

Rosalind Franklin e seu papel na construção do modelo da dupla hélice do DNA

Marcos Rodrigues da Silva

Resumo: A história do modelo da dupla-hélice do DNA, proposto em 1953 por James Dewey Watson e Francis Crick, tem merecido a atenção dos historiadores no que diz respeito ao trabalho experimental de Rosalind Franklin com a difração de raio-X do DNA. Considerando que este trabalho forneceu as evidências empíricas fundamentais para a construção do modelo, questiona-se por que Watson e Crick não demonstraram muito entusiasmo com a participação de Rosalind. Para Watson, ela não teria nenhuma inclinação teórica para a representação helicoidal da molécula; já para Crick, Rosalind não era uma cientista muito imaginativa, e suas escolhas metodológicas a impediam de tentar descobrir algo sobre a estrutura do dna sem utilizar muita experimentação. Porém alguns historiadores da biologia não aceitam este tratamento e questionam as considerações de Watson e Crick a partir de três linhas argumentativas distintas. Os três argumentos são enfáticos a respeito das contribuições de Rosalind para a estrutura do DNA. Neste artigo procurarei explicar a natureza dos três argumentos.

Palavras-chave: DNA; dupla hélice; Franklin, Rosalind

Rosalind Franklin and her role in the construction of DNA's double helix model

Abstract: The history of the model for DNA, proposed in 1953 by Watson and Crick, has deserved by the historians an attention in what concerns to the experimental work of Rosalind Franklin with X-ray diffraction of DNA. Since that this work has provided the fundamental empirical evidences to the building of the model, is questioned why Watson and Crick weren't very excited with Rosalind's participation. To Watson, she wouldn't have any theoretical keen to the DNA helical representation; while to Crick, Rosalind was not a very imaginative scientist, and her methodological choices blocked her from trying to discover something about the DNA's. However, some biology historians didn't accept this treatment and questioned Crick and Watson's considerations from three distinctive argumentative lines. The three arguments are emphatic about Rosalind's contributions to DNA structure. In this paper, I shall try to explain the structure about three arguments.

Keywords: DNA; double helix; Rosalind Franklin

Rosalind Franklin e seu papel na construção do modelo da dupla-hélice do DNA

Marcos Rodrigues da Silva*

1 INTRODUÇÃO

Dentre os momentos mais importantes da história do modelo da dupla-hélice do DNA merece a atenção dos historiadores o trabalho experimental de Rosalind Franklin (1920-1958) com a difração de raio-X do DNA; mobiliza-os o fato de, a despeito deste trabalho ter fornecido a evidência empírica mais importante para a dupla-hélice, James Watson (1928-) e Francis Crick (1916-2004) não terem demonstrado muito entusiasmo com a participação de Rosalind no episódio, sobretudo pela (alegada) restrição que ela tinha a concepções hélicas acerca do DNA.

Alguns historiadores da biologia, bem como alguns biógrafos de Rosalind não aceitam este tratamento, e questionam suas considerações a partir de três linhas argumentativas distintas. Sintomaticamente tais argumentos restringem-se ao papel de Rosalind na dupla-hélice, e não sugerem a importância de Rosalind para o desenvolvimento do programa em genética molecular; isto indica a presença de uma concepção de ciência que coloca unidades científicas (como o DNA) – bem como o trabalho experimental sobre estas unidades – num patamar mais elevado do que a construção de programas de pesquisa que abrigam estas unidades. Neste artigo pretende-se apresentar uma estrutura filosófica que pode nos auxiliar a *esclarecer* a natureza dos três argumentos acima mencionados.

O artigo se apresenta como segue: na segunda seção veremos as considerações de Watson e Crick ao trabalho de Rosalind, bem como os três argumentos em defesa da importância de Rosalind para o modelo da du-

* Universidade Estadual de Londrina. Endereço: Rua Mossoró 600, Bloco I, apto. 22. CEP 86020-230, Londrina, PR. E-mail: mrs.marcos@uel.br

pla-hélice; na terceira seção será apresentado o enfoque filosófico que parece estar presente nos três argumentos: o enfoque analítico; a quarta seção discute criticamente tal enfoque, a partir de um enfoque rival, o enfoque relacional; ao final se apresentam algumas conclusões deste trabalho.

