi.org/10.1038/171737a0>
- Watson, J. D., & Crick, F. H. C. (1954). The Complementary Structure of Deoxyribonucleic Acid. *Proceedings of the Royal Society*, 223(1152), 80-96. <https://doi.org/10.1098/rspa.1954.0101>
- Wilkins, M. H. F., Stokes, A. R., & Wilson, H. R. (1953). Molecular Structure of Nucleic Acids: Molecular Structure of Deoxypentose Nucleic Acids. *Nature*, 171(4356), 738-740. <https://doi.org/10.1038/171738a0>

