RENATA DE PAULA OROFINO SILVA

Análise da argumentação e de seus processos
formadores em uma aula de Biologia

São Paulo
2011

RENATA DE PAULA OROFINO SILVA

Análise da argumentação e de seus processos
formadores em uma aula de Biologia

Dissertação apresentada ao
Instituto de Física, ao Instituto de
Química, ao Instituto de Biociências e à
Faculdade de Educação da
Universidade de São Paulo, para a
obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração:
Ensino de Biologia

Orientadora: Prof.^a Dr.^a
Sílvia Luzia Frateschi Trivelato

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Orofino, Renata de Paula

Análise da argumentação e de seus processos formadores em uma aula de Biologia – São Paulo, 2011.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador: Profa. Dra. Silvia Luzia Frateschi Trivelato

Área de Concentração: Biologia

Unitermos: 1. Biologia – Estudo e ensino; 2. Métodos de ensino; 3. Linguagem científica; 4. Ensino e aprendizagem; 5. Ensino médio.

USP/IF/SBI-014/2011

Nome: OROFINO, Renata de Paula

Título: Análise da argumentação e de seus processos formadores em uma aula de Biologia

Dissertação apresentada ao
Instituto de Física, ao Instituto de Química,
ao Instituto de Biociências e à
Faculdade de Educação da
Universidade de São Paulo, para a obtenção
do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em:

Banca examinadora

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à minha orientadora, pela liberdade de criação, pela confiança, por estar sempre presente e por ser brilhante profissional e pessoalmente.

Aos colegas de laboratório, integrantes do GEPEB, por me fazerem crescer profissionalmente e pelos ótimos momentos de descontração.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo apoio financeiro.

Aos professores de disciplinas e de monitorias que contribuíram em diferentes aspectos para a minha formação.

Aos funcionários da Secretaria de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, por salvarem a minha pele uma dezena de vezes, sempre muito solícitos e pacientes.

Às amigas mais próximas: Sarah, que eu só conheci no mestrado, mas que convive tanto comigo que é quase inseparável; Roberta, Marília, Fer e Vivi, que me aturaram nos momentos de péssimo humor no decorrer desses dois anos e sempre estavam lá pra me apoiar ou me dar broncas quando era necessário; Julinha e Jundi, que mesmo mais distantes sempre serão muito queridas.

Aos amigos da Bio, pelas horas de descontração e diversão. Amigos que reconquistei depois de me tornar uma pessoa mais sociável.

Ao Rafael Gonçalves, à Daniela Scarpa e à Escola de Aplicação, por fazerem a sequência didática ser viável. Sem vocês nada disso estaria escrito.

Ao Guguinho, Julinha e Maroca que revisaram o texto com muito amor e carinho.

Ao time de handebol que garantiu minha sanidade mental durante esses dois anos além das risadas e emoções compartilhadas.

À minha família por me aturar em casa até hoje, pelo amor e compreensão.

Finalmente, ao Rodrigo. Sempre ao meu lado, inteligente, divertido e especial. Se um dia eu for metade do que você é profissionalmente já estarei feliz.

Resumo

OROFINO, R.P. **Análise da argumentação e de seus processos formadores em uma aula de Biologia.** 2011. 186 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

Dentre os diversos elementos que compõem a alfabetização científica, este trabalho se fixa sobre a argumentação em uma aula de genética. Analisamos uma sequência de três aulas de Biologia para o 3º ano do Ensino Médio para identificar e classificar argumentos científicos fornecidos em aula pela professora e pelo material didático bem como argumentos escritos produzidos pelos alunos sobre a função do DNA nos seres vivos. Analisamos os dados tomando como base o trabalho de Simon, Erduran e Osborne (2006) e Toulmin (2006). As análises apontaram para a existência de ações pró-argumentação da professora durante as aulas teórico-explicativas. Os argumentos fornecidos pela professora e pelo texto base foram considerados simples e embasados apenas em dados, ao invés de usarem também garantias e apoios. A questão proposta pela professora foi compreendida por 30 dos 35 alunos da amostra. Aproximadamente metade da amostra apresentou alguma justificativa para suas conclusões e a maioria dos argumentos foi considerada válida. Porém, apenas sete alunos conseguiram responder a questão utilizando todos os conceitos que deveriam, enquanto a maioria dos alunos usou apenas parte dos conceitos exigidos ou apresentou conceitos errados na tentativa de responder a questão. Fica o indício de que práticas comuns de sala de aula podem ser modificadas de forma a estimularem a argumentação dos alunos em aulas de ciências.

Palavras chave: educação, métodos de ensino, linguagem científica.

Abstract

OROFINO, R.P. **Argumentation and its processes in biological classes**. 2011. 186 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

Among the several elements of scientific literacy this study attempted to analyze argumentation in a Genetic class. Three Biology classes (15-17 years) were audio and video recorded and analyzed to identify the arguments present in the teacher's speech and also in the text given by the teacher. Students' argumentation about DNA's function in live organisms was also analyzed. To assess teacher's oral contribution to argumentation we used Simon, Erduran and Osborne (2006) research method, and to analyze the students' and teacher's argumentation we used Toulmin's argument pattern (TAP). We have identified that the teacher's speech represents oral contribution to the students' argumentation. The text given by the teacher and the teacher's arguments are poor, using mostly data to justify their claims, instead of using also warrants and backings. The task suggested by the teacher was well understood by 30 out of 35 students, almost all of them used scientifically valid arguments and more than half of the sample justified their conclusions. However, only seven of them were able to answer the question using all the content required. Most of the students failed to mention all the required information or presented misconceptions in their answers. Our work demonstrates that different pedagogical strategies may be useful to develop scientific argumentation among students.

Keywords: education, education methods, scientific language.

Sumário

APRESENTAÇÃO	8
1- INTRODUÇÃO.....	10
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	10
A. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E ARGUMENTAÇÃO.....	13
B. PESQUISAS SOBRE ARGUMENTAÇÃO.....	16
C. O PROFESSOR E OS OBJETIVOS DO ENSINO DE CIÊNCIAS	18
2- OBJETIVOS	21
3- MÉTODOS.....	22
REFERENCIAIS METODOLÓGICOS	22
A. AÇÕES PRÓ-ARGUMENTAÇÃO.....	22
B. ARGUMENTAÇÃO	24
FATORES CONDICIONANTES DA PESQUISA	30
SITUAÇÃO ESTUDADA	31
ANÁLISES	36
A. AÇÕES PRÓ-ARGUMENTAÇÃO.....	37
B. ARGUMENTOS FORNECIDOS	37
C. ARGUMENTOS PRODUZIDOS.....	38
D. RELAÇÃO ENTRE ARGUMENTOS FORNECIDOS E PRODUZIDOS	43
4- RESULTADOS.....	45
A. AÇÕES PRÓ-ARGUMENTAÇÃO.....	45
B. ARGUMENTOS FORNECIDOS	47
C. ARGUMENTOS PRODUZIDOS.....	51
D. RELAÇÃO ENTRE OS ARGUMENTOS FORNECIDOS E PRODUZIDOS	55
5- DISCUSSÃO	57
A. AÇÕES PRÓ-ARGUMENTAÇÃO.....	57
B. ARGUMENTOS FORNECIDOS	58
C. ARGUMENTOS PRODUZIDOS.....	59
D. RELAÇÃO ENTRE ARGUMENTOS FORNECIDOS E PRODUZIDOS	63
6- CONCLUSÃO.....	64
BIBLIOGRAFIA	66
ANEXOS	69
Anexo 01 - Texto utilizado nas aulas	69
Anexo 02 - Questão proposta pela professora e respostas dos alunos (originais e argumentos).....	72
APÊNDICES.....	115
Apêndice 01 - Análises dos argumentos produzidos pelos alunos.....	115
Apêndice 02 - Transcrição de aula 3º I.....	118
Apêndice 03 - Transcrição de aula 3º II	146
Apêndice 04 - Argumentos da professora.....	173
Apêndice 05 - Relação entre argumentos fornecidos e produzidos.....	185

Apresentação

Este trabalho se encerra quase três anos após as filmagens de duas turmas de 3º ano do Ensino Médio. Na época, eu estava planejando um projeto de Iniciação Científica e acompanhava as filmagens como apoio técnico ao colega de laboratório que registrava uma sequência didática para seu trabalho de mestrado. A professora responsável pelas turmas era também colega de grupo de discussões e estudos. A sequência seria usada também por ela em seu trabalho de doutorado.

Nas segundas e quartas passávamos parte da manhã arrumando materiais e filmando as aulas de Biologia das duas turmas de 3º ano da Escola de Aplicação. Posicionávamos as câmeras de vídeo e os gravadores pela sala e assistíamos à aula. Ao final de cada aula, recolhíamos os gravadores e nos instalávamos em nosso laboratório para copiar os dados para o computador. As fitas de vídeo eram nosso maior problema, pois não conseguíamos digitalizar diretamente.

Naquele ano utilizei uma das aulas da sequência didática que gravamos como objeto de análise do projeto de Iniciação científica – A argumentação em uma aula prática de Biologia: a estrutura do DNA. Quase um ano depois do término desse trabalho, resolvemos usar essa mesma sequência como objeto de estudo de mais uma pesquisa – a de mestrado.

Os interesses já estavam amadurecidos, tínhamos mais preocupações no tipo de atividade que poderiam ou não estimular a argumentação dos alunos e queríamos analisar uma sequência bastante simples, a leitura de um texto de forma dialogada. Esse tipo de sequência ocorre com mais frequência em salas de aula do que sequências de investigação, com experimentos ou saídas a campo. Estaríamos tratando, portanto, da realidade da maioria dos professores de Ciências e Biologia.

O foco inicial era identificar se os alunos argumentavam em um exercício escrito ao final da sequência. Analisamos extensamente os argumentos dos alunos. Mas o que no fazer da professora analisada e no planejamento da sequência pode ter servido de estímulo para a argumentação dos alunos? Como a correção conceitual dos alunos pode ser avaliada no exercício proposto? Essas dúvidas nos levaram a analisar outros elementos que compunham a sequência didática.

A apresentação deste trabalho se pretende linear para facilitar a compreensão dos fatos, apesar do caminho da pesquisa ter sido na ordem inversa. Discutimos inicialmente as ações pró-argumentação da professora, seguido pelos argumentos fornecidos em aula, ambos como possíveis estímulos à argumentação dos alunos. Passamos à análise dos argumentos produzidos pelos alunos, tanto em forma quanto em conteúdo. Por fim, relacionamos os argumentos fornecidos com os produzidos, para identificar semelhanças ou diferenças na utilização das informações pela professora e pelos alunos.

O primeiro capítulo apresenta uma revisão bibliográfica que esperamos dar base para as discussões travadas neste trabalho. Inserimo-nos na área de pesquisas sobre a alfabetização científica e sobre o papel da argumentação no ensino de ciências. Em seguida, resumizamos nossos objetivos específicos.

No terceiro capítulo apresentamos melhor a situação estudada, as nuances de cada aula, o referencial teórico específico de análise e como foram tratados os registros feitos nas aulas. Explicamos, nesse capítulo, como categorizamos cada grupo de informações registradas para que pudéssemos analisá-los.

O quarto capítulo contém a exposição dos resultados de nossas análises, sumarizados em tabelas e gráficos, acompanhados de explicações que deixam claras as nuances qualitativas de nossas análises. A situação estudada é complexa e entendemos que apenas a quantificação não dá conta de explicitar as análises pretendidas.

No quinto capítulo confrontamos os resultados de nossas análises com os resultados de análises de outros autores em situações diferentes ou similares à estudada. Por fim, resumimos nossas conclusões em um último capítulo que se pretende sucinto, com as breves afirmações que podemos fazer a partir de nossos dados e embasamentos teóricos.

Ao pensarmos esse trabalho como um argumento, o último capítulo apresenta nossa afirmação central e esta é defendida pelos fatos (resultados) e sustentados por nossa revisão bibliográfica e referencial teórico de análise. As discussões com outros autores compõem ora os qualificadores de nosso argumento, dando força à conclusão, ora como refutação para alguma garantia anteriormente exposta.

Esta dissertação apresenta anexos, textos de outra autoria que servem de fundamentação para o trabalho e, em seguida, apresenta apêndices, textos de minha elaboração que complementam minha argumentação.

1- Introdução

Alfabetização científica

A sociedade atual é fruto dos avanços científico-tecnológicos acumulados ao longo do tempo. Os conceitos científicos interferem cotidianamente na vida dos cidadãos, que precisam escolher entre consumir alimentos orgânicos ou transgênicos, decidir sobre a compra de um carro "flex", ou até mesmo votar em plebiscito sobre o uso de células-tronco embrionárias em pesquisas. Pensando nessa influência que a ciência tem sobre o cotidiano das pessoas, a área de Ensino de Ciências começou a defender a alfabetização científica, um novo entendimento de como a ciência deveria ser ensinada. A relevância dessa nova visão sobre o ensino de ciências está na influência que a ciência tem sobre o nosso dia-a-dia, desde a reciclagem do lixo até as mudanças climáticas globais ou ainda a decisão sobre em quais fontes energéticas investir.

Em muitos dos casos, a ciência é tanto fonte causadora, por ser responsável pelos avanços tecnológicos e consequências do uso dos recursos naturais, quanto possível fonte de resolução, por possibilitar criar mitigações a efeitos nocivos ou ainda proporcionar avanços úteis ao uso dos recursos naturais. A sociedade seria a maior beneficiada se os cidadãos fossem capazes de adotar posturas realistas frente às ciências e se usassem esses conhecimentos na resolução dos conflitos diários (ALBE, 2008). As escolhas acerca da ciência e suas consequências envolvem questões éticas e científicas e os cidadãos precisam ser capazes de avaliar a integridade das informações antes de tomar suas decisões (DAWSON e VENVILLE, 2009).

De acordo com a ideia de alfabetização científica (*scientific literacy*; OCDE, 2007; BYBEE; McCRAE; LAURIE, 2009), devemos ensinar o conteúdo científico e as outras características que compõem a natureza científica. Esse conhecimento mais global, mais completo da ciência, permitirá ao cidadão que seja mais crítico e que saiba se posicionar frente a questões científicas (KRASILCHIK e MARANDINO, 2007). Ou seja, o indivíduo alfabetizado cientificamente é aquele que tem conhecimentos intelectuais e práticos da ciência, além da compreensão de ideias e valores (DAWSON e VENVILLE, 2009).

Sob o nome alfabetização científica temos diversas compreensões (NORRIS e PHILLIPS, 2003; DAWSON e VENVILLE, 2009). Algumas pesquisas indicam que alfabetização significa apenas saber ler e escrever enquanto outras pesquisas defendem que um indivíduo alfabetizado em ciências sabe utilizar o conhecimento científico nos momentos necessários, compreende eventos e informações científicas veiculadas no cotidiano e sabe a influência da ciência em sua vida pessoal e social. Essa última interpretação de alfabetização científica seria a almejada no ensino de ciências (HURD, 1998; AULER e DELIZOICOV, 2001; NORRIS e PHILLIPS, 2003; SASSERON e CARVALHO, 2008; SANTOS, 2007; GUTIÉRREZ, 2008).