2 AS CONSIDERAÇÕES DE WATSON E CRICK AO TRABALHO DE ROSALIND E SUAS CRÍTICAS

A história do modelo da dupla-hélice do DNA, proposto em 1953 por James Dewey Watson e Francis Crick, é pródiga em fatos e personagens, podendo sem dúvida alguma ser considerada uma realização científica coletiva, característica que não costuma ser omitida nos relatos historiográficos a respeito dos momentos decisivos da construção do modelo. Dentre estes momentos tem merecido a atenção dos historiadores o trabalho experimental de Rosalind Franklin com a difração de raio-X do DNA, e sobretudo a recepção a este trabalho por parte de Crick e Watson; pois, a julgar pelos seus relatos, o papel de Rosalind esteve circunscrito à obtenção de evidências empíricas para o modelo, o que contrariava a orientação metodológica geral por eles adotada, a saber, a de que as evidências (como as obtidas por Rosalind) seriam importantes somente na medida em que fossem uma contribuição para uma elucidação do papel do DNA para a genética.

Para Watson, a despeito de ter produzido os dados experimentais que fornecerem uma primeira evidência empírica para o modelo (Watson, 1997, p. 164), ela não teria nenhuma inclinação teórica para a representação helicoidal da molécula (Watson, 1997, pp. 61-62; 79); já para Crick, Rosalind não era uma cientista muito imaginativa (Judson, 1979, p. 149), e suas escolhas metodológicas a impediam de tentar descobrir algo sobre a estrutura do DNA sem utilizar muita experimentação (Crick, 1988, p. 68). Porém alguns historiadores da biologia e alguns biógrafos de Rosalind não aceitam este tratamento e questionam as considerações de Watson e Crick a partir de (pelo menos) três linhas argumentativas distintas.

Em primeiro lugar, Rosalind deveria receber uma consideração histórica mais generosa uma vez que a obtenção dos dados empíricos fundamentais para a dupla-hélice exigiu dela a produção de um sofisticado trabalho experimental, sobretudo por sua descoberta (Judson, 1979, p. 119) de que o DNA se apresentava sob duas formas, por ela denominadas de “forma A” e “forma B”; deste modo a complexidade deste trabalho, aliada a seus escrúpulos metodológicos de não propor um modelo antes de estar segura

quanto à precisão dos dados (Maddox, 2002, p. 178) a teriam impedido de representar a molécula como uma dupla-hélice; além disso, prossegue o argumento, ela era uma cientista que privilegiava – ao menos no caso do DNA (Sayre, 1975, pp. 134-135) – a investigação empírica ao invés da atividade de construção de modelos, e portanto seria um equívoco atribuir-lhe qualquer pretensão que não fosse a de obter evidências experimentais cada vez mais precisas a partir da técnica de difração de raio-X.

Em segundo lugar – e para além do reconhecimento do trabalho experimental de Rosalind – não seria correto atribuir a ela restrições teóricas à idéia de hélice, uma vez que há farta documentação histórica que atesta que, para Rosalind, a forma mais provável do DNA seria efetivamente a de uma hélice; inclusive já em 1951 Rosalind apresentara uma comunicação na qual sugeria que os grupos de fosfato do DNA estariam na parte externa da hélice; além disso Rosalind acreditava que a forma B do DNA era uma dupla-hélice (embora tivesse reservas quanto a esta inferência no que dizia respeito à forma A (Sayre, 1975, p. 145); portanto é surpreendente que Watson (que assistiu à comunicação acima mencionada) tenha criado o mito de que Rosalind fosse anti-hélice (Olby, 1974, p. 330). Ou talvez não tão surpreendente assim: pois se *The double helix*, entre outras coisas, foi uma tentativa de difundir a idéia de que seu autor e Francis Crick obtiveram êxito em juntar, aqui e ali, as peças de um intrincado quebra-cabeças, então seria interessante, para Crick e Watson, oferecerem um relato no qual Rosalind fosse “apenas” uma cristalógrafa interessada em investigações empíricas. O problema de um relato deste tipo seria, como atestou Olby, que a dupla-hélice acabaria aparecendo em algum lugar (Olby, 1974, p. 439); pois, para usar uma importante expressão de Francis Crick, nesta época as hélices *estavam no ar* (Crick, 1988, p. 60), e alguém acabaria apresentando, como atestou Maurice Wilkins (Judson, 1979, p. 102), algo tão bom quanto o que Watson e Crick apresentaram.

Em terceiro lugar é argumentado que Watson e Crick obtiveram acesso aos dados experimentais sem o conhecimento de Rosalind (Maddox, 2002, p. 212; Piper 1998, p. 154; Sayre, 1975, p. 167); e como sem estes dados Watson e Crick dificilmente teriam alcançado a conclusão de que o DNA poderia ser representado como uma dupla-hélice, e além disso como Rosalind estava bastante próxima de chegar a esta conclusão (Klug, 1974, p. 757), pode-se questionar boa parte do mérito de Watson e Crick em sua realização científica.

Os argumentos não serão discutidos, tendo em vista que o objetivo do artigo é justamente o de estabelecer que mesmo que conseguíssemos mos-

trar que eles não são “bons” argumentos, a discussão a respeito de algumas controvérsias a respeito da construção do modelo da dupla-hélice ainda se faria presente. Em todo caso isto não significa que os argumentos não possibilitem uma discussão. O primeiro e terceiro argumentos podem ser discutidos a partir de algumas considerações de Giere (1999, p. 192). A dupla-hélice do DNA não era inferida dos dados de raio-X ou, no mínimo, não era inferida apenas a partir dos dados de raio-X, uma vez que estes, de acordo com Crick (1988, p. 86), forneciam somente a metade dos dados exigidos; além disso, de acordo com Watson (1997, pp. 47-48), a alfa-hélice de Pauling para proteínas como a keratina não surgira apenas dos dados de raio-X e isto, ainda de acordo com Watson, fornecia uma importante orientação para ele e Crick abordarem o problema da estrutura química do DNA; em outras palavras: era razoável (embora não para Rosalind ao que tudo indica) construir um modelo para o DNA (Crick, 1988, p. 60) e com isso se inserir na proposta metodológica de construção de modelos de Pauling (Sapp, 2003, p. 194). Neste sentido torna-se compreensível a concepção de Giere de que a posse de alguns dados, no caso da dupla-hélice do DNA, não autorizou Rosalind a inferir dos mesmos a dupla-hélice. Já com relação ao segundo argumento, é importante lembrar que, nesta época, ninguém (ou quase ninguém) era anti-hélico: as hélices estavam no ar (Crick 1988, p. 60), ao menos desde a já mencionada alfa-hélice de Linus Pauling, com a qual ele indicara a importância de estruturas helicoidais para a compreensão das macromoléculas (Morange, 1998, p. 109). Além disso, o pesquisador John Gulland, já em 1947, teria se aproximado consideravelmente da concepção de uma dupla-hélice (Manchester, 1995, pp. 126-128). Deste modo podemos perfeitamente concluir que reivindicar o apreço de Rosalind pela representação helicoidal do DNA é simplesmente registrar uma tendência histórica da época.

Este artigo não pretende discutir os argumentos acima, mas apenas o que podemos deles extrair de comum; pois, do que se percebe na apresentação dos argumentos, a discussão que eles estabelecem aponta para uma disputa entre Rosalind e Watson/Crick; e com relação a esta disputa todos (inclusive os defensores de Rosalind) estão de acordo a respeito dos vencedores; ou seja: não restam dúvidas quanto ao fato primário de que, no final das contas, foram Watson e Crick os proponentes do modelo. Porém, note-se a formulação do consenso: ninguém duvida que Watson e Crick foram os vencedores numa corrida *para a representação molecular do DNA*; do mesmo modo, quando se questionam os relatos sobre a performance de Rosalind, isto é feito a partir do que se constata como contribuições de

Rosalind *para o modelo do DNA*. Deste modo os três argumentos partilham uma ênfase monotemática a respeito da contribuição de Rosalind *para o modelo da dupla-hélice*. Não se alega, por exemplo, que Rosalind Franklin teria algum tipo de contribuição para o desenvolvimento do programa em genética molecular; mesmo porque Rosalind estava interessada no “problema do DNA” (Sayre, 1975, p. 170) e não compartilhava, com Watson e Crick, um interesse nas implicações do DNA para a genética (Crick, 1988, p. 69; Morange, 1998, pp. 115-116). Deste modo chama a atenção nesta discussão o fato de que ela se refere única e exclusivamente a uma entidade científica: o DNA¹. Denominarei este enfoque – de tratar a discussão historiográfica a partir de uma única entidade científica – de “enfoque analítico”.

3 A IMPORTÂNCIA DE ROSALIND PARA O MODELO DA DUPLA-HÉLICE NUM ENFOQUE ANALÍTICO

Inegavelmente o enfoque analítico possui seus atrativos; num caso como o que estamos a tratar, este enfoque nos oferece ferramentas conceituais nada desprezíveis para uma revisão de nossas crenças a respeito de uma ocorrência histórica significativa da bioquímica. No caso em questão, deparamo-nos com o conceito de “inferência”, o qual nos faz compreender por que Rosalind hesitou na hora de dar alguns passos que seriam dados em seguida por Watson e Crick. Rosalind era uma cientista da tradição experimental, e a segurança dos dados era sem dúvida o fator mais importante a ser levado em conta para uma inferência a partir dos próprios dados. Diante disso, o ponto levantado nos três argumentos é inegavelmente um ponto legítimo, quando mais não seja, pelo simples fato de apresentar um aspecto de extrema relevância nas investigações científicas: o modo como os cientistas tratam os dados que possuem em mãos.