As pesquisas sobre esse tema ganharam importância entre os anos de 2003 e 2007, identificando a formação científica de futuros cidadãos como um tema cada vez mais investigado (LEE; WU; TSAI, 2009). Vemos uma linha de pesquisa bastante clara e estabelecida, rica em temas a serem tratados em sala de aula (p.ex. a atribuição de significado aos conceitos científicos e sua articulação nos momentos necessários). Esse objetivo tem sido endossado não só por pesquisas sobre Ensino de Ciências, mas também por diferentes currículos ao redor do mundo que têm adaptado essas ideias ao programa de ciências (ALBE, 2008; HENAO e STIPCICH, 2008; CLARK e SAMPSON 2008).

Em língua portuguesa vemos uma diferenciação entre alfabetização e letramento. Muito dessa discussão se baseia em uma obra que caracteriza alfabetizar como ensinar a ler e a escrever, já letrar, caracteriza como tornar letrado, erudito, versado em (SOARES, 1998). Ao ser transportada para a área de ensino de ciências, tal distinção fez nascer o termo letramento científico. O uso desse termo implica em subentender as consequências sociais, culturais, políticas, econômicas, cognitivas e linguísticas da ciência (MAMEDE e ZIMERMANN, 2005).

Além desses dois termos, também encontramos na literatura o termo enculturação científica, igualmente encontrado em língua inglesa (*enculturation*; DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000; CAPECCHI; CARVALHO; SILVA, 2002; ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004; SADLER e FOWLER, 2006; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006; MARTIN e HAND, 2009). Tais autores entendem que a ciência é uma cultura diferente da cultura corrente da vida do aluno, sendo assim, ensiná-la envolveria ensinar todos os elementos que compõem tal cultura, um processo de socialização das práticas particulares da ciência (MORTIMER, 1996).

Todos os termos citados acima são guiados por uma ideia central, que o ensino de ciências não pode ser composto apenas dos conceitos prontos, descontextualizados e com

caráter de verdade incontestável com os quais conta o ensino de ciências atualmente. Existem valores que os estudantes devem ter independente de suas carreiras futuras (DAWSON e VENVILLE, 2009), ou seja, o ensino de ciências deve se preocupar em formar cidadãos mais críticos e participativos nos assuntos de sua sociedade, sejam eles culturais, econômicos ou que envolvam a ciência de alguma forma (McNEILL, 2009). A escola que compartilhe dessas ideias deve promover uma visão mais coerente de ciência, a contextualização de conceitos na vida real, um relato histórico mais verossímil sobre os conceitos construídos, a valorização do papel das evidências na construção da ciência e o uso da linguagem corrente na ciência (NEWTON; DRIVER, OSBORNE, 1999).

Escolhemos usar neste trabalho o termo alfabetização científica em detrimento dos outros termos possíveis. Segundo Krasilchik e Marandino (2007) as congruências entre as diferentes linhas de pensamento podem sim ser colocadas sob o nome alfabetização, basta deixarmos de entender a alfabetização apenas como saber ler e escrever. O termo, discutido também na alfabetização em línguas, é abrangente e engloba as ideias centrais que pretendemos defender.

Enquanto, de um lado, a recomendação de como o ensino deveria ser cresce no sentido da alfabetização científica, de outro, trabalhos atuais ainda atestam um ensino de ciências distante desses objetivos, estanque e limitado aos conhecimentos conceituais estabelecidos pela ciência ao longo dos séculos (CARVALHO, 2004; MUNFORD e LIMA, 2009). Resta-nos a dúvida sobre o sentido da manutenção do modo dogmático de ensinar ciências, uma escola com uma quantidade muito grande de informações e de conceitos estanques que só se mantém na cabeça dos alunos até a hora da prova (CAZELLI e FRANCO, 2001).

Os estudantes, mesmo aqueles que não vão seguir carreira acadêmica científica, devem sentir-se confortáveis ao enfrentarem assuntos científicos, sendo assim, devem conhecer as tradições, convenções e práticas científicas (YORE e HAND, 2010). Os conhecimentos científicos participam da tomada de decisões, mas a ética da ciência e o valor desses conhecimentos também são importantes para relativizar o peso que a informação científica tem na vida dos cidadãos.

a. Alfabetização científica e argumentação

Quando o cientista inscreve a realidade na forma de resultados de um projeto, quando estes resultados vão ser confrontados com as teorias vigentes, quando o cientista publica seus resultados e discussões no formato de artigo científico, quando ele defende esses resultados perante a comunidade científica, ele se utiliza da linguagem. Mais especificamente, grande parte dessa linguagem é persuasiva, argumentativa, de forma a estabelecer os conhecimentos elaborados em um longo caminho de investigação (DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000).

A linguagem argumentativa está presente no cotidiano do cientista desde as reuniões de laboratório, em que os pesquisadores de um mesmo grupo verificam resultados de pesquisa e constroem conclusões, até encontros regionais ou internacionais (p.ex. simpósios, congressos), nos quais os profissionais de diferentes laboratórios e linhas de pesquisa discutem e colocam suas conclusões à prova (OSBORNE; ERDURAN; SIMON, 2004; SAMPSON e CLARK, 2008; McNEILL, 2009). Essa linguagem também está presente nos artigos publicados que pressupõem uma avaliação anônima por pares, aumentando o rigor do processo de validação de conclusões científicas.

Podemos ainda analisar a produção científica de maneira histórica. O estabelecimento de teorias e conceitos científicos ocorre em uma escala temporal que envolve dezenas ou centenas de anos. Também nesses casos, o acúmulo de pesquisas, congressos e artigos a favor de uma teoria faz com que ela se estabeleça na comunidade científica. Esse processo mais longo também é persuasivo e depende da argumentação conjunta que o acúmulo de trabalhos proporciona. A escrita nessa forma específica da ciência é dominante no trabalho do cientista e ocupa aproximadamente dois terços do tempo do cientista em suas atividades (LATOUR e WOOLGAR, 1997).

Retomando a ideia de alfabetização científica, em que mais elementos da ciência devem ser apresentados aos alunos, uma atividade que ocupa dois terços do tempo do cientista não poderia ser ignorada em seu ensino. Se o cientista constrói seus conhecimentos na forma de argumentos persuasivos, o ensino de ciência deveria contemplar essa prática. Ao ensinar o conceito pronto e com status de verdade, o papel das evidências e justificativas teóricas usadas para defender esses conceitos é ignorado. O aluno

recebe informações prontas e incontestáveis, quando, na verdade, essas informações são resultado da soma de fatores que levaram alguém a concluir tal conceito.

A ideia de “Ensino de Ciências como argumentação” vem sendo levantada por diversos autores (DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006; SAMPSON e CLARK, 2008; KUHN, 2010). Um dos primeiros trabalhos na área que analisou a argumentação em aulas de ciências defendeu que o professor deve contar ao aluno o porquê dos conceitos serem aceitos e da mesma forma que o cientista faz com seus pares, convencer seu aluno sobre esse conceito (RUSSEL, 1983). Com o foco na argumentação, fica mais fácil demonstrar a construção do conhecimento científico e aproximar os estudantes dessa prática (BRICKER e BELL, 2008).

Segundo as ideias acima, a prática argumentativa é um objetivo das aulas de ciências (SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006). Argumentação é o processo de construção de um argumento. Argumento, como produto, é uma asserção acompanhada de justificativa ou ainda, conclusão suportada por pelo menos uma razão (DAWSON e VENVILLE, 2009). O processo de construir um argumento inclui uma afirmação e as razões que estabelecem essa afirmação.

Alguns autores defendem que quem argumenta considera hipóteses contrárias (SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006). Isso é válido para um processo argumentativo em que uma opinião contrária é colocada em relação à outra, por exemplo, a criação ou não de um zoológico. Nesse exemplo já se dá as duas possibilidades. Em contrapartida, há questões em que a opinião do aluno é considerada a defesa de um ponto de vista (DAWSON e VENVILLE, 2009). Nesses casos, não é necessário levar em consideração a opinião contrária, basta dar a sua opinião. A primeira situação explicita uma comparação e pede que o sujeito se posicione em relação a essa comparação, enquanto o segundo tipo de situação apenas pergunta o que o sujeito acha certo. Neste trabalho, entendemos a argumentação como proposto por Toulmin (2006), argumentamos ao tentar justificar afirmações, ou ainda argumentamos ao construir afirmações justificadas a partir de conhecimento usando ideias teóricas e evidências empíricas (McNEILL, 2009).

De qualquer forma, para que o argumento seja persuasivo e convincente cientificamente, deve ser consistente com os critérios epistemológicos da comunidade científica (SAMPSON e CLARK, 2008), ou seja, deve estar embasado em evidências e teorias aceitas pela ciência. A argumentação poderia ser utilizada em outros campos do

conhecimento, como política ou direito (KUHN, 2010), mas para que seja aceito como científico, deve conter os conceitos típicos das práticas específicas da ciência. Portanto, o leque de informações que podem ser veiculadas nesse meio é restrito.

O “Ensino de Ciências como argumentação” pode ser um meio de atingir metas epistêmicas, cognitivas e sociais da ciência, bem como aumentar e facilitar o aprendizado de conceitos científicos. Visto desta forma, ensinar argumentação não se encerra na prática argumentativa. A prática argumentativa ajuda o aluno a pensar cientificamente, a entender como os conhecimentos da ciência são construídos e estabelecidos pela comunidade científica, facilita o aprendizado dos conteúdos conceituais escolarizados a partir do conhecimento científico (OSBORNE; ERDURAN; SIMON, 2004; VONAUFSCHNAITER et al., 2008).

Concordamos, portanto, com a importância da alfabetização científica e defendemos a abrangência que as práticas discursivas da ciência têm em sala de aula para atingir as metas colocadas pela alfabetização científica (KUHN, 2010). Não pretendemos negligenciar os outros objetivos do ensino de ciências (ZEMBAL-SAUL, 2009; KUHN, 2007), mas queremos tratar especificamente da argumentação científica no espaço escolar.

É preciso ressaltar também que a prática argumentativa científica não é intuitiva nem direta, pois para que o aluno seja capaz de construir argumentos ele deve apresentar conhecimentos nas áreas científicas e também deve apresentar habilidades linguísticas (TOULMIN, 2006; JIMÉNEZ e DÍAZ, 2003). Trata-se de um desenvolvimento abrangente em que todas as facetas devem ser valorizadas, tanto o domínio dos conhecimentos construídos pela ciência (VONAUFSCHNAITER et al., 2008), como a articulação desses conhecimentos de forma persuasiva.

A partir das ideias abordadas pretendemos analisar como a argumentação é usada em uma aula de ciências. Estamos interessados nos processos que estimulam a argumentação dos alunos e na argumentação dos alunos como indicativo de que outras características das ciências, além de seus conhecimentos, estão sendo tratadas.

b. Pesquisas sobre argumentação

As pesquisas sobre a argumentação em sala de aula aumentaram na última década pelas áreas de ensino de ciências e estão entre os trabalhos mais citados (ex. NEWTON; DRIVER; OSBORNE, 1999; DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000). Além disso, há uma recente internacionalização das pesquisas, verificada por meio do aumento dos trabalhos de outros países em revistas de língua inglesa (LEE; WU; TSAI, 2009). O conhecimento construído pela área sustenta a importância da argumentação como componente da ciência e por isso, muitas pesquisas atuais incentivam o seu uso em sala de aula (CHAMIZO, 2007).

A variedade de estudos realizada reflete também uma variedade de perspectivas de análise (McNEILL, 2009). Os trabalhos de pesquisa sobre argumentação abrangem desde como os alunos argumentam em diferentes situações até quais conceitos são ou não veiculados pelos alunos durante suas discussões (JIMÉNEZ; PÉREZ; CASTRO, 1998; JIMÉNEZ e DÍAZ, 2003; ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006; CARVALHO, 2008; ZEMBAL-SAUL, 2009).

A análise do discurso argumentativo é considerada uma das maneiras de se acessar as questões relacionadas com o conhecimento (raciocínio e aporte teórico). Também identificamos pesquisas que defendem a argumentação como forma de aprender a importância da linguagem na ciência, como possível método a ser usado para aumentar compreensão de conceitos e promover o raciocínio científico.

Jiménez e Díaz (2003) discutem diferentes metodologias usadas na literatura para analisar o aporte teórico dos alunos, dentre elas, a argumentação. Bricker e Bell (2008) discutem o papel da argumentação no ensino de ciências, problematizam as metodologias de pesquisa e indicam a importância da argumentação como prática central da ciência. Os autores defendem que a argumentação em sala de aula deve ser usada com múltiplos fins: o aprendizado de conceitos, o discurso científico e o funcionamento da ciência.

Nascimento e Vieira (2008) apresentam as contribuições e limites de um modelo específico de análise da argumentação, o modelo de Toulmin (2006). Os autores indicam a necessidade de aperfeiçoamento da ferramenta, mas indicam como vantagem do modelo a possibilidade de identificar os elementos lógicos do argumento. Zembal-saul (2009) se utiliza do modelo de argumentação de Toulmin (2006) para analisar trabalhos da educação infantil.

A autora indica o uso da argumentação em sala de aula como a atenção ao discurso de sala de aula e o papel do professor em monitorar e auxiliar o raciocínio dos alunos.

Von Aufschnaiter e colaboradores (2008) investigaram as práticas argumentativas em situações científicas e sócio científicas e relataram a importância da argumentação no desenvolvimento do conhecimento científico. Os autores afirmam que quando os alunos se engajam nesse tipo de atividade eles se apoiam em seus conhecimentos anteriores, consolidam e elaboram o seu conhecimento sobre a ciência e conseguem atingir níveis de abstração relativamente altos.

Grace (2009) discute a importância da argumentação no desenvolvimento do raciocínio sobre conservação biológica e se há características típicas dos argumentos às quais o professor deve estar atento. O autor afirma que a argumentação ajuda os alunos a melhorarem seu raciocínio e indica elementos da argumentação como indicadores de boa qualidade na tomada de decisão. Além das vantagens pedagógicas explicitadas por essas pesquisas e outras pesquisas (LEMKE, 1990; MORTIMER e SCOTT, 2002), em diversos países as diretrizes curriculares começaram a indicar a argumentação como importante personagem nas aulas de ciências (SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006; NASCIMENTO e VIEIRA, 2008; ZEMBAL-SAUL, 2009).

Apesar da importância dada à argumentação, não é clara a forma como estudantes se tornam fluentes nessa linguagem (CHANG e CHIU, 2008). O estudo mostra que pessoas formadas em disciplinas não científicas têm o mesmo desempenho que estudantes do ensino básico em questões científicas a partir da análise de outra ferramenta argumentativa. O estudo indica ainda que existem ideias difíceis de serem superadas pelos alunos e ressalta a necessidade de ampliar as pesquisas nessa área.

Dawson e Venville (2009) publicaram um dentre muitos trabalhos que revelam que a habilidade argumentativa dos alunos é baixa. Porém, a partir da análise de diferentes pesquisas sobre argumentação, mostrou-se difícil comparar métodos de análise e, por isso, afirmar seguramente a capacidade argumentativa dos alunos. Cada pesquisa usa parâmetros de análise diferentes, o caráter das análises é, de certa forma, subjetivo e comparações diretas ficam impossibilitadas (CLARK e SAMPSON, 2008; SAMPSON e CLARK, 2008).