Contudo o enfoque analítico, a despeito do atrativo acima mencionado (e de outros possíveis), não nos apresenta uma forma de lidar com outros aspectos que também estão envolvidos na questão a respeito do papel ocupado por Rosalind na construção do modelo da dupla-hélice. Dentre

¹ Para Selya (2003, p. 595), alguns relatos biográficos recentes de Watson e de Rosalind partilham, em sua narrativa, a ênfase monotemática no episódio da dupla-hélice. Embora não seja objeto deste artigo, registro que, no que diz respeito a James Watson, não parece que Selya esteja inteiramente correta em sua análise. De todo modo, seu *insight* acerca do aspecto monotemático no que diz respeito ao DNA merece ser levado em consideração e ser desenvolvido filosoficamente.

estes aspectos é relevante mencionar, ao menos, a natureza da importância histórica da necessidade de se apresentar uma estrutura molecular para o DNA; ou seja: por que era importante, no período que antecede à dupla-hélice, que se apresentasse tal estrutura química? (Um enfoque analítico simplesmente passa ao largo desta questão, uma vez que sua análise, neste caso, se limita ao DNA.) A resposta é a de que esta estrutura forneceria pistas (ou até mais do que isso) decisivas para que se alcançasse uma explicação a respeito do modo com os genes carregam e reproduzem as informações genéticas, e a partir disso seguem duas conseqüências:

- i) Possivelmente não se conferia uma importância *intrínseca* para a procura da estrutura molecular do DNA, senão que tal importância era *relativa* ao tipo de problema que, por alguma razão, foi eleito nesta época como fundamental;
- ii) Uma explicação do funcionamento do código genético não seria possível apenas a partir da elucidação da estrutura molecular do DNA, uma vez que diversas outras entidades associadas precisariam igualmente ser compreendidas para que uma tal explicasse fosse coerente e oportuna.

4 A DUPLA-HÉLICE NUM ENFOQUE RELACIONAL

Não creio que algum usuário do enfoque analítico se preocupasse em negar (i) e (ii)²; contudo ele opera mediante um recorte historiográfico, o qual lhe permite tratar apenas da dupla-hélice (em geral apenas das evidências experimentais para a dupla-hélice). Como já salientei, não penso que este enfoque não seja esclarecedor; além disso, creio que tais recortes são indispensáveis para historiadores que adotarão outras estratégias de análise, pois é por meio destes recortes que compreendemos momentos históricos que de outra forma poderiam quem sabe passar despercebidos. Não obstante, o enfoque analítico, ao desconsiderar (i) e (ii), passa ao largo de diversos problemas historiográficos que também merecem uma consideração cuidadosa; e esta, por sua vez, torna-se mais clara à medida que consideramos diversos outros aspectos relacionados diretamente com a dupla-hélice. Dentre estes, dois merecem uma atenção mais detalhada:

² O exemplo mais claro disso seria o trabalho do historiador Robert Olby (1974), o qual, em seu clássico e monumental estudo sobre o caminho que conduziu à dupla-hélice, com sucesso mapeia diversas contribuições científicas que acabaram por redundar na dupla-hélice. Contudo, por mais que a investigação geral de Olby seja claramente anti-analítica, ele adota uma abordagem analítica no que diz respeito ao papel de Rosalind para a dupla-hélice.

- a) a recepção ao modelo de Crick e Watson;
- b) o papel do DNA para a genética.

No caso, (a) está relacionado a (i), e (b) a (ii).

Quanto à recepção ao modelo de Watson e Crick não se pode esquecer que o modelo da dupla-hélice foi saudado, em 1953, como nada mais do que um notável impulso para o programa de pesquisa em genética molecular, pois este, como seria de se esperar, foi muito além do próprio modelo (Ridley, 2006, p. 197). Um fato particularmente marcante é o de que a confirmação do modelo ocorreu apenas no início dos anos 80 (Crick, 1988, p. 73); ou seja: se a confirmação evidencial fosse tão decisiva assim (como aparentemente pensava Rosalind), como um programa se desenvolveria sem que tais confirmações já não estivessem à disposição?

Quanto ao papel do DNA para a genética, existem diversas evidências históricas de que a construção de um modelo químico para o DNA era apenas uma das tantas lacunas a serem preenchidas. Crick e Watson, não restam dúvidas, adotaram (antes de 1953) a orientação de procurar a estrutura molecular do DNA como um dos meios para a solução de problemas genéticos, pois perceberam que a importância do DNA para o (em 1953) imberbe programa de pesquisa em genética molecular não residia simplesmente na apresentação de seu arranjo molecular; no contexto científico da época era fundamental que o DNA apontasse, em sua estrutura, algo que permitisse abrir caminho para uma explicação do curso da informação genética, curso este que não depende apenas do próprio DNA; deste modo a apresentação de uma estrutura química do DNA seria somente um passo na direção que estava a se seguir. Porém seria insuficiente para o desenvolvimento do programa em genética molecular possuir uma estrutura química do DNA sem que esta estrutura apontasse, por exemplo, para as funções do ácido associado RNA, para o modo como nucleotídeos de DNA constituirão aminoácidos para formação de proteínas etc. A dupla-hélice foi um impulso notável para a genética molecular, mas ela própria era apenas uma parte de uma estrutura muito mais ampla.

Tanto (a) quanto (b) são passíveis de uma análise filosófica não comprometida com um enfoque analítico. Diversas concepções filosóficas a respeito da ciência – as quais, por falta de um termo melhor, denominarei de “relacionais” – têm insistido tanto na concepção de que eventos tais como a dupla-hélice do DNA são (o que se supõe ser historicamente plausível) parte de programas de pesquisa muito mais amplos que o próprio evento (Kuhn, 1995, pp. 163-164; Thagard, 1992, p. 46), quanto igualmente na concepção de que as unidades científicas significativas, para uma

explicação coerente destes eventos, não são as entidades isoladas, mas os programas de pesquisa que as abrigam (Laudan, 1977, p. 81). Deste modo, ao contrário de concepções analíticas, estas concepções compreendem estes eventos como processos nos quais as descobertas acerca de entidades (como por exemplo a descoberta de que o DNA se comporta como uma dupla-hélice) são assimiladas como parte de um programa de investigação³. Naturalmente não se pretende, com este enfoque, assumir a idéia de que as descobertas científicas só ocorrem no interior de um programa de investigação, ou mesmo que as descobertas somente seriam relevantes dentro destes programas; contudo pretende-se sim sugerir que sua *assimilação* ocorre de modo mais contundente quando de sua inserção nestes amplos programas de investigação. Com isso, numa concepção relacional, o significado dos termos científicos (por exemplo “dupla-hélice do DNA”) não é conferido em função de méritos intrínsecos da entidade nomeada, mas é uma consequência de sua assimilação num contexto científico mais amplo, a partir de sua relação com outros termos (ou sentenças nas quais figurem) (Quine, 1960, pp. 10-11)⁴.

Podemos perceber, a partir de (a) e (b), que a princípio parece que há, no episódio do modelo da dupla-hélice, mais em jogo do que é assumido pelo enfoque analítico. Tanto (a) quanto (b) começam a nos conduzir para uma discussão na qual a dupla-hélice, conquanto inegavelmente central, começa a dividir espaço com outras entidades e problemas científicos; e, deste modo, começamos a nos mover num ambiente relacional. Por meio deste enfoque relacional será possível inclusive sugerir que a importância de Crick e Watson se localiza menos no fato de que eles propuseram o modelo da dupla-hélice do que na participação que ambos tiveram no programa de pesquisa em genética molecular⁵. Com isso – ou seja: ao deslo-

³ Sendo rigorosos com as palavras poderíamos dizer que a dupla-hélice do DNA não foi exatamente descoberta, mas sim construída; e com isso é claro que não quero dizer que a dupla-hélice não existe, mas simplesmente que sua assimilação depende de uma estrutura conceitual. Este ponto a respeito do *status* ontológico da dupla-hélice já foi preliminarmente trabalhado pelo autor em artigos anteriores (Silva, 2005; *idem*, 2006b). Para uma discussão filosófica feita pelo autor, e que incide diretamente sobre o ponto, ver Silva (2006a).

⁴ Os filósofos citados neste parágrafo infelizmente não trataram da dupla-hélice, mas de outros episódios científicos (à exceção de Quine, que não trabalhou com história da ciência). Destes tratamentos resultaram diversas análises filosóficas, as quais estão servindo de base para este artigo.

⁵ De modo similar, Kuhn e Thagard argumentam o mesmo no que diz respeito ao papel de Lavoisier em sua “descoberta” do oxigênio. Para Kuhn, a descoberta do oxigênio não foi

carros a análise da importância de Watson e Crick da dupla-hélice para sua performance no desenvolvimento do programa de pesquisa em genética molecular – não parece mais razoável opormos (de algum modo) Rosalind a Watson/Crick. Porém, se esta oposição desaparece, nasce uma outra: uma oposição no que diz respeito a imagens de ciência.