Alguns pesquisadores usam a argumentação no ensino de ciências a partir da proposição de problemas autênticos ou questões controversas aos alunos (JIMÉNEZ e DÍAZ, 2003; ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004). Há também na área de pesquisa trabalhos que

investigam a argumentação sobre conceitos científicos (VONAUFSCHNAITER et al., 2008; RUSSEL, 1983; JIMÉNEZ; PÉREZ; CASTRO, 1998; ZEMBAL-SAUL, 2009). Sampson e Clark (2008) indicam três principais tipos de pesquisas feitas sobre argumentação. O primeiro tipo se interessa pela estrutura e complexidade dos argumentos, o segundo tipo se interessa pelo conteúdo dos argumentos quando avaliados por uma perspectiva científica. Por fim, o terceiro tipo se interessa pela natureza das justificativas apresentadas.

Considerando as classificações feitas acima, o trabalho apresentado aqui se aproxima daqueles que tratam de problemas científicos e que analisam a estrutura, complexidade e conteúdo dos argumentos. Estamos interessados em estabelecer se os alunos são capazes de construir argumentos científicos para justificar uma afirmação, se são capazes de reunir o conhecimento veiculado nas aulas em forma de justificativa para embasar seus argumentos.

c. O professor e os objetivos do ensino de ciências

A figura do professor em sala de aula é uma das marcas da escola. Mais do que uma autoridade por ser professor, esta figura que fica à frente da sala de aula é a fonte do conhecimento na área em que atua. No caso das ciências ocorre o mesmo e o professor é o representante do conhecimento científico (RUSSEL, 1983). Considerando a maneira como a ciência se estabelece, o professor de ciências deve conseguir justificar os conceitos científicos com base nas evidências e teorias que o embasam (RUSSEL, 1983).

Sem perder o foco dos nossos objetivos, nos aproximamos da visão construtivista de ensino de ciências que prevê que a função do professor é a mesma de um pesquisador orientador que guia seus alunos em seus estudos e os ajuda a entender, complementar ou até mesmo questionar resultados de experimentos (GIL-PÉREZ et al., 2002). O professor não dá todas as respostas ao aluno, mas também não o deixa desamparado na resolução dos problemas.

Por outro lado, num esforço de não condenar categoricamente nenhuma estratégia didática, consideramos as vantagens da instrução direta. Dependendo dos objetivos de cada instrução, uma mesma estratégia didática pode ter sucessos diferentes (KUHN, 2007). Os objetivos do ensino de ciências compreendem mais do que só os conteúdos ou só o utilitário

da ciência, ou seja, devemos examinar os objetivos e conteúdos de cada prática antes de aplicarmos nossos juízos de valor.

Kischner, Sweller e Clark (2006) escreveram um artigo em certa medida polêmico sobre o assunto, em que colocaram à prova a maneira correta de se ensinar. Os autores tentam demonstrar que alguns tipos de ensino por resolução de problemas deixam o aluno perdido e sem instrução o suficiente para avançar em seu aprendizado e defendem que a instrução direta (quando o professor fala e os alunos ouvem) é a melhor didática de ensino. O argumento apresentado por esses autores foi rebatido em um volume especial do periódico em que fora publicado, principalmente porque se entende que não há uma maneira única de ensinar, nem tampouco um único objetivo para as práticas de sala de aula (KUHN, 2007). A escola tem funções éticas e sociais e o ensino que tente atingir esses objetivos não pode assumir que o acúmulo de conhecimentos conceituais dará conta de práticas e procedimentos da ciência.

Se tivermos como objetivo a alfabetização científica dos alunos, devemos planejar as sequências de aula de forma a contemplar elementos da ciência e aproximar os alunos desses elementos. O discurso argumentativo, um dos elementos de interesse da alfabetização científica, requer treino, não é uma tarefa fácil. O professor deve, não só conseguir argumentar, mas também conseguir provocar nos alunos comportamento semelhante (CARLSEN, 2007).

Os alunos não podem simplesmente ser informados de como é a ciência e que papel a argumentação tem em sua construção (KUHN, 2010). Tem sido relatada uma distância entre o que se pesquisa e como se atua no ensino básico. As práticas argumentativas são omitidas em sala de aula e alguns autores indicam que os cursos de formação inicial dos professores são distanciados das pesquisas sobre Ensino de Ciências (NASCIMENTO e VIEIRA, 2008).

Existem características específicas na atividade de um professor para provocar e proporcionar a argumentação científica dos alunos. A própria postura do professor frente ao conhecimento científico é uma forma de passar imagens sobre a natureza da ciência. Professores de ciências deveriam usar evidências e argumentos racionais para ensinar os conceitos da disciplina (RUSSEL, 1983).

Perguntas interessantes a serem usadas em atividades que envolvam argumentação seriam: por que você acha isso? Você consegue pensar em outro argumento para o seu

ponto de vista? Você consegue pensar em um argumento contrário ao seu? (SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006). Professores com postura reflexiva geralmente estão envolvidos com inovações educativas e se destacam da maioria (JIMÉNEZ e DÍAZ, 2003), o que nos leva a crer que os estímulos à argumentação também são parte do treino e reflexão da profissão de professor.

É importante que os professores construam estratégias de ensino que tenham como objetivo a argumentação (JIMÉNEZ e DÍAZ, 2003). As perguntas feitas pelo professor em sala de aula podem ser decisivas. Perguntas de memorização são menos interessantes que perguntas como as citadas acima, pois dão muito foco aos nomes de conceitos sem exigir a compreensão do aluno (KRASILCHIK, 2008). Além disso, é importante que o professor consiga mostrar ao aluno, a partir de argumentos, como os conceitos científicos são articulados e quais as justificativas para o conhecimento científico estabelecido hoje (RUSSEL, 1983).

Tendo em vista o que foi abordado nesse resgate bibliográfico, pretendemos analisar a argumentação em uma sequência de aulas de biologia. Gostaríamos de entender como a professora estimula os alunos a argumentarem, se a professora fornece argumentos, seja em sua fala, seja no material didático usado, se os alunos produzem argumentos em um exercício escrito e se é possível relacionar a argumentação fornecida nas aulas com os exercícios escritos dos alunos.

2- Objetivos

A partir da união das ideias deste trabalho, pretendemos analisar a argumentação científica em uma aula de ciências, nos momentos em que é fornecida aos alunos pelos materiais expostos e nos momentos em que os alunos se apropriam desse gênero de linguagem. Como fora dito anteriormente, a argumentação é um elemento dominante da cultura científica, sendo assim, sua prática em aulas de ciências se torna imperativa. Propomos como objetivos específicos:

- a. Identificar ações pró-argumentação pela professora durante as aulas;
- b. Identificar os argumentos fornecidos pela professora e pelo texto lido em sala durante as aulas;
- c. Identificar e classificar os argumentos produzidos pelos alunos nas respostas escritas ao exercício proposto pela professora;
- d. Relacionar os argumentos fornecidos em aula (professora e texto) com os argumentos produzidos pelos alunos.

3- Métodos

Referenciais metodológicos

a. Ações pró-argumentação

Para a análise da argumentação como ferramenta de ensino, as falas da professora foram correlacionadas com a tabela criada por Simon, Erduran e Osborne (2006). O trabalho dos autores foi escrito com base nas novas propostas de currículo na Inglaterra, que colocava o *inquiry* como novo foco das aulas de ciências no país. O trabalho desenvolvido ao longo de um ano com doze professores voluntários resultou em uma hierarquização de estratégias pedagógicas para a prática argumentativa.

O trabalho se insere na mesma linha de ensino de ciências como argumentação e defende que o ensino da argumentação promove a melhoria de vários aspectos do conhecimento. O argumento e seu processo de montagem dependem de instrução explícita e os professores precisam dominar as práticas argumentativas e trabalhá-las em sala de aula de forma gradativa (SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006).

O objetivo do trabalho era identificar quantas vezes os professores se engajavam na prática argumentativa, quão complexos foram os argumentos construídos e quantas vezes se posicionaram frente ao argumento dos alunos. A análise dos professores foi feita a partir de uma tabela previamente criada com base em outro trabalho dos mesmos autores. Por meio dela é possível entender a hierarquização das estratégias pedagógicas pró-argumentação (Tabela 01). Estamos interessados em classificar as falas da professora durante as aulas segundo os códigos propostos por esses autores.

A coluna um expressa os códigos que representam tipos de objetivos para o ensino de argumentação. Os códigos podem ser inseridos em categorias mais amplas sobre os objetivos do Ensino de ciências. A categoria falar e escutar apresenta dois códigos: “encorajar a discussão”, quando o professor indica que haverá discussão sobre o assunto e “encorajar a ouvir”, quando o professor ressalta explicitamente a importância de ouvir a opinião do outro para poder discutir sobre as suas ideias.

Algumas categorias (coluna dois) parecem óbvias quando o intuito é estimular a argumentação, como saber o que significa um argumento, construir e avaliar argumento, mas as outras categorias também são importantes, como refletir sobre o processo argumentativo ou justificar com evidências. As categorias estão dispostas em ordem hierárquica, ou seja, a prática argumentativa deve ser inserida gradativamente pela ordem hierárquica (SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006).

Tabela 01: Códigos e categorias de ação do professor consideradas pró-argumentação. Baseada na tradução de Simon; Erduran e Osborne (2006).

Códigos para as falas do professor que têm como objetivo a argumentação	Categorias de processos argumentativos refletidos nas falas do professor
Encorajar a discussão	Falar e escutar
Encorajar ouvir	
Definir argumento	Saber o que significa argumento
Exemplificar argumento	
Encorajar ideias	Posicionar-se
Encorajar o posicionamento	
Valorizar posições diferentes	
Conferir evidências	Justificar com evidências
Fornecer evidências	
Incitar o uso de justificativa	
Enfatizar a justificativa	
Encorajar melhores justificativas	
Fazer-se de advogado do Diabo	
Usar ou preparar exemplos escritos	Construir argumento
Oferecer/dar papéis a serem seguidos	
Encorajar a avaliação	Avaliar de argumentos
Avaliar argumentos	
Processo - usar de evidências	
Conteúdo - natureza da evidência	
Encorajar a antecipar contra-argumentos	Contra argumentar/debater
Encorajar o debate (através de papéis)	
Encorajar a reflexão	Refletir sobre o processo argumentativo
Perguntar sobre mudanças de opinião	

Os códigos criados serão usados de acordo com a natureza da atividade proposta. Questões que apresentam controvérsia possibilitam o estímulo de habilidades mais complexas como contra argumentar ou antecipar contra-argumentos, mas questões de resposta única não chegarão a essas etapas. O professor estimula a argumentação dos alunos e são as suas ações que são enquadradas segundo a tabela proposta.

b. Argumentação

Os trabalhos recentes sobre argumentação em salas de aula se utilizam de uma ferramenta de análise trazida da filosofia (TOULMIN, 2006). O modelo de argumento, posteriormente nomeado modelo de Toulmin, foi sugerido na obra *Os usos do argumento* (TOULMIN, 2006) tem como função quebrar as amarras da lógica formal que distanciam o pensamento cotidiano do status de argumentação (HENAO e STIPCICH, 2008). Apesar da obra ter sido originalmente escrita no contexto da argumentação legal (BRICKER e BELL, 2008), para Toulmin, argumentamos ao tentar justificar afirmações, seja sobre a possibilidade de um jogador estar ou não estar na seleção, seja sobre quais evidências levaram o cientista a concluir como algum hormônio age no organismo.

Como resultado do ataque à lógica formal, quando lançada, a obra foi criticada pelos filósofos. Entretanto, ao mesmo tempo em que foi criticada dentro da filosofia, outras áreas do conhecimento, como comunicação e direito, consideraram a obra interessante e aplicável. Em 1981, o modelo de argumento proposto na obra foi usado para caracterizar a autoridade conceitual na fala de professores de ciências (RUSSEL, 1983). Desde então vem crescendo o número de trabalhos que utilizam essa ferramenta analítica.

Jiménez e Díaz (2003) concordam com a utilização da argumentação tal como Toulmin propôs (2006), e afirmam que, apesar das falas dos alunos não serem corretas conceitualmente ou serem falaciosas segundo a lógica formal, nos servem para identificar os processos de construção do conhecimento. A argumentação em um contexto educativo não segue os mesmos padrões que a argumentação em filosofia, pois os alunos ainda não estão treinados o suficiente para apresentarem o nível de precisão e abstração exigidas na filosofia (JIMÉNEZ e DÍAZ, 2003; HENAO e STIPCICH, 2008).

Trabalhos na área revelam usos relativamente aprofundados da ferramenta, partindo do uso do padrão argumentativo de Toulmin para ressaltar a necessidade de justificar afirmações com base em evidências e teorias científicas (ZEMBAL-SAUL, 2009), chegando a analisar elementos particulares (p.ex. **refutação**) do modelo de argumentação para estabelecer o grau de elaboração dos argumentos dos alunos (ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004). Atualmente, esse modelo de argumentação tem sido endossado inclusive por documentos curriculares europeus (MARTIN e HAND, 2009).

Muitos trabalhos se fixam na possibilidade de construção de argumentos em grupo, momentos em que professor e aluno ou um grupo de alunos discute e organiza conclusões e justificativas em mais de uma pessoa (ZEMBAL-SAUL, 2009; ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004; JIMÉNEZ e DÍAZ, 2003; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006; VONAUFSCHNAITER et al., 2008). Nesses casos uma pessoa faz uma afirmação e as outras enumeram as justificativas. Também se faz possível a análise de argumentos dos alunos em trabalhos escritos. Estes consideram o argumento construído por um aluno individualmente. Em ambas as situações, entendemos que o argumento construído carrega a influência do professor e dos outros alunos durante as discussões (OROFINO et al., 2009).

O padrão argumentativo de Toulmin (2006) é formado por elementos distinguíveis (Figura 01). Ao fazer uma afirmação (**Conclusão - C**), posso ser convidado a justificá-la. Para isso, utilizo um fato (**Dado - D**) que me permite tal **conclusão** devido a uma justificativa (**Garantia - W**). Tal justificativa é embasada em conceitos, leis gerais (**Apoio - B**). Posso ainda dizer em quais condições minha afirmação é falsa (**Refutação - R**) e ainda delimitar qual é a força da **conclusão** a partir da justificativa apresentada (**Qualificador - Q**).

Figura 01. Esquema de argumento segundo o padrão de Toulmin (2006).

Quando construímos um argumento segundo esse padrão conseguimos evidenciar os elementos descritos. De forma ilustrativa: afirmo que não sairei de casa hoje (**Conclusão**). Ao me perguntarem por que, respondo: pois chove lá fora (**Dado**). Se meu interlocutor não se sentir satisfeito com minha resposta, lhe digo: Já que sei que se sair, certamente me molharei (**Garantia**), uma vez que a chuva é feita de água e a água molha (**Apoio**). Consigo dizer convicta que certamente (**Qualificador**) não sairei de casa devido à certeza de que a água molha, a menos que ache um guarda-chuva, uma capa e um par de galochas (**Refutação**).

Da forma como descrita, fica implícito que argumentar é um processo de justificar asserções a partir de **dados**, **garantias** e **apoios** para convencer um determinado público. Sendo assim, quanto mais elementos combinados um argumento apresentar, mais forte ele será (SAMPSON e CLARK, 2008). Ao lermos a explicação dada pelo autor (TOULMIN, 2006), podemos identificar melhor cada elemento do padrão.

Os **dados** são os fatos que relacionamos a uma afirmação (Pp. 140), “Em cada caso, uma asserção original apoia-se em fatos apresentados que se relacionam a ela”. As **garantias** são informações adicionais que permitem a ligação do fato à afirmação feita (Pp. 141): “Temos sim de apresentar proposições de um tipo bem diferente: regras, princípios, licenças de inferência [...] desde que não sejam novos itens de informação”; ou ainda (Pp. 140) “Pode acontecer de alguém nos pedir não que acrescentemos novas informações factuais, além das que apresentamos, mas que indiquemos a relação que os **dados** já apresentados têm com nossa conclusão.”.