A reivindicação acerca da importância de Rosalind é significativa não apenas por aquilo que parece estar envolvido no episódio da dupla-hélice; ela é significativa também tendo em vista que Rosalind representa um tipo de cientista que realiza um certo tipo de trabalho científico: o trabalho experimental; e por toda a complexidade envolvida neste tipo de trabalho – sobretudo o treinamento que é exigido para a função –, a especialização é uma consequência natural, e isto por sua vez significará um aprofundamento em algum aspecto mais específico do fenômeno a ser investigado (no caso de Rosalind, o DNA). Com isso torna-se natural que este tipo de cientista esteja muito pouco interessado em implicações gerais de seu trabalho experimental. Por outro lado, porém, é sintomático que a história registre que as grandes “sínteses” de um campo científico tenham sido produzidas por cientistas dotados de compreensão geral acerca dos fenômenos, teorias e problemas que estão interligados, compreensão geral esta que se materializa freqüentemente na criação de programas de investigação, os quais, longe de resolverem todos os problemas de um campo (Kuhn, 1995, p. 30), são ao invés indicações gerais para a solução de problemas específicos (Laudan, 1977, p. 84). Com isso é possível vislumbrar duas imagens de ciências: uma projeta a imagem experimental do trabalho científico; a segunda projeta uma imagem de ciência que reflete a preocupação com a construção de tradições de investigação científica.

A partir destas considerações pretendo sugerir que a discussão a respeito da importância de Rosalind Franklin para o modelo da dupla-hélice pode ser compreendida (também) como uma discussão a respeito de imagens de ciência. Defender Rosalind (por meio dos três argumentos da segunda seção deste artigo) significa defender uma concepção analítica de ciência, na qual se reduz o “todo” a uma (inegavelmente importante) de

em si decisiva (além do fato de que vários cientistas podem ser considerados como descobridores); o aspecto mais importante do trabalho de Lavoisier foi sua construção de uma nova forma de conceber a química enquanto ciência; e é nesta nova forma que emerge de modo coerente o oxigênio (Kuhn, 1995, p. 82). O oxigênio já havia sido descoberto por outros cientistas, porém sua assimilação conceitual somente ocorreu de modo coerente na química de Lavoisier (Thagard, 1992, p. 48).

suas partes. Por outro lado, relegar Rosalind a um papel secundário (porém de extrema importância) significa (no contexto dos três argumentos) defender uma concepção na qual se relativiza a importância da dupla-hélice a partir de seu papel no desenvolvimento do programa de pesquisa em genética molecular. Deste modo a discussão a respeito do papel ocupado por Rosalind na história da dupla-hélice poderia legitimamente ser interpretada como uma discussão filosófica sobre concepções de ciência. Pois por um lado temos Rosalind Franklin com sua pesquisa baseada no princípio metodológico de não construir modelos sem as devidas contrapartidas empíricas, o que a conduziu a centrar suas energias no DNA; por outro temos Watson e Crick interrogando a natureza a partir de certos pressupostos conceituais que estavam presentes na pesquisa da época – como por exemplo a função do DNA para o fluxo da informação genética. Portanto temos com Rosalind uma concepção de ciência que enfatiza a importância do trabalho experimental (e assim, para que o *DNA* seja representado como uma dupla-hélice, deve-se estar seguro quanto aos dados); já com Watson e Crick nos deparamos com uma imagem científica de valorização das evidências (como as obtidas por Rosalind em seu trabalho) na medida em que estas deverão auxiliar o desenvolvimento de um programa de pesquisa (e assim, para que o programa se desenvolva, é importante que o DNA seja representado como uma dupla-hélice).

Porém, poderia algum historiador ou biógrafo pró-Rosalind contrargumentar: “mas qual de nós está reivindicando algo além da reparação histórica com relação ao episódio do modelo da dupla-hélice? Não há ninguém que esteja tentando defender a idéia de que Rosalind produziu trabalhos importantes para o desenvolvimento do programa de pesquisa em genética molecular”. De fato não percebi em nenhuma fonte alguma reivindicação a respeito de algum possível papel de destaque ocupado por Rosalind no desenvolvimento do programa de pesquisa em genética molecular; no entanto, do ponto de vista deste artigo, é realmente sintomático que nenhum historiador ou biógrafo pró-Rosalind exija mais do que a reparação histórica acerca de sua importância para o modelo (e apenas para a confecção do modelo); ou seja: estamos realmente diante de uma discussão a respeito de concepções de ciência. Reivindicar (legitimamente) prioridades a Rosalind significa defender uma concepção de ciência que valoriza unidades científicas tais como “a dupla-hélice do DNA”; por outro lado, não se importar (ao menos filosoficamente) com a prioridade significa compreender os processos de desenvolvimento científico como constituídos por unidades complexas, unidades estas que não se reduzem a sub-

unidades “fundamentais” como “o DNA” ou “a proteína” etc.; e tendo em vista estas considerações penso que o episódio acerca da participação de Rosalind Franklin poderia ser analisado à luz de uma outra perspectiva, a saber, de uma perspectiva filosófica, cuja ênfase recai antes no papel dos programas de pesquisa do que em unidades científicas tais como “DNA”.