O **apoio** são as regras gerais que permitem a construção da **garantia** (Pp. 148): “[...] por trás de nossas garantias normalmente haverá outros avais, sem os quais nem as próprias garantias teriam autoridade ou vigência”. Os **qualificadores** são responsáveis pela força desse argumento construído (Pp. 145): “[...] pode ser preciso acrescentar alguma referência explícita ao grau de força que nossos **dados** conferem à nossa alegação em virtude de nossa garantia”. Por fim, a **refutação** é responsável pelo descrédito da **garantia** apresentada (Pp. 145): “[...] indicam circunstâncias nas quais se tem de deixar de lado a autoridade geral da garantia”.

Ou seja, há algo expresso nos **dados** ou na **garantia** que delimita a amplitude do argumento. Quando a **garantia** dá tom de certeza à afirmação construída devido a uma lei geral positiva, o **qualificador** será “certamente”. Haverá casos em que essa certeza não poderá ser expressa, logo, o locutor deve expressar o termo que caiba à **garantia** dada, como possivelmente, provavelmente, certamente não, etc.

Em outro momento, a distinção entre o **apoio**, o **qualificador** e a **refutação**, respectivamente, também nos ajuda a compreender melhor o papel desses elementos:

[...] uma coisa são os motivos para considerar aceitável uma garantia, outra coisa é a força que a garantia empresta a uma conclusão e uma terceira coisa são os tipos de circunstâncias excepcionais que, em casos específicos, podem refutar as suposições criadas pela garantia. (Pp. 153).

O uso do padrão de argumentação de Toulmin permite uma análise quantitativa e qualitativa dos argumentos (DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006). Porém, ao considerar a referência de análise dos argumentos percebemos que a identificação dos mesmos é dificultada na análise (ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004), pois muitas vezes se faz confusão sobre o que seriam **dados**, **garantias** ou **apoios** na fala dos alunos. Em sua obra, Toulmin reconhece tal dificuldade, mas indica uma forma de tentarmos resolvê-la:

Será que sempre percebemos claramente se um homem que desafia uma asserção pede que o adversário lhe apresente ou os dados ou as garantias que autorizam os passos? Em outras palavras: há meios para distinguirmos claramente entre a força de (a) ‘o que você tinha pra seguir em frente?’ e (b) ‘como você chegou aí?’ [...] De qualquer modo, temos de entender que é possível, em algumas situações, distinguir claramente entre duas funções lógicas diferentes; e pode-se começar a perceber a natureza desta distinção, se se comparam duas sentenças como (a) ‘sempre que A, alguém constatou B’ e (b) ‘sempre que A, pode-se assumir que B’. (pp. 142)

Sobre a dificuldade de diferenciar **garantias** de **apoios**, o autor comenta que (Pp. 151) “[...] estas confusões só surgem quando as diferenças são mascaradas pelas nossas formas de expressão”.

O autor dá o seguinte exemplo:

Petersen é sueco;
A proporção de suecos católicos romanos é zero;
Logo, com certeza, Petersen não é católico romano.

Petersen é sueco;
Um sueco não é, com certeza, católico romano;
Logo, com certeza, Petersen não é católico romano. (Pp. 158)

Enquanto o primeiro argumento é expresso na forma “D, B, logo C”, o segundo é expresso na forma “D, W, logo C”, pois se trata de uma generalização a partir do **apoio**, que, por sua vez, é o próprio conceito:

Afirmar o apoio para nossa garantia, neste caso, envolve, inevitavelmente, a menção a Atos do Parlamento e coisas semelhantes, e essas referências destroem a elegância formal do argumento. Também em outros campos, mencionar explicitamente o apoio para a nossa garantia – quer assumamos a forma de relatórios estatísticos, apelos aos resultados de experiências ou referências a sistemas taxonômicos – nos impedirá de escrever o argumento de forma tal que ele seja evidentemente válido só pelas propriedades formais. (Pp.176).

O modo “D, W logo C” expressa, quando comparado ao modelo de argumento silogístico, a premissa menor, a premissa maior, logo a **conclusão**. Como consequência, atende às necessidades para ser considerado válido em forma. Quando se apresenta D, B logo C, isso se perde, e mesmo que conceitualmente o argumento seja correto, perde a elegância e a validade formais. O modelo apresentado (Figura 02), portanto, não deixa espaços para ambiguidades entre **garantia** e **apoio**:

Figura 02: Exemplo de como o uso completo do argumento de Toulmin (2006, Pp. 159) evita confusões formais.

Quando o autor critica o silogismo por que (Pp. 170) “[...] a conclusão resulta simplesmente de se embaralhar as partes das premissas e de rearrumá-las num outro molde”, faz uma crítica ao modelo de argumentação tradicional. Porém, na área de educação essa discussão não cabe. A ideia proposta acima é válida no momento de construção de um argumento, quando o locutor tem consciência de que está construindo um argumento embasado em conceitos ou leis gerais e generalizações a partir desses conceitos e leis.

O formato linguístico do argumento proposto por Toulmin (2006) não é nem único nem consensual. Esse modelo foi usado inicialmente por possibilitar uma análise crítica das afirmações científicas (RUSSEL, 1983). A argumentação é importante não só para os contextos científicos, mas para todos os contextos da vida do aluno (OSBORNE; ERDURAN; SIMON, 2004) e é desenvolvida na escola em diferentes momentos e disciplinas, não cabendo às aulas de ciências a sistematização linguística de argumentos.

Seria suficiente se conseguíssemos identificar se os alunos conseguem justificar suas afirmações e não restringirmos à figura da **garantia**, pois alguns alunos utilizam o **apoio** ao invés da **garantia** ou se limitam a explicitar o **dado** que permite determinada **conclusão**. Tal movimento é compreensível se relembrarmos que os alunos não aprendem esse modelo de argumentação. No nível linguístico que utilizamos a ferramenta estabelecida por Toulmin (2006), independe se consideraremos a fala do aluno como **garantia** ou **apoio**. Estamos preocupados em entender se o aluno é capaz de justificar suas afirmações a partir de conhecimentos científicos, independente se ele o fará pela generalização de um conceito ou pelo próprio conceito.

Apesar da explicação acima sobre o significado de cada elemento do argumento deixar aparentemente clara a diferença entre a **garantia** e o **apoio**, muitos pesquisadores relatam a dificuldade de diferenciá-las no momento da análise de uma fala ou de um texto escrito (cf. JIMÉNEZ e DÍAZ, 2003; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006, HENAO e STIPCICH, 2008). Propusemos, para esse estudo em particular, uma simplificação do modelo de argumento utilizado para a análise, unindo **garantia** e **apoio** em um só elemento, chamado de **justificativa** (Figura 03). Dessa forma, assim como diversos autores fizeram (DRIVER; SIMON; OSBORNE, 2000; JIMÉNEZ; PÉREZ; CASTRO, 1998; DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000; VILLANI e NASCIMENTO, 2003), adaptamos o modelo às nossas necessidades refletindo o desenho experimental e os objetivos dessa pesquisa (SAMPSON e CLARK, 2008).

Figura 03: proposta de modelo de análise de argumento para a situação estudada. Modelo derivado o modelo proposto por Toulmin (2006), com simplificações que ignoram a natureza da justificativa.

A literatura sobre argumentação aponta como principal crítica ao modelo de Toulmin a desconsideração do contexto de produção dos argumentos e a falta de precisão para julgá-los (NASCIMENTO e VIEIRA, 2008). A obra compreende uma discussão sobre a “campo-dependência” dos elementos do argumento, mas segundo Sampson e Clark (2008), o modelo em si nos dá poucas informações sobre essa característica dos elementos. Sendo

assim, nos restam dúvidas de como as informações conceituais se relacionam (SAMPSON e CLARK, 2008).

Segundo alguns autores, o modelo nos permite encaixar informações independente de sua relevância ou coerência (SAMPSON e CLARK, 2008; HENAO e STIPCICH, 2008; ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006). Porém, autores que se debruçaram sobre a epistemologia e filosofia das ciências afirmam que isso se deve a um esvaziamento do conteúdo da obra de Toulmin (2006) que nos leva a usar incorretamente o modelo como um quebra-cabeça (BRICKER e BELL, 2008).

Concordamos com a importância da argumentação na ciência e queremos entender como o aluno consegue veicular os conhecimentos de aula, sem nos preocuparmos se o aluno é capaz de seguir regras formais de argumentação, sejam essas regras quais forem. Além disso, concordamos com Bricker e Bell (2008) sobre a contextualização das análises. Sendo assim, propomos abaixo o uso da ferramenta de acordo com nossos objetivos de pesquisa.

Fatores condicionantes da pesquisa

Neste trabalho usamos como corpo de dados a transcrição de seis aulas de genética e exercícios escritos pelos alunos do 3º ano do Ensino Médio. Os dados foram coletados no primeiro semestre de 2008, na Escola de Aplicação da Universidade de São Paulo. Na época da coleta, eu atuava como estagiária de Iniciação Científica pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. A sequência didática acompanhada material de análise para três pesquisas: o projeto de doutorado da professora de Biologia, um projeto de mestrado em andamento e o meu projeto de iniciação científica.

Minha participação nas aulas foi neutra, auxiliando nas gravações de áudio e vídeo, junto com o pesquisador do projeto de mestrado em curso. Acompanhamos duas turmas de 3º ano do Ensino Médio ao longo do semestre e arquivamos os registros de áudio e vídeo. O projeto de iniciação científica teve fim no ano de 2009 e tratou sobre o uso de modelos em aulas de ciências como auxiliador à argumentação.

A professora de Biologia era também aluna de doutorado integrante do laboratório de pesquisa. As discussões quinzenais sobre a argumentação em sala de aula eram embasadas na literatura corrente sobre o assunto e os projetos de pesquisa surgiam influenciados pelas discussões. A professora, naquela época também pesquisadora, teve sua prática didática influenciada pelas leituras e discussões do grupo.

O projeto de pesquisa apresentado neste trabalho de mestrado é resultado da análise posterior da sequência didática e da identificação do potencial que essa sequência tinha para ser analisada. Logo, a construção do projeto foi posterior à coleta de dados. Isso torna o caminho do tratamento e da análise dos dados limitado ao existente e impossibilita algumas abordagens comuns na área de educação, como entrevistas com os sujeitos de pesquisa ou testes pré e pós-sequência.

Situação estudada

A sequência de interesse se passou na Escola de Aplicação da Universidade de São Paulo. Na ocasião da coleta de dados, a Escola de Aplicação atendia a cerca de 740 alunos distribuídos por todas as séries do ensino básico. Cada nível escolar era composto de duas turmas de aproximadamente 30 alunos cada. A duração normal de cada aula, independente da disciplina, era de 50 minutos e eram ministradas duas aulas semanais de biologia para cada turma.

Registramos uma sequência de aulas de genética no 3º ano do Ensino Médio (Tabela 02), em ambas as turmas (I e II), totalizando aproximadamente 60 alunos. No ensino médio os alunos são responsáveis por se deslocarem até as salas de aula específicas, sendo que cada disciplina tem uma sala própria. A sala de biologia é chamada de sala ambiente, composta por uma parte de sala de aula tradicional (com carteiras enfileiradas de frente para uma lousa) e outra parte com duas bancadas de laboratório, o que permite maior integração entre os ambientes, pois a professora pode mesclar as aulas em ambos os locais sem precisar deslocar os alunos pela escola. As paredes opostas da sala têm lousas, o que permite à professora utilizar recursos visuais em ambos os locais da sala.

Tabela 02: Sequência de aulas das duas turmas de 3º ano do Ensino Médio registradas.

Data	Nº	Conteúdo de aula
02/04/2008	1	Texto: “A descoberta da célula”. Discussão das questões propostas para casa.
07/04/2008	2	Discussão sobre o texto (continuação). Discutir a ideia de que todos os seres vivos são formados por células.
09/04/2008	3	Aula expositiva (em multimídia): ciclo celular, estrutura do núcleo celular, organização dos cromossomos durante o ciclo celular.
14/04/2008	4	Aula expositiva (em multimídia): classificação dos cromossomos, cariótipo e idiograma, doenças cromossômicas. Exercício para casa: montagem de idiogramas.
16/04/2008	5	Aula de leitura e discussão: “A descoberta do DNA”, estrutura do DNA.
21/04/2008	6	Feriado de Tiradentes.
23/04/2008	7	Aula de leitura e discussão: DNA como material hereditário, por que o DNA foi considerado o portador das informações hereditárias?
28/04/2008	8	Aula de leitura e discussão: DNA como material hereditário, "por que o DNA foi considerado o portador das informações hereditárias?"; Aula expositiva (em multimídia): ciclo celular (fase S, duplicação do DNA). Por que ocorre a duplicação do DNA no ciclo celular? Por que ocorre a duplicação do DNA na meiose?
30/04/2008	9	Montagem do modelo estrutural de DNA e RNA.
05/05/2008	10	Aula de revisão. Resolução de dúvidas dos alunos.
07/05/2008	11	Avaliação individual.

As aulas de biologia nesse período foram registradas em áudio e vídeo. Em todas as aulas foram utilizadas duas câmeras fixas opostas em uma das diagonais da sala e diversos equipamentos de captação de áudio espalhados por entre as carteiras. As aulas foram transcritas na íntegra por meio dos registros de áudio e vídeo, de forma a garantir uma maior acuidade nas transcrições (Apêndices 02 e 03)¹. As transcrições foram literais, o mais próximo da linguagem oral usada. Trechos inaudíveis na transcrição foram indicados com a expressão “inaudível” para que fique claro que algo foi dito, mas a qualidade do registro não permitiu a transcrição. A fala muitas vezes é entrecortada, logo usamos “(...)” para indicar longas pausas e reproduzimos as hesitações da professora com as expressões “Éhh” e “Ãhh”. O foco das transcrições foi a fala da professora. Optamos pela esquematização em turnos de fala e apresentamos a contagem em minutos de cada aula.

O tema da sequência didática foi citologia, compreendendo desde as funções celulares, o núcleo celular, o ciclo celular, os cromossomos até a estrutura do DNA. O registro das aulas teve início no dia 02/04/2008, quando a professora introduziu o tema citologia e terminou em 05/05/2008, na última aula antes da avaliação individual (ver Tabela 02). As seis aulas escolhidas para análise foram um grupo de aulas de leitura dialogada de um texto formulado pela professora.

¹ Nas transcrições, para preservar a identidade dos alunos, todos os alunos do sexo masculino foram renomeados João e todas as alunas do sexo feminino foram renomeadas Maria. Essa escolha metodológica foi feita porque as análises que realizamos neste trabalho não consideraram a fala dos alunos durante as aulas um dado relevante para nossos objetivos.

Estamos interessados nas aulas em que a professora trata da importância e da função do material genético nas células (aulas 5, 7 e 8; Tabela 02). O dia 21/04/2008 foi nomeado como aula 6 apesar de ser feriado comemorativo do Dia de Tiradentes, logo, as aulas analisadas são a 5, 7 e 8, mas representam uma sequência direta das aulas das turmas analisadas. Para facilitar a leitura e a diferenciação das aulas analisadas, renomeamos as aulas de interesse dessa pesquisa (Tabela 03).

Tabela 03: Renomeação das aulas de interesse para facilitar a identificação. Cada aula foi ministrada na turma I e na turma II, totalizando seis aulas para as análises aqui propostas.

Dia da aula e turma	Nome
Aula 16/04 – 3° ano I	5I
Aula 16/04 – 3° ano II	5II
Aula 23/04 – 3° ano I	7I
Aula 23/04 – 3° ano II	7II
Aula 28/04 – 3° ano I	8I
Aula 28/04 – 3° ano II	8II

O esquema das aulas é parecido nas duas turmas, mas há pequenas diferenças de organização das aulas devido ao uso do tempo. As aulas foram divididas em etapas para facilitar a identificação dos trechos de interesse para análise (Tabela 04). A aula 5 (tanto na turma I como na turma II) começa com o fechamento da aula anterior. A professora recolhe e corrige oralmente os exercícios que passou para os alunos sobre idiogramas². Após recolher e corrigir oralmente os exercícios, a professora distribui um novo texto aos alunos, intitulado “A descoberta do DNA” (Anexo 01).

O texto composto pela professora era estruturado em três tópicos de frases curtas que faziam referências a diversos eventos históricos acompanhados do ano em que ocorreram, formando uma linha do tempo (Anexo 01), além de sintetizar resultados de experimentos. A elaboração do texto foi a partir do livro didático utilizado naquele ano e de uma apostila do curso de Biologia Molecular para a graduação em Ciências Biológicas da Universidade de São Paulo.

A sua leitura, tanto na aula 5I como na aula 5II é iniciada pela leitura e explicações do item 1 seguida pela leitura e explicações do item 3. O texto é lido pela professora que

² Idiograma: A representação diagramática do cariótipo de um organismo, conjunto dos cromossomos de um organismo organizados por número, tamanho e forma dos tipos de cromossomos presentes. É utilizado para identificar anormalidades no número ou morfologia dos cromossomos (MCENTYRE e OSTELL, 2006).

completa as informações de cada tópico oralmente. Toda a leitura é feita de forma dialogada, a professora pergunta aos alunos conhecimentos explicados anteriormente e fornece informações novas.

Tabela 04: organização e divisão do tempo nas aulas de interesse. Cada aula é composta de etapas parciais que compõem aulas de 50 minutos. A aula 5I é exceção e apresenta um total de 55 minutos de aula.

Aula	Tempo (minutos)	Fase da aula
5I	10	Correção de exercício – recolhe e corrige em voz alta.
	20	Leitura de texto - itens 1 e 3.
	5	Encenação da molécula de DNA pelos alunos.
	20	Leitura de texto - item 2.1.
5II	20	Correção de exercício – recolhe e corrige em voz alta.
	25	Leitura de texto - itens 1 e 3.
	5	Encenação da molécula de DNA pelos alunos.
7I	30	Leitura de texto - item 2.2.
	20	Discussão entre os alunos.
7II	15	Revisão de conceitos das aulas anteriores.
	35	Leitura do texto - item 2.
8I	20	Discussão em sala sobre as respostas dos exercícios.
	10	Tempo para reformulação das respostas individualmente.
	20	Início do próximo trecho da sequência didática
8II	30	Discussão da questão em grupos de quatro alunos.
	20	Discussão em roda sobre as respostas dos exercícios.

Após a leitura desses dois tópicos, a professora propõe uma encenação aos alunos. Os alunos se levantam e se deslocam ao outro ambiente da sala de aula. Formam duas filas paralelas e os alunos participam como nucleotídeos de uma molécula de DNA. Nessa fase da aula percebe-se bastante agitação por parte dos alunos. A professora aumenta o tom de voz para ser ouvida, precisa chamar a atenção da turma e acaba explicando apenas para um grupo de alunos mais atentos à sua fala.

A aula 5II acaba logo após a encenação do DNA, enquanto que na aula 5I, após a encenação ainda restam quase 20 minutos da aula. A professora decide seguir com a leitura passando para o item 2.1 do texto. Na leitura desse item a professora explica uma sequência de experimentos de biologia molecular da primeira metade do século XX. A professora, da mesma forma que nos outros itens, intercala a leitura dos tópicos com explicações de cunho histórico e narrativo e com perguntas aos alunos. Ao final da explicação do item 2.1 do texto, a professora propõe uma questão para ser entregue na aula seguinte. A questão proposta

nesse momento da aula é restrita ao primeiro experimento relacionado ao tema, pois a leitura do texto avançou apenas até ele. Os alunos copiam a questão e a aula acaba.

Na aula 7I, os alunos chegam e se organizam. A professora comenta que a questão não será entregue naquele momento e retoma a leitura do texto. A professora faz a leitura do texto da mesma forma que na aula anterior, mesclando narrativas com perguntas aos alunos. Após a leitura do item 2.2, a professora propõe uma nova questão, mais geral, que envolve os trechos de todo o item 2. Os alunos são instruídos a se juntarem com até três colegas para discutir e responder uma nova questão, mais abrangente e que envolve os dois experimentos relacionados ao tema. A professora circula entre os grupos e auxilia a discussão dos alunos. Ao final da aula, a professora indica que essa nova questão deve ser respondida individualmente e entregue na aula seguinte pelos alunos.

A aula 7II é diferente da aula 7I devido ao tempo utilizado na aula 5II. A professora lê o item 2 do texto na íntegra e propõe direto a questão mais abrangente aos alunos: “Por que as conclusões dos experimentos 1 e 2 (que o DNA é o princípio transformante e que o DNA do vírus penetra na bactéria) permitem afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias?”. Os alunos copiam a questão e têm como tarefa, responder a questão para a aula seguinte.

A aula 8I tem seu início dedicado à discussão da questão. A professora mantém as carteiras em fileiras, mas pergunta aos alunos quem gostaria de ler a questão em voz alta. Alguns alunos leem suas respostas, a professora reexplica alguns conceitos e dá tempo aos alunos para que reformulem suas questões escritas. Após a reformulação das respostas, a professora recolhe os exercícios e muda o assunto da aula, seguindo para o próximo tema da sequência geral.

A aula 8II é inteiramente dedicada à discussão da questão. A professora organiza os alunos em grupos de quatro alunos e dá aproximadamente 30 minutos para que discutam a questão. Após esse tempo, a professora reestrutura a sala em uma grande roda de discussão e chama os alunos pontualmente para mostrarem suas respostas e incita a discussão. Após a discussão a professora indica aos alunos que entreguem suas respostas.

Os exercícios escritos feitos pelos alunos foram recolhidos pela professora e contavam pontos, valiam nota na média do semestre. Estes foram reproduzidos (Anexo 02) para evitar que a análise fosse contaminada por julgamentos subjetivos como: letra,

tamanho e estado de conservação da folha. Os erros de português (ortografia e gramática) foram mantidos, pois nossa intenção é avaliar exatamente o que foi escrito pelo aluno.

A análise em trabalhos sobre situações de ensino e discurso geram questões metodológicas que vão desde como organizar os dados até como representá-los por meio de inscrições (cf. JIMÉNEZ e DÍAZ 2003). Estamos interessados em três pontos da sequência registrada: as ações pró-argumentação da professora ao longo das aulas de interesse, os argumentos fornecidos pela professora e pelo texto ao longo das aulas e os exercícios escritos entregues pelos alunos à professora ao final das aulas de interesse.

Análises

Ao fim do processo de seleção dos dados a serem analisados neste projeto somam-se seis aulas de 50 minutos cada, o texto original usado pela professora em sala durante as aulas e as respostas dos alunos à questão proposta pela professora. As aulas foram transcritas a partir dos arquivos de áudio e vídeo, conforme apresentaram melhor qualidade. A transcrição das aulas (Apêndices 02 e 03) foi organizada em uma tabela dividida em minutos. As falas foram separadas em turnos, estabelecidos de acordo com a pausa entre falas ou mudança de locutores. As falas da professora foram identificadas com a letra P e as falas de alunos foram identificadas com a letra A. Uma coluna de observações compõe a tabela e indica informações sobressalentes que podem ser de interesse. Por fim, a coluna ações pró-argumentação identifica quais as falas da professora foram consideradas ações pró-argumentação.

O texto fornecido em aula não sofreu nenhuma mudança estrutural, gramatical ou conceitual para que fosse analisado (Anexo 01). As respostas dos alunos foram reproduzidas em meio digital para evitar parcialidades nas análises, a gramática, ortografia e concordância do texto foram mantidas conforme seus originais. As respostas são apresentadas no Anexo 02 e são acompanhadas de suas reestruturações segundo o modelo de Toulmin (2006).

As transcrições das aulas serviram a dois objetivos: a identificação das ações pró-argumentação da professora e os argumentos construídos por ela durante as aulas. O texto original lido em aula foi usado para identificar os argumentos fornecidos por esse texto nas

aulas. As respostas escritas pelos alunos foram usadas na identificação de argumentos e sua complexidade estrutural e conceitual. A relação entre argumentos fornecidos e produzidos foi feita posteriormente às análises dos argumentos.

a. Ações pró-argumentação

Para o primeiro objetivo deste trabalho, identificar ações pró-argumentação da professora, quantificamos quais ações a professora apresentou segundo a tabela (página 23) criada por Simon, Erduran e Osborne (2006). As falas da professora foram analisadas para identificar se ela agia segundo os códigos propostos pelos autores. Cada fala foi contabilizada como uma ocorrência, podendo haver mais de uma ocorrência de cada código durante o tempo de uma aula (Apêndices 02 e 03). Apresentamos nos resultados deste trabalho a quantificação das ações identificadas seguidas por exemplos de cada uma das ações.

b. Argumentos fornecidos

Para o segundo objetivo deste trabalho, identificar com o modelo de Toulmin os argumentos fornecidos pela professora e pelo texto lido em sala durante as aulas analisadas, quantificamos e qualificamos os argumentos fornecidos. Os dados representativos para esse trecho da análise são as transcrições das falas da professora (Apêndices 02 e 03) durante as aulas da sequência e o texto usado durante a mesma.

Os argumentos produzidos pela professora foram identificados na leitura das transcrições. Toda afirmação defendida por **dado** ou **justificativa** foi considerada um argumento, porém, afirmações sem **justificativa** não foram contabilizadas. A identificação dos argumentos fornecidos pela professora foi individual e seguiu o padrão indicado na literatura de identificar a afirmação principal como **conclusão** e a partir dela elencar o que seriam **dados**, **garantias** ou **apoios** (cf. ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004).

Os argumentos da professora foram categorizados por tema e quantificados. Os temas são os assuntos sobre os quais a professora fala em seus argumentos. Por exemplo, diferenciamos momentos em que a professora fala sobre a estrutura molecular do DNA de momentos em que a professora fala sobre a função do DNA na célula. Os dois assuntos citados são diferentes, logo, formam categorias temáticas diferentes.

Essa categorização permite explorar os trechos das explicações em que a professora forma argumentos (Apêndice 04). A divisão por temas nos permite identificar qual assunto é mais estruturado em forma de argumentos e que tipo de informação entra na aula da professora como afirmação baseada em evidência. Essa categorização também permite a relação entre os temas que a professora fala e os temas que o aluno usa em suas respostas.

A mesma categorização por temas foi seguida na análise do texto. Os argumentos do texto foram identificados da mesma maneira que os argumentos da professora e os temas dos argumentos encontrados foram incorporados à categorização por temas feita para as falas da professora. Temas presentes no texto e ausentes nas falas da professora nos fizeram adicionar categorias para podermos, da mesma forma, identificar quais informações foram veiculadas em forma de afirmações baseadas em evidências.

Apresentamos nos resultados a quantificação dos argumentos da professora separados por categoria e por turma, além de um exemplo de cada categoria. Os argumentos do texto são apresentados na íntegra nos resultados, uma vez que o texto é curto.

c. Argumentos produzidos

Para o terceiro objetivo deste trabalho, identificar com o modelo de Toulmin os argumentos produzidos pelos alunos nas respostas escritas ao exercício proposto pela professora, os dados representativos são as respostas a uma pergunta após a sequência didática que os alunos deveriam fazer individualmente e entregar para a professora. Ignoramos a avaliação feita pela professora, uma vez que a avaliação naquele momento tinha objetivos diferentes dos objetivos de análise presentes. A avaliação escolar tem múltiplas funções (KRASILCHIK, 2008) e não cabe a nós, neste momento, discutirmos as notas dadas pela professora naquela ocasião.

Em alguns trabalhos de pesquisa da área que apresentam análises de textos produzidos pelos alunos os autores indicam o uso aliado das transcrições com os áudios e vídeos para identificar, no tom de voz, a força persuasiva das afirmações (ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006). Na sequência didática analisada, as discussões de aula fazem parte do processo de formação das respostas e podem não ser coerentes com a resposta final escrita pelos alunos, portanto, as discussões de sala de aula não serão levadas em consideração na análise das respostas dos alunos.

Analisamos, portanto, as resposta escritas dos alunos (Anexo 02). Essa análise é vantajosa, pois a linguagem escrita tende a ser mais objetiva quando comparada com a linguagem oral (OLIVEIRA e CARVALHO, 2005). Nas discussões orais a fala é entrecortada, com sobreposições dos colegas e do professor, enquanto que na linguagem escrita o aluno faz um monólogo pensado, mais elaborado (CARLSEN, 2007). Além disso, o trabalho individual é mais fácil de ser examinado, pois o “argumento”³ construído pelo aluno é individual, evitando discutir aqui se é possível ou não a construção de argumentos em grupo ou apenas sozinho.

As respostas dos alunos foram reestruturadas segundo o padrão de argumento de Toulmin (2006) para que fossem analisadas. A reestruturação das respostas em argumentos no formato de Toulmin (2006) significa a transformação das sentenças que compõem a resposta do aluno na ordem dos elementos propostos pelo autor.

Em um trabalho de revisão sobre as diferentes análises de argumentação, Sampson e Clark (2008) analisam um argumento hipotético sob diferentes óticas de pesquisa. Fica claro nesse trabalho que existe uma reestruturação da fala dos alunos em argumentos no formato de Toulmin e que essa reestruturação respeita as relações sintáticas indicadas pelo aluno. Optamos pela mesma abordagem e reestruturamos os argumentos de acordo com as relações explicitamente marcadas no texto do aluno.

A estruturação dos argumentos levou em consideração as relações sintáticas presentes no texto dos alunos. Só estruturamos as frases em **dado** e **conclusão** caso fosse identificada uma relação de causa e consequência. Relações desse tipo são marcadas por conjunções específicas, por exemplo: porque, já que, pois, uma vez que, visto que ou

³ A palavra argumento foi colocada entre aspas nesse contexto para deixar explícito que os alunos não tomam conhecimento do padrão de argumento usado na análise. Porém, argumentar é uma ação maior, na qual justificamos nossas decisões e atitudes. Nesse trecho, a palavra argumentar tem esse sentido.

outras⁴. Quando houve enumeração de fatos sem nenhuma relação de causa e efeito explicitada pelo uso das conjunções corretas, não reestruturamos o argumento.

Esse processo de reestruturação é bastante interpretativo (JIMÉNEZ e DÍAZ, 2003; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006; VONAUFSCHNAITER et al., 2008), podendo gerar dúvidas quando feito individualmente. Tais confusões são explicitadas em exercícios plenamente gramaticais, pois em português, assim como no inglês, uma mesma sentença pode servir a mais de uma função – **dado**, **garantia** ou **apoio** (TOULMIN, 2006 pp.142). Alguns autores se utilizam de pessoas que atuam como codificadores independentes e comparações entre as classificações dos codificadores (ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004), porém, para este trabalho, fizemos uma codificação em dupla.