5 CONCLUSÃO

Do que foi visto até aqui ficam algumas questões importantes:

- i) seria possível sustentar filosoficamente uma distinção entre os enfoques analítico e relacional?;
- ii) seria possível, uma vez estabelecida uma resposta satisfatória a (i), mostrar que estes enfoques já estariam presentes nas orientações de Rosalind e Watson/Crick antes da publicação do modelo?;
- iii) seria possível mostrar que a comunidade científica de genética molecular, após o aparecimento da dupla-hélice, se desenvolveu a partir de uma estrutura de investigação que é explicada pelo enfoque relacional?

Fundamentalmente o que se pretende com uma resposta a estas questões é, a partir do problema de se determinar o tipo de importância que deve ser conferido a Rosalind, verificar se existiu realmente uma disputa entre Rosalind e Crick/Watson. Entretanto, se é verdade que uma distinção entre enfoques analítico e relacional pode nos auxiliar a compreender o episódio, por outro lado existem outras abordagens que talvez sejam mais produtivas para a compreensão do que está em jogo. Uma abordagem que parece ser bastante frutífera pode ser obtida a partir de uma utilização mais ampla (do que a que foi feita neste artigo) da noção filosófica de “tradição de pesquisa”; por meio desta utilização mais ampla, não diríamos que a distinção entre Rosalind e Crick/Watson se daria por seus respectivos enfoques analítico e relacional, mas sim que eles operavam no interior de redes conceituais (tradições de pesquisa) distintas – o que significa que tinham métodos, problemas e objetivos diferentes. Rosalind pertencia à tradição de pesquisa da bioquímica, para a qual interessava a *estrutura* química do DNA; já Watson e Crick estavam se acomodando na nascente tradição de pesquisa da genética molecular, para a qual interessava a *função* do DNA na transmissão da informação genética⁶. Sendo assim, se torna

⁶ Evidentemente a função do DNA dependia da elucidação de sua estrutura química; no entanto o exame de cada uma delas se dava de modo distinto. Mas é importante mencionar que, de algum modo, Watson e Crick acabaram colaborando com as duas tradições, pois

ainda mais compreensível a idéia de que não há uma disputa entre Rosalind e Watson/Crick, uma vez que faziam parte de diferentes tradições de pesquisa⁷.

Gostaria de encerrar o artigo com três breves considerações. Em primeiro lugar, este artigo em momento algum se preocupou em criticar os historiadores e biógrafos pró-Rosalind. Do mesmo modo, em nenhum momento este artigo teve a pretensão de oferecer qualquer respaldo para uma defesa da prioridade de Watson e Crick com relação à dupla-hélice do DNA, mesmo porque um tal respaldo seria efetivamente uma negação daquilo que se quis aqui sugerir – ou seja: que o enfoque (analítico) a respeito da dupla-hélice do DNA deveria ser substituído por outro que parece filosoficamente mais promissor. Assim, este estudo procurou assentar algumas bases para que no futuro se possa *esclarecer*, de um ponto de vista filosófico, o que também está em jogo na discussão sobre o papel de Rosalind na história do modelo da dupla-hélice. Pois, se por um lado faz justiça à memória científica desta grande cientista a reivindicação de um lugar apropriado na história do modelo da dupla-hélice, por outro não se pode igualmente esquecer que o desenvolvimento do programa de pesquisa exigia mais do que a elucidação químico-molecular do DNA; e Watson e Crick (dentre tantos outros, mas não Rosalind), em seus trabalhos posteriores, foram fundamentais para o desenvolvimento do programa

Em segundo lugar, pode-se concluir que, mesmo que Rosalind tivesse proposto o modelo da dupla-hélice, isto não alteraria o programa de pesquisa em genética molecular⁸; pois se engana quem pensa que James Wat-

além de terem apresentado (com o auxílio dos dados de Rosalind) a estrutura química do DNA, ainda foram bastante ativos no que diz respeito ao desenvolvimento do problema da função genética da molécula.

⁷ Aproveito para agradecer ao Professor Pablo Lorenzano pela sugestão deste novo enfoque para a discussão.