A codificação em dupla foi consensual, ou seja, os codificadores discutiram cada argumento formulado até que chegassem a um acordo sobre a estruturação do argumento. Este método permite aos codificadores discutirem suas escolhas, possibilitando um refinamento na análise (cf. DAWSON e VENVILLE, 2009). Os argumentos foram analisados independentemente por dois codificadores, duas vezes (codificação, discussão, nova codificação após um mês) Os argumentos discrepantes foram discutidos até um consenso. Apesar desse e outros trabalhos (cf. SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006) mostrarem uma porcentagem de similaridade, porém, não há explicação sobre como essa similaridade é medida. Dessa forma, optamos por utilizar apenas a fase consensual.

O processo de reestruturação das respostas dos alunos ocorreu de maneira diferente da reestruturação dos argumentos da professora e do texto. Os argumentos em textos mais longos apresentam mais de uma afirmação e são considerados mais subjetivos. Diferentes trabalhos apresentam propostas de codificação (SAMPSON e CLARK, 2008) para textos como as respostas dos alunos.

A reestruturação era iniciada sempre a partir da identificação da **conclusão** do argumento (cf. ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004), de forma a clarificar o papel das outras sentenças de um mesmo parágrafo da resposta em torno da afirmação. Os **dados** geralmente são precedidos no argumento por palavras como ‘por que’, ‘uma vez que’ e ‘como’. Já as **garantias**, quando presentes, são frases ou sentenças que ligam os **dados** à **conclusão** (SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006). Como afirmado anteriormente, adaptamos o modelo proposto por Toulmin (2006). Consideramos o modelo mais simplificado (Figura

⁴ Para maiores esclarecimentos sobre as relações sintáticas buscadas no texto, indicamos Neves (2000).

03, pp. 20), em que **garantia** e **apoio** aparecem unidos em um elemento chamado **justificativa**.

Para facilitar a leitura, criamos alguns códigos de estruturação dos argumentos. Trechos entre colchetes significam adições nossas ao texto do aluno para que este se torne inteligível. Quando cortamos o texto do aluno, colocamos o símbolo '(...)' indicando tal corte. Finalmente, trechos em negrito são identificações pontuais de erros conceituais (Figura 04).

Figura 04: Argumento hipotético para ilustrar os códigos usados. Informações entre colchetes são inserções nossas, o símbolo (...) indica corte na escrita do aluno e trechos em negrito apontam erros conceituais.

Com o intuito de validar a reestruturação dos argumentos, fizemos um esforço de contextualização de nossas análises (BRICKER e BELL, 2008). Após a reestruturação dos argumentos dos alunos, as relações conceituais existentes em tais argumentos foram colocadas à prova. Se um argumento fosse composto por **dado** e **conclusão**, mas o **dado** proposto não fosse coerente conceitualmente com a **conclusão** que ele tentava defender, esse argumento foi considerado inválido em nossa análise. Se o argumento fosse composto por **dado**, **justificativa** e **conclusão**, tanto a relação entre **dado** e **conclusão** quanto a relação entre **dado** e **justificativa** foi colocada à prova. Todo argumento, mesmo reestruturado, correu então o risco de ser considerado inválido conceitualmente.

A proposta acima é uma tentativa de resolver uma demanda na área de pesquisa em ensino de ciências: a necessidade de desenvolvimento de estudos que busquem criar e aperfeiçoar as devidas adaptações do padrão para os contextos de salas de aula de ciências (NASCIMENTO e VIEIRA, 2008). Entendemos que, com essa forma de análise, nos livramos do risco de usar o modelo de Toulmin como um quebra-cabeça e passamos a considerar apenas os argumentos que condizem com o contexto de sua produção.

Após as duas primeiras etapas de análise, direcionamos nossa atenção ao conteúdo da questão que gerou os exercícios. Esta apresenta uma resposta esperada, ou seja, é possível indicar quais alunos entenderam a pergunta e souberam respondê-la,

diferentemente de trabalhos que analisam questões sócio científicas (temas controversos e que não apresentam resposta única, cf. DAWSON e VENVILLE, 2009; GRACE, 2009; ALBE, 2008).

Partindo do enunciado da pergunta: “Por que as conclusões dos experimentos 1 e 2 (que o DNA é o princípio transformante e que o DNA do vírus penetra na bactéria) permitem afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias?”, os alunos deveriam entender que “o DNA é o portador das informações hereditárias” é uma afirmação que deve ser justificada com base nos “experimentos 1 e 2”. Os alunos que conseguissem entender essa indicação do enunciado teriam entendido o exercício proposto pela professora (Tabela 05).

Tabela 05: chaves dicotômicas que ilustram a categorização dos argumentos produzidos pelos alunos em suas respostas.

USO DE LINGUAGEM CIENTÍFICA		
1. Compreensão da questão:		
Argumento não apresenta conclusão esperada pelo enunciado	Argumento que não responde a pergunta	
Argumento apresenta conclusão esperada pelo enunciado		2
2. Natureza do dado:		
Citação simples do experimento 1 e/ou 2; Narrativa do experimento 1 e/ou 2; Apresentação dos resultados do experimento 1 e/ou 2		3
Qualquer explicação diferente das opções acima	aluno não cumpre a tarefa	
3. Presença de justificativa:		
Argumento sem justificativa		4
Argumento com justificativa		5
4. Validade do argumento:		
Argumento válido	argumento simples e pouco complexo	
Argumento inválido	argumento com relações conceituais erradas	
5. Validade do argumento:		
Argumento válido	argumento que contempla a tarefa	
Argumento inválido	argumento considerado incorreto	
COMPREENSÃO DA TAREFA		
1. Execução da tarefa:		
Argumento que apresenta apenas um dos experimentos como evidência para a afirmação		2
Argumento que apresenta os dois experimentos como evidências para a afirmação		4
2. Quantidade de argumentos na resposta:		
Aluno que escreve apenas um argumento	aluno que não contempla plenamente a tarefa	
Aluno que escreve mais de um argumento		3
3. Soma dos argumentos de um mesmo aluno:		
Apenas um argumento responde a tarefa	aluno que não contempla plenamente a tarefa	
A somatória dos argumentos embasa a conclusão esperada nos dois experimentos		4
4. Aluno que cumpre plenamente a tarefa		

Identificamos nos argumentos dos alunos o conteúdo das diferentes **conclusões** e separamos aquelas que correspondiam ao enunciado da pergunta. Consideramos que os alunos que mostrassem em suas **conclusões** a informação sobre “o DNA ser o portador das informações hereditárias” compreenderam parcialmente a tarefa.

Relacionamos o conteúdo apresentado por esses alunos nos **dados** para defender tal **conclusão**. Consideramos que o grupo de alunos que conseguiu articular nos **dados** as informações sobre os “experimentos 1 e 2” compreenderam plenamente a tarefa.

Por fim, analisamos dentre os alunos que entenderam a tarefa qual a profundidade de articulação dos conhecimentos, pois entendemos que um aluno que cita o experimento articula menos informações do que aquele que consegue mostrar os resultados dos experimentos. Investigamos também quais alunos usaram **garantia**, como indício de melhor apropriação dos conceitos científicos pelo aluno; quais alunos estabelecem argumentos válidos, pois estamos em um contexto específico e o campo de argumentos permitido é restrito.

d. Relação entre argumentos fornecidos e produzidos

Finalmente, para o quarto objetivo deste trabalho, relacionar os argumentos fornecidos em aula (professora e texto) com os argumentos produzidos pelos alunos, os dados de interesse são todos os argumentos analisados: os da professora, os do texto e os dos alunos. Gostaríamos de verificar se há coincidências entre os argumentos fornecidos e os construídos e se é possível criar relações entre eles.

O professor atua como criador e gerenciador dos discursos implementados nas aulas de ciências (JIMÉNEZ E DÍAZ, 2003). De acordo com autores e pesquisas recentes, a argumentação deve estar presente em sala de aula (ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004) e a prática desse discurso depende do tipo de instrução dada em sala de aula (JIMÉNEZ; PÉREZ; CASTRO, 1998). Dessa forma, podemos concluir que os discursos conduzidos pelo professor são importantes para o desenvolvimento desse discurso por parte dos alunos.

A partir do momento que alguns autores entendem que o discurso argumentativo deve ser explicitamente ensinado em sala de aula (SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006), e a

partir das evidências trazidas por alguns trabalhos sobre a influência conceitual e argumentativa que o professor tem sobre os alunos (DAWSON e VENVILLE, 2009) é justificável analisar os argumentos fornecidos em aula e os argumentos produzidos pelos alunos na tentativa de identificar similaridades. O padrão de Toulmin (2006), a partir do estabelecimento de elementos do argumento, possibilita a comparação entre as falas do professor e os argumentos expressos pelos alunos ao longo dos exercícios (NASCIMENTO e VIEIRA, 2008).

Os argumentos expostos em aula foram relacionados com os argumentos construídos nas respostas dos alunos. Usamos para essa comparação as categorias temáticas criadas para os argumentos da professora e do texto. As **conclusões** dos argumentos fornecidos foram comparadas com as **conclusões** dos argumentos produzidos pelos alunos. Seguida essa fase, as categorias temáticas dos argumentos da professora foram procurados em qualquer elemento dos argumentos dos alunos. As ocorrências foram listadas e quantificadas (Apêndice 05). As categorias fornecidas que aparecem com mais frequência nos argumentos dos alunos são destacadas nos resultados, como indício de informações mais relevantes.

4- Resultados

a. Ações pró-argumentação

Seguindo a categorização feita neste trabalho (Tabela 01, página 23) foram identificados seis códigos pró-argumentação nas falas e ações da professora ao longo das seis aulas analisadas. Os códigos identificados pertencem às categorias *Falar e escutar*, *Posicionamento* e *Justificar com evidências*. No total das seis aulas a professora somou 78 ações pró-argumentação, sendo que a maior parte das ações se enquadra na categoria *Justificar com evidências* (Tabela 06).

Tabela 06: Número de ocorrências dos códigos pró-argumentação nas falas e ações da professora.

Categoria de ação pró-argumentação	Código de ação pró-argumentação	Número de ocorrências
Falar e escutar	Encorajar a ouvir	2
Posicionar-se	Valorizar posições diferentes	1
Justificar com evidências	Conferir evidências	23
	Fornecer evidências	46
	Incitar o uso de justificativa	4
	Enfatizar a justificativa	2

As ações mais frequentes da professora em sala de aula se encaixam nos códigos *conferir e fornecer evidências*, que ocorrem em todas as seis aulas analisadas. Durante a leitura do texto, a professora enfatiza como os cientistas usam as evidências para construir conclusões e os resultados de seus experimentos. Essas ações estão relacionadas com a leitura do texto, que a professora faz em voz alta completando as informações do texto com explicações conceituais.

Os outros códigos apareceram com menor frequência, pontuais em alguma das aulas. *Valorar posições diferentes*, *incitar* e *enfatizar justificativas* são identificados também relacionados à leitura e discussão do texto de base para as aulas da sequência, enquanto que *encorajar a ouvir* acontece exclusivamente na última aula, em que as turmas discutem em um grande grupo sobre a questão proposta. É importante ressaltar que todos os códigos foram identificados em ambas as turmas (Tabela 07).

Tabela 07: Exemplos de falas da professora que foram considerados códigos e categorias na proposta de Simon, Erduran e Osborne (2006).

Fala	Código	Categoria	Aula - Linha
“A composição química e a resistência à pepsina. Então vamos primeiro analisar a resistência à ação da pepsina. O que é que é a pepsina?”	Fornecer evidências	Justificar com evidências	51 - 60
“Naquela época, já se conhecia, estavam começando a entender as proteínas. Se encontravam proteínas em várias estruturas celulares, né? Então, sabia-se que a proteína estava na membrana sabiam que existiam várias proteínas no citoplasma da célula, né? Proteínas estavam em todos os lugares da célula. Então, inclusive, acreditava-se que eram as proteínas, né? Elas fazem tudo, elas estão em todas as estruturas celulares, então, talvez também sejam as proteínas as responsáveis por guardar a informação hereditária, a informação que passa (...) de uma geração para outra, né?”	Enfatizar as justificativas		5II - 58
“Então, com essas ideias em mente (...). Na verdade, naquela época também não davam muita importância para o núcleo da célula. Eles acreditavam que o núcleo não tinha muita função, né? Mas (...) esse pesquisador aqui começou a pesquisar o composto do núcleo e até achou que descobriu uma nova substância que não era proteína, por quê? Por que não era a proteína?”	Incitar a argumentação dos alunos		5II - 59
“Que a amilase vai destruir o amido. Então, se for amido. Se quando eu pegar esse princípio e juntar com bactérias R, a bactéria R vai se transformar em S?”	Evidenciar justificativa		5I - 341
“Então isso é um ponto. Outro ponto que a Maria falou lá é a composição química. Composição química ácida, rica em fósforo. Proteína tem pouco fósforo, não tem fósforo. Tem nitrogênio, mas fósforo é pobre em fósforo. E essa substância tinha fósforo. Desprovida de enxofre e proteínas geralmente tem bastante (?) enxofre. Então também a composição química, os elementos químicos encontrados nessa substância são diferentes (?) das proteínas, mesmo assim, muitos pesquisadores não acreditam nesse (inaudível) Richard. E falaram: “não, isso são proteínas que estão contaminadas com grupos fosfatos, né?”	Valorizar posições diferentes	Posicionamento	5I - 77
“Bom pessoal, quero que cada grupo exponha rapidamente pra gente poder ter a discussão, né? É (...) João começa.”	Encorajar a ouvir	Falar e escutar	8II - 16

b. Argumentos fornecidos

Argumentos da professora

Ao longo das aulas a professora constrói uma série de relações causais entre evidências e conclusões. Enumeramos um total de 73 argumentos nas seis aulas analisadas, dos quais 16 apresentaram **justificativa**. No total, os argumentos puderam ser agrupados em 24 categorias temáticas (Tabela 08; Apêndice 04). Demonstramos, por meio da categoria 1, como a reconstrução das falas da professora foi feita e como categorizamos os argumentos (ver Apêndice 04).

A categoria 1 agrupa argumentos sobre doenças cromossômicas. Tais afirmações só aparecem, pois a professora corrige alguns exercícios das aulas anteriores no começo da sequência alvo. Esta categoria é composta de quatro argumentos, sendo apenas um na turma I.

Da frase construída originalmente pela professora: “Síndrome de Down! Tinha um que era Síndrome de Down, que tinha três cromossomos 21, estava sobrando um!” a reestruturação em proposição resultou em: [**Dado**] que tinha três cromossomos 21, estava sobrando um [cromossomo], [assim], tinha uma que era síndrome de Down.

Tabela 08: Categorias temáticas dos argumentos da professora.