⁸ Porém poderia ser objetado que o quadro acima negligencia alguns aspectos da vida comunitária científica; pois, se Rosalind tivesse proposto o modelo, as atenções da comunidade científica teriam se voltado para ela, e seria ela – e não Watson e Crick – quem estaria à frente do programa de pesquisa. O problema com esta objeção é que, se investigarmos o período anterior à publicação do modelo, poderemos perceber as duas concepções de ciência acima descritas já delineadas e aplicadas tanto por Rosalind quanto por Watson e Crick. Além disso não se pode esquecer que a apresentação do modelo do DNA apareceu na revista *Nature* em conjunto com o trabalho de Rosalind contendo as evidências para o modelo. Portanto não se poderia dizer que Rosalind não tinha relação com o modelo apresentado por Watson e Crick, uma vez que a comunidade científica tomou contato não

son e Francis Crick propuseram apenas o modelo da dupla-hélice: na seqüência do modelo apareceriam o dogma central da biologia⁹, uma proposta para a compreensão das funções do RNA etc. Assim podemos perceber que a contribuição de Watson e Crick não se limitou ao modelo da dupla-hélice, uma vez que eles se mostraram muito ativos no desenvolvimento do programa de pesquisa em genética molecular¹⁰.

Por fim, o que este artigo pretende sugerir é que efetivamente não existiu uma disputa entre Rosalind e Watson/Crick; se houve uma disputa, esta se deu no âmbito de concepções de ciência. Ao que se saiba Watson e Crick não eram contra o método de Rosalind, mas simplesmente questionavam sua eficácia; e, de algum modo, este questionamento – desde então assumindo a forma de uma heurística para o programa de pesquisa em genética molecular – penetrou na comunidade científica da biologia molecular (Chargaff, 1974, p. 778). Assim, se houve alguma “vitória” de Watson e Crick, esta foi a de, com a dupla-hélice, oferecer uma orientação para a investigação da genética.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHARGAFF, Erwin. Building the tower of babble. *Nature* **248**: 776-779, 1974.
- CRICK, Francis. *What mad pursuit. A personal view of scientific discovery*. New York: Basic Books, 1988.
- GIERE, Ronald. *Science without laws*. Chicago: The University of Chicago Press, 1999.
- JUDSON, Horace Freeland. *The eighth day of creation*. London: Jonathan Cape, 1979.
- KLUG, Aaron. Rosalind Franklin and the double helix. *Nature* **248**: 776-779, 1974.

apenas com o trabalho deles, mas também com o de Rosalind.

⁹ De acordo com Judson (1979, p. 151), Watson já especulava, antes da apresentação do modelo, a respeito do fluxo informativo genético que seria algum tempo depois explicado pelo dogma central.

¹⁰ Sem esquecer aqui o decisivo fato de que Rosalind, em sua tentativa de solucionar o “problema do DNA”, recusou o convite de Maurice Wilkins para, juntos, explorarem as conseqüências do DNA para a hereditariedade. Este fato é decisivo tendo em vista que, com este trabalho conjunto, os dois poderiam ter produzido o que se celebrou com Watson e Crick.

- KUHN, Thomas Samuel. *A estrutura das revoluções científicas*. Trad. Nelson Boeira. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 1995.
- LAUDAN, Larry. *Progress and its problems*. London: Routledge, 1977.
- MADDOX, Brenda. *Rosalind Franklin: the dark lady of DNA*. New York: Harper Collins, 2002.
- MANCHESTER, Keith L. Did a tragic accident delay the discovery of the double helical structure of DNA? *Trends in Biochemical Sciences* **20**: 126-128, 1995.
- MORANGE, Michel. *A history of molecular biology*. Trad. Matthew Cobb. Cambridge: Harvard University Press, 1998.
- OLBY, Robert. *The path to the double helix*. London: MacMillan, 1974.
- PIPPER, Anne. Light on a dark lady. *Trends in Biochemical Sciences* **23**: 151-154, 1998.
- QUINE, Willard van Orman. *Word and object*. Cambridge: MIT Press, 1960.
- RIDLEY, Matt. *Francis Crick: discoverer of the genetic code*. New York: Harper Collins, 2006.
- SAPP, Jan. *Genesis: the evolution of biology*. Oxford: Oxford University Press, 2003.
- SAYRE, Anne. *Rosalind Franklin and DNA*. New York: W. W. Norton & Company, 1975.
- SELYA, Rena. Defined by DNA: the intertwined lives of James Watson and Rosalind Franklin. *Journal of the History of Biology* **36**: 591-597, 2003.
- SILVA, Marcos. Realismo e anti-realismo na construção do modelo da dupla-hélice. *10º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia*. São Paulo: Sociedade Brasileira de História da Ciência, 2005.
- . Instrumentalismo e explicação científica no de motu de Berkeley. *Scientiae Studia* **4** (1): 101-114, 2006 (a).
- . Realismo e anti-realismo na construção do modelo da dupla-hélice (parte II). *Especiaria* **16**: 411-429, 2006 (b).
- THAGARD, Paul. *Conceptual revolutions*. Princeton: Princeton University Press, 1992.
- WATSON, James Dewey. *The double helix*. London: Weidenfeld & Nicolson, 1997.