Categoria	Tema	Número de ocorrências		Exemplo
		3 I	3 II	
1	Doenças cromossômicas	1	3	[Dado] que tinha três cromossomos 21, estava sobrando um [cromossomo], [assim], tinha uma que era síndrome de Down.
2	Natureza da substância identificada na célula em meados de 1800	1	3	[Dado] que o composto estava presente no núcleo, [assim], o pesquisador o chamou de nucleína.
3	Possibilidade das proteínas serem o material hereditário	2	2	[Dado] que tinha proteínas em todos os lugares das células, [assim], eles começaram a dar muita importância pras proteínas.
4	Impossibilidade das proteínas serem o material hereditário	2	3	[Dadas] a composição química e a resistência da substância à pepsina, [assim], podemos concluir que essa substância é diferente de proteína.
5	Características moleculares do DNA e RNA	4	7	[Dado] que o carboidrato é desoxirribose, [assim], é DNA.
6	Carboidrato é uma macromolécula	0	1	[Dado] que as subunidades do carboidrato são os polissacarídeos, [assim], os carboidratos são macromoléculas.
7	Encenação realizada pelos alunos ao final da aula 5	2	1	[Dado] que estão em direções opostas, [assim], foram chamadas de fitas antiparalelas.

8	Nome da molécula de DNA segundo a fase em que se encontra do ciclo celular	0	1	[Dado] que a célula está na mitose, que é a divisão propriamente dita, [assim], os fios são chamados de cromossomos.
9a	Sobrevivência da bactéria no corpo do camundongo	0	3	[Dado] que se ela não tem aquela cápsula de carboidratos ela fica mais vulnerável ao ataque das células de defesa do camundongo, [assim], não causa a doença no camundongo
9b	Capacidade infectante da bactéria é devida à cápsula de carboidrato	0	5	[Dado] que elas [as bactérias S] têm uma cápsula de carboidrato em volta delas, [assim], elas causam pneumonia
10	Relação entre a linhagem de bactéria inoculada no camundongo e a sobrevivência das cobaias	2	4	[Dado] que ele inoculou os ratinhos com bactérias S vivas, [assim], o ratinho morreu.
11	Mecanismo de reprodução da bactéria do corpo do camundongo	0	1	[Dado] que a bactéria S se instala ali nas células do sistema respiratório e vai se reproduzindo, a bactéria. E aí, para, nesta reprodução, ela vai aí destruindo aí as células saudáveis do indivíduo, [assim], ela causa pneumonia
12	Nome do processo de troca de pedaços do DNA entre bactérias	0	1	[Dado] que a bactéria R foi transformada em S, [assim], eles chamam de transformação bacteriana.
13	Natureza do princípio transformante	5	4	[Dado] que ao colocar protease o princípio transformante continuou ativo, [assim], o princípio transformante não é protease.
14	Estrutura do vírus bacteriófago	1	1	[Dado] que o vírus tem uma estrutura tão simples, já que é formado por uma cápsula de proteínas e o DNA no seu interior, [assim], há uma discussão se ele é um ser vivo ou não.
15	Mecanismo de reprodução do vírus bacteriófago	0	1	[Dado] que o vírus não tem nada lá dentro, só o DNA, [assim], ele usa todo o mecanismo da célula da bactéria para sua reprodução.
16	Marcação radioativa das estruturas virais	1	2	[Dado] que se marcassem, [assim], poderiam ver o que é que entra na célula da bactéria.
17	Escolha do DNA como material genético por exclusão de outras substâncias possíveis	0	1	[Dado] que excluímos as outras substâncias, [assim], o único que pode ser o material genético é o DNA.
18	Relação entre espécie e número de bases nitrogenadas no material genético	2	0	[Dado] que a proporção de bases é constante dentro da espécie, [assim], se eu pegar diferentes órgãos ou diferentes células de vários indivíduos da mesma espécie, o número de bases é o mesmo.
19	Definição de vírus bacteriófago	1	0	[Dado] que vírus bacteriófagos são aqueles que atacam bactérias, [assim], bactérias também são atacadas por vírus.
20	Conceito de fecundação	1	0	[Dado] que junta o espermatozoide, junta o óvulo, se juntam, formam a primeira célula do indivíduo, [assim], a informação que gera um novo indivíduo vem dos gametas.
21	Importância evolutiva da transformação bacteriana	1	0	[Dado] que passando o DNA de uma pra outra, ela vai adquirir as características daquele outro DNA, [assim], essa capacidade, lá na origem da vida, que permitiu a diversidade de seres vivos.
22	DNA está relacionado às características físicas dos seres vivos	1	0	[Dado] que o DNA provocou mudanças na própria bactéria, [assim], ele está associado com as características físicas da própria bactéria.
23	DNA tem as informações hereditárias em bactérias	1	0	[Dado] que as bactérias filhas pegaram o DNA que conferiu as mesmas características da mãe, [assim], quem tem a informação que passa de uma geração pra outra é o DNA.
24	DNA ser o portador das informações hereditárias em consequência dos experimentos feitos	1	0	[Dado] o experimento, [assim], quem entra na célula e tem a informação para construir novos vírus é o DNA.

Dos 73 argumentos fornecidos pela professora, 29 foram encontrados na turma I, enquanto que na turma II foram encontrados 44 argumentos. Sobre a natureza dos argumentos, apesar das turmas terem os mesmos conceitos expostos durante as aulas, a turma I não recebeu informações em forma de relações causais para as categorias 6, 8, 9, 11, 12, 15 e 17. Já a turma II não recebeu informações em forma de relações causais para as categorias 18 até 24.

Dos 73 argumentos fornecidos pela professora, três apresentam **conclusão** semelhante à conclusão do enunciado da questão feita aos alunos. Nenhum dos três argumentos apresenta **justificativa** (categorias 17, 23 e 24). Os argumentos apresentam **dados** com conceitos diferentes entre si, o que justifica a sua classificação em categorias diferentes.

Argumentos presentes no texto lido em aula

Foram identificados sete argumentos no texto, dentre os quais apenas um apresenta **justificativa** e um apresenta **qualificador**. Os argumentos do texto foram classificados segundo as categorias criadas para os argumentos da professora, facilitando assim as análises posteriores sobre os argumentos fornecidos. Dentre os sete argumentos encontrados, quatro foram inseridos nas categorias criadas anteriormente enquanto três não apresentaram categoria equivalente à da fala da professora (Tabela 09). O texto foi distribuído e lido em ambas as turmas.

Tabela 09: Categorias temáticas dos argumentos do texto. As categorias temáticas dos argumentos do texto são as mesmas que as categorias temáticas das falas da professora.

Categoria	Tema	Frase original do texto	Argumento
3	Possibilidade das proteínas serem o material hereditário.	Nesta época, as proteínas eram as melhores candidatas para conterem as informações genéticas, por sua impressionante variabilidade de composição, estrutura e função.	Dado que tinham uma impressionante variabilidade de composição, estrutura e função, assim, as proteínas eram as melhores candidatas para conterem as informações genéticas.
10	Relação entre a linhagem de bactéria inoculada	S vivas – camundongo morre R vivas – camundongo sobrevive S mortas pelo calor – camundongo	Dado que S vivas – camundongo morre; R vivas – camundongo sobrevive; S mortas pelo calor –

	no camundongo e a sobrevivência das cobaias.	sobrevive S mortas pelo calor + R vivas – camundongo morre <u>Conclusões:</u> bactérias R vivas haviam sido transformadas em S por algum tipo de substância (“princípio transformante”) liberado pelas bactérias S mortas.	camundongo sobrevive; S mortas pelo calor + R vivas – camundongo morre, assim, bactérias R vivas haviam sido transformadas em S por algum tipo de substância (“princípio transformante”) liberado pelas bactérias S mortas.
13	Natureza do princípio transformante.	Em 1944, no laboratório de Avery, isolaram grandes quantidades desse princípio e o trataram com: Amilase: ele continuava com o princípio transformante; Proteases: ele continuava com o princípio transformante; Ribonucleases: ele continuava com o princípio transformante; Desoxirribonucleases: ele perdia o princípio transformante. <u>Conclusões:</u> Substância transformante é o DNA;	Dado que trataram o princípio transformante com: Amilase: ele continuava com o princípio transformante; Proteases: ele continuava com o princípio transformante; Ribonucleases: ele continuava com o princípio transformante; Desoxirribonucleases: ele perdia o princípio transformante, assim, Substância transformante é o DNA.
16	Marcação radioativa das estruturas virais.	1952 – Alfred Hershey e Martha Chase marcaram o DNA de vírus com fósforo radioativo e a proteínas de vírus com enxofre radioativo. Verificaram que apenas o DNA do vírus penetra na bactéria, produzindo em 30 minutos centenas de outros vírus completos. <u>Conclusão:</u> A fonte de informações hereditárias é o DNA, pois a partir dele pode ser formado tanto DNA quanto proteínas virais.	Dado que a partir do DNA pode ser formado tanto DNA quanto proteínas virais, assim, A fonte de informações hereditárias é o DNA. Isso pode ser afirmado já que Alfred Hershey e Martha Chase marcaram o DNA de vírus com fósforo radioativo e a proteínas de vírus com enxofre radioativo. Verificaram que apenas o DNA do vírus penetra na bactéria, produzindo em 30 minutos centenas de outros vírus completos.
A	Ocorrência <i>in vitro</i> da transformação bacteriana	1944 – Oswald Avery verificou que a transformação bacteriana ocorria também <i>in vitro</i> . Em meios de cultura de bactérias R misturadas com S mortas, apareciam bactérias S vivas.	Dado que Em meios de cultura de bactérias R misturadas com S mortas, apareciam bactérias S vivas, assim, a transformação bacteriana ocorria também <i>in vitro</i> .
B	Acuidade do experimento	<u>Argumentos contra:</u> a amostra poderia estar contaminada com proteínas e que estas seriam responsáveis pela transformação bacteriana.	Dado que a amostra poderia estar contaminada com proteínas e que estas seriam responsáveis pela transformação bacteriana, assim, provavelmente, o DNA não é o princípio transformante.
B	Acuidade do experimento	<u>Contra-argumento:</u> Em 1952 se conseguiram amostras com apenas 0,02% de proteínas.	Dado que Em 1952 se conseguiram amostras com apenas 0,02% de proteínas, a amostra não estava contaminada.

c. Argumentos produzidos

Análise formal das respostas

Consideramos que o enunciado da pergunta proposta aos alunos fornecia **dado** e **conclusão** de um argumento, cabendo aos alunos ressaltar a **justificativa** (**garantia** e **apoio**) que permitia a ligação entre os dois. A professora, no enunciado da questão pede para o aluno: “[...] mostrar que, tomando-se aqueles dados como ponto de partida, é apropriado e legítimo passar dos dados à alegação ou conclusão apresentada” (TOULMIN, 2006; Pp. 141).

Uma vez que a pergunta fornecida fora: “Por que as conclusões dos experimentos 1 e 2 (que o DNA é o princípio transformante e que o DNA do vírus penetra na bactéria) permitem afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias?”, esperavam-se respostas que afirmassem “o DNA é o portador das informações hereditárias dadas as conclusões dos experimentos 1 e 2 (que o DNA é o princípio transformante e que o DNA do vírus penetra na bactéria)” e apresentassem conceitos veiculados sobre ambos os experimentos para justificar a afirmação.

Dentre os 60 alunos das duas turmas do 3º ano do Ensino Médio, um total de 35 alunos entregou o exercício. Das respostas analisadas, foram estruturados 62 argumentos (Tabela 10), sendo que 29 eram compostos apenas de **dado** e **conclusão**. Um total de 33 argumentos apresentou alguma **justificativa**. Dos 62 argumentos encontrados, 15 apresentaram **qualificador** enquanto nenhum argumento apresentou **refutação** (Figura 05).

Tabela 10: Número de argumentos produzidos individualmente pelos 35 alunos da amostra. As respostas que não resultaram em argumentos são compostas de muitos erros conceituais e de escrita (Alunos 16, 19, 21 e 33).

Nº de argumentos construídos	Nº de alunos que construiu argumentos
0	4
1	13
2	9
3	6
4	3

Análise conceitual das respostas

Em diferentes momentos os alunos foram capazes de articular suas ideias possibilitando a formação de argumentos, porém as informações veiculadas eram conceitualmente equivocadas. Para evitar uma análise descontextualizada (BRICKER e BELL, 2008), avaliamos a correção conceitual dos argumentos produzidos após a formatação dos argumentos. Dessa forma, contornamos uma das críticas comuns ao modelo de argumentação de Toulmin (2006) feitas por alguns trabalhos da área (cf. ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006; VONAUFSCHNAITER et al., 2008).

Dos 62 argumentos construídos (Anexo 02), 48 apresentaram relações conceituais corretas (77%), ou seja, podem ser considerados argumentos científicos (Figura 05; Apêndice 01). Diferenciamos os alunos que apresentaram **justificativa** em seus argumentos daqueles que apresentaram apenas **dado** e **conclusão**. Comparamos dentro do grupo de alunos que escreveu argumentos com **dado** e **conclusão** (D-C), quantos alunos escreveram argumentos com **qualificador** e quantos alunos escreveram argumentos válidos. A mesma coisa foi feita com os argumentos que apresentaram justificativa (D-J-C). As barras do gráfico apresentam-se dobradas para permitir tal comparação, logo, o número total de argumentos produzidos não corresponde à somatória das barras do gráfico.

Figura 05: Número de ocorrência e validade conceitual dos argumentos de acordo com a apresentação de justificativas. D: dado; C: conclusão; J: justificativa. O gráfico permite a comparação entre os alunos que escreveram argumentos com qualificador com aqueles que escreveram argumentos válidos.

Após a análise formal dos argumentos e sua validação conceitual, prosseguimos com a verificação de quais alunos conseguiram entender e cumprir com a tarefa. Dentre os 35 alunos, consideramos que 30 deles entenderam que era necessário defender a **conclusão** “o DNA é o portador das informações hereditárias”. Ou seja, 30 alunos escreveram pelo menos um argumento com afirmação semelhante a do enunciado no lugar de **conclusão**. Houve variação entre as **conclusões**. Algumas indicavam o DNA como portador da informação hereditária, enquanto outras indicavam o DNA como transmissor dessa informação. Ambas foram consideradas coerentes com o enunciado.

Dentre os 30 alunos que apresentaram pelo menos um argumento com a **conclusão** esperada em suas respostas, selecionamos aqueles que entenderam também que era necessário embasar a **conclusão** a partir de informações dos dois experimentos explicados em aula. Identificamos que 18 citaram os experimentos, nove narraram os experimentos e 12 declararam as conclusões dos experimentos como **dados** que asseguravam a conclusão. Porém, alguns alunos comentaram apenas do 1º ou do 2º experimento. A questão era clara e pedia que os alunos usassem ambos os experimentos para embasar a conclusão. Logo, alunos que falaram de apenas um dos argumentos, foram identificados como alunos que conseguiram cumprir parcialmente a tarefa.

Dentre os 18 alunos que citaram os experimentos, seis alunos não apresentaram **justificativa**, ou seja, apresentaram uma cópia do enunciado da questão. Um total de 12 alunos apresentou **justificativas** para passar da citação dos experimentos para a **conclusão** esperada, mas apenas sete usaram conceitos científicos corretamente (válidos: 3, 4, 5, 11, 17, 23 e 34). O aluno 26 escreveu três vezes o mesmo argumento, porém se limita a repetir o enunciado sem construir **justificativa**. Dos 18 que citam os experimentos, apenas dois justificaram o argumento com informações de ambos os experimentos (4 e 11).

Dentre os sete alunos que em algum de seus argumentos apresentaram como **dado** a narrativa dos experimentos, apenas dois alunos (9 e 12) narraram ambos os experimentos, enquanto os outros alunos narraram apenas o 1º ou o 2º experimento. O aluno 12 consegue articular todas as informações em um único argumento, enquanto os alunos 1 e 9 usaram mais de um argumento para responder à questão. O aluno 13 apresentou duas **conclusões** para o mesmo conjunto de **dados** quando afirma que “o DNA é o portador e transmissor das características hereditárias”, porém, limitou-se a narrar o experimento 1. O aluno 32, apesar de articular informações de ambos os experimentos, apresentou erros conceituais ao

justificar o 1º experimento, ou seja, só conseguiu justificar corretamente o 2º experimento como **justificativa** da **conclusão**.

Dentre os oito alunos que em algum de seus argumentos apresentaram como **dado** diretamente os resultados dos experimentos, apenas dois conseguiram usar informações dos dois experimentos em suas respostas (8 e 18), enquanto os outros evidenciaram apenas o resultado do 1º ou do 2º experimento. Alguns alunos (7, 8, 18 e 28) construíram dois argumentos para colocar separadamente os resultados dos experimentos 1 e 2, porém, os alunos 7 e 28 apresentam um de seus argumentos inválido, o que faz com que consideremos que esses dois alunos só conseguiram explicar um dos experimentos como evidência para a **conclusão** esperada.

O aluno 1 usou dois argumentos em sua resposta. No primeiro argumento, narrou o primeiro experimento corretamente e no segundo argumento, se utiliza das conclusões do segundo experimento. Sendo assim, esse aluno também cumpre a tarefa. Ou seja, sete alunos (1, 4, 8, 9, 11, 12, 18) conseguiram cumprir plenamente a tarefa. Aqueles que não conseguiram fazer isso em um só argumento construíram mais de um argumento, mesmo que com **conclusões** diferentes da esperada pelo enunciado, justificando a informação de que “o DNA é o portador das informações hereditárias”.

Como exemplo, demonstramos o argumento construído a partir da resposta do aluno 12: “[**Dado** que] No primeiro experimento as bactérias vivas adquirem o DNA da[s] bactérias mortas e suas filhas nascem com suas novas características. Já no segundo experimento foi observado que é o DNA do vírus que entra na célula e que produz novos vírus. Assim, pode se observar que é o DNA que contém as informações hereditárias. [Porque] [o DNA] é quem faz com que sejam reproduzidos novos indivíduos, com as características do progenitor (informações hereditárias).”

Dentre os 30 alunos que entenderam a instrução (incluindo os sete alunos que completaram a tarefa), 18 apresentaram mais de um argumento, sendo que 12 deles apresentaram pelo menos um argumento de **conclusão** diferente da **conclusão** proposta pelo enunciado. Dentre os alunos que escreveram argumentos com outras conclusões, a **conclusão** mais frequente foi “as proteínas poderiam ser o fator transformante”. Essa **conclusão** foi classificada juntamente com outras duas que diziam respeito apenas ao primeiro experimento. Dentre os 12 alunos que escreveram argumentos de **conclusão** alternativa, 10 argumentos diziam respeito ao 1º experimento.

d. Relação entre os argumentos fornecidos e produzidos

Analizamos as respostas dos alunos e identificamos 37 argumentos nos quais aparecem informações relacionadas às mesmas categorias temáticas identificadas nos argumentos fornecidos pela professora ou pelo texto (Apêndice 05). Dentre os 37, sete argumentos usam tais informações como **conclusão** dos argumentos construídos enquanto que a maioria dessas informações foi usada pelos alunos exclusivamente como **dados** e/ou **justificativas**, somando 30 argumentos.

Dessa forma, as afirmações defendidas nos argumentos da professora assumem papéis diferentes nos argumentos dos alunos, ora como **dado**, ora como **justificativa**. Há uma mudança no nível de importância das informações utilizadas em sala de aula uma vez que categorias temáticas que representavam argumentos completos foram incorporadas aos argumentos dos alunos como fatos ou embasamento teórico.

Alguns dos argumentos dos alunos apresentaram mais de uma categoria de informação fornecida pela professora ou pelo texto (Tabela 11). Um total de 10 alunos agrupa diferentes informações fornecidas e as utiliza como **dados** e **justificativas** para seus argumentos, ou seja, conseguem identificar a importância dos conceitos fornecidos pela professora ou pelo texto como embasamento para seus argumentos. A informação utilizada mais vezes dentro desse grupo é de que a capacidade infectante da bactéria se deve à sua cápsula de carboidratos.

Tabela 11: Descrição das múltiplas categorias de informações fornecidas pela professora ou pelo texto nos argumentos dos alunos.

Aluno _(argumento)	Categorias de informação usadas	Local das informações no argumento do aluno
2 ₍₁₎	9b, 10, 12, A.	Dado
3 ₍₁₎	5, 9a, 12, 13, A.	Justificativa
5 ₍₁₎	9b, 10.	Justificativa
7 ₍₁₎	11, 12.	Dado e justificativa
9 ₍₂₎	9b, 12.	Dado e justificativa
14 ₍₂₎	10, 12, 13.	Dado e justificativa
20 ₍₁₎	5, 9b, 10, 13.	Dado
24 ₍₁₎	5, 9b, 10.	Dado
32 ₍₁₎	11, 16.	Justificativa
35 ₍₁₎	9b, 10.	Justificativa

Das várias informações fornecidas pela professora, algumas apareceram em mais argumentos que outras. Dentre as quais:

- Informação sobre a marcação radioativa permitir a visualização de qual estrutura viral entra na célula da bactéria (categoria 16), citada por 11 argumentos. Essa categoria de argumentos é citada pela professora em ambas as turmas e é encontrada no texto;
- Informação sobre a definição de transformação bacteriana (categoria 12), citada por nove argumentos. Essa categoria de argumento é apresentada formalmente na aula da turma II, mas das 11 ocorrências, duas são da turma I;
- Descrição do experimento da pneumonia e camundongos (categoria 10), citada por oito argumentos. Essa categoria de argumentos é citada pela professora em ambas as turmas e é encontrada no texto;
- Relação entre a presença de uma cápsula de carboidrato e a capacidade infectante da bactéria (categoria 9b), citada por sete argumentos. Essa categoria de argumento é apresentada formalmente na aula da turma II, mas das sete ocorrências, uma é da turma I;
- Relação entre os nomes “desoxirribose” e “DNA” (categoria 5), citada por cinco argumentos;
- Descrição sobre a natureza química do princípio transformante (categoria 13), citada por cinco alunos. Essa categoria de argumentos é citada pela professora em ambas as turmas e é encontrada no texto.

5- Discussão

a. Ações pró-argumentação

Entendemos que as ações pró-argumentação (*encorajar a ouvir, valorar posições diferentes, conferir evidências, fornecer evidências, incitar o uso de justificativa, enfatizar a justificativa*) identificadas na fala da professora condizem com o objetivo da aula de explicar o desenvolvimento da ciência na área da genética em meados do século XX. As aulas não têm como objetivo a discussão de um tema controverso, nem a encenação de um júri, situações em que o debate é mais opinativo e tem caráter social mais presente. Esse desenho de aula permitiria, além dos códigos registrados neste trabalho, o uso de explicações processuais sobre o uso de evidências e seu papel na ciência (Categoria *Avaliação de argumentos*) ou ainda a definição e exemplificação explícita de argumentos (Categoria *Saber o que significa argumento*).

Segundo Kuhn (2007), as ações pró-argumentação relacionadas a um problema de referência proporcionariam um aumento no aprendizado dos alunos, mas apesar da situação estudada não ter sido desenhada dessa forma, foram identificadas ações pró-argumentação da professora em todas as aulas. A estrutura das aulas e do texto permitiram a explicação da construção de conhecimentos científicos a partir de dois exemplos históricos de experimentos em biologia. Os conceitos subentendidos na sequência eram a estrutura e a composição molecular das moléculas de DNA e RNA e a função celular do DNA nos seres vivos. Mas além desses conceitos, a professora inseriu conceitos epistemológicos e históricos em sua aula ao destacar experimentos e evidenciar as conclusões desses experimentos. Dessa forma, podemos afirmar que a professora demonstrou a ciência como uma tarefa humana, da mesma forma que indicam Dawson e Venville (2009).

A professora também guiou a aula de forma mais dialógica, fazendo perguntas aos alunos e dedicando tempos relativamente grandes das aulas para discussões em pequenos grupos ou entre toda a sala. Segundo Simon e Johnson (2008), esse tipo de prática colabora para o desenvolvimento de outros conhecimentos, como o relacionamento interpessoal, o raciocínio crítico e a argumentação. A prática de discussão em sala de aula deve ser

aumentada e essa sequência pode ser considerada um bom exemplo de uso extenso da discussão, ao contrário do que tem sido relatado na literatura, que aponta que aulas de discussão tomam apenas 2% do currículo anual (OSBORNE; ERDURAN; SIMON, 2004).

Muita expectativa tem sido colocada sobre as novas propostas didáticas das ciências, porém, além de ainda não termos achado uma metodologia canônica eficaz para todas as ciências e situações (MARTIN e HAND, 2009), a discussão sobre o que queremos ensinar de e sobre ciências não indica uma única metodologia possível (CARVALHO, 2004). O papel da mediação do professor também é crucial e o sucesso de uma sequência didática sempre depende das ações do professor em sala de aula. Isso faz com que cada sequência se modifique de acordo com o profissional que a aplica e nos leva a achar que não haverá sequência canônica que possa ser aplicada por um técnico e que o trabalho pedagógico depende de profissionais bem formados para atuarem em sala de aula.

Com os resultados aqui expostos, nos aproximamos dos autores que entendem que deixar o raciocínio científico claro durante as aulas pode ajudar os alunos a entenderem a lógica da prática científica (McNEILL, 2009). Não é só a prática da ciência que faz alguém entender como ela funciona. A exemplificação de como ela fora construída ao longo do tempo, sua evolução enquanto prática social são elementos que podem ser adicionados à fala do professor e a exercícios teóricos implementados em sala de aula.

b. Argumentos fornecidos

Tanto a professora como o texto lido em sala de aula proporcionam poucos argumentos bem justificados aos alunos durante as seis aulas analisadas. Martin e Hand (2009) sugerem que é comum a falta de prática do professor em promover a argumentação e a descrença da sua importância em sala de aula. O professor deve explicitar e explicar argumentos em aula como forma de exemplos para os alunos se basearem.

Simon e Johnson (2008) indicam que o aprendizado pedagógico também não é linear e o professor deve correr riscos em sua prática. Os autores sugerem que a prática reflexiva é auxiliada quando o professor interage com outros trocando experiências. A análise dessa situação não se encerra em uma crítica à prática pedagógica desse profissional naquele

momento, mas deve ser fonte de reflexão e desenvolvimento da prática pedagógica, que sem mantém em processo de adaptação às diferentes situações e alunos.

McNeill (2009) relaciona o tipo de instrução do professor e o ganho no aprendizado dos alunos. Apesar de o trabalho citado apresentar um desenho experimental diferente do apresentado aqui, ficam os mesmos indícios de que a instrução direta de evidências, afirmações e raciocínio científico ajuda os alunos a entenderem ciências, já que os argumentos selecionados na fala da professora e no texto trazem, juntos, afirmações e evidências que concordam com o indicado na pesquisa desse autor.

c. Argumentos produzidos

A análise foi composta de diferentes fases com o intuito de contextualizar os argumentos produzidos pelos alunos. Dos 62 argumentos produzidos 48 foram válidos, sendo que metade da amostra total apresentou argumentos justificados. Ou seja, 48 argumentos continham informações científicas corretas. O número de argumentos justificados ou válidos pode ser considerado bastante alto se comparado com outros trabalhos da área. Sasseron e Carvalho (2008) consideram satisfatórias as afirmações que são ligadas a justificativas, assim, consideramos nossos dados satisfatórios.

Apesar da sequência analisada não fazer parte de uma sequência de investigação, fica o indício de que é possível proporcionar a oportunidade de argumentar em aulas com métodos e objetivos diversificados, tornando o ensino da argumentação uma prática mais constante nas aulas de ciências. Isso inova as pesquisas sobre argumentação na área, que preconizam atividades específicas (ex. *inquiry*, resolução de problemas) para o desenvolvimento da argumentação dos alunos. Entendemos que uma situação comum às salas de aula pode também ser estimuladora para a argumentação.

Outro fator que pode ter contribuído para a construção de tantos argumentos nas respostas analisada, foi a etapa de discussão entre alunos antes da entrega do exercício. Nessa discussão não havia a visão hegemônica da ciência expressa pela fala do professor, quando este ministra instruções diretas, o que permite um diálogo aberto entre os alunos (OSBORNE; ERDURAN; SIMON, 2004).

Diferente de situações abertas em que diferentes **conclusões** são possíveis a partir de um mesmo conjunto de **dados** (ex. JIMÉNEZ; PÉREZ; CASTRO, 1998; ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004; VONAUF SCHNAITER et al., 2008), entendemos a situação estudada permitia uma única conclusão, dada pela professora no enunciado (DNA é o portador das informações hereditárias). Em outras palavras, a questão proposta pela professora era: explique por que o DNA é o princípio transformante. Segundo o modelo de argumentação de Toulmin, argumentamos quando justificamos uma afirmação (TOULMIN, 2006; Pp. 18). Desse modo, ao pedir que o aluno justificasse uma afirmação, a professora pedia, em outras palavras, que o aluno argumentasse em favor de tal afirmação, apresentando **dados**, **garantias** e **apoios** para a **conclusão** a ser defendida.

Nessa etapa de análise pudemos perceber um funil. Dos 35 alunos da amostra, 30 conseguiram entender a tarefa proposta pela professora, mas apenas nove conseguiram cumpri-la. Apenas nove dos 35 alunos analisados conseguiram unir habilidades de escrita e competências conceituais para respondê-la. Dissemos que 30 alunos compreenderam a tarefa, pois conseguiram identificar no enunciado a conclusão esperada e os dados que deveriam ser explicados, porém, a maioria dos alunos repetiu o enunciado ou forneceu informações parciais para responder a questão. Dos 35 alunos, 13 apresentaram erros conceituais que invalidaram seus argumentos. Entendemos que nossos dados indicaram dois processos: os alunos conseguiram argumentar cientificamente, mas não conseguiram articular todos os conhecimentos necessários para cumprir a tarefa proposta. Ou seja, eles souberam falar ciência, porém não atingiram seu nível máximo de excelência.

Russel (1983) comenta que a presença do **qualificador** e da **refutação** não são pré-requisitos para a construção do argumento. Erduran e colaboradores (2004) comentam que a presença dos refutadores é aumentada em situações controversas. Outros trabalhos afirmam ainda que quando os alunos respondem a perguntas diretas, não existe oportunidade para a manifestação de **refutações** (DAWSON e VENVILLE, 2009; KUHN, 2010). Como o caso estudado possibilitava uma única resposta, nossos resultados concordam com a literatura no que diz respeito ao baixo número de argumentos com **qualificadores** e à ausência de **refutações** nos argumentos.

Os argumentos produzidos apresentaram apenas **dados** e **justificativas** e apenas 15 argumentos apresentaram **qualificador**. Não identificamos os elementos mais complexos do modelo de argumentação de Toulmin (2006) (NASCIMENTO e VIEIRA, 2008). Dados similares

são relatados amplamente na literatura. Segundo Sampson e Clark (2008), os alunos tendem a contar apenas com os **dados** para suportar suas **conclusões** ou ainda fazem muitas afirmações sem nenhum embasamento (**dado** ou **justificativa**). Porém, discordamos dos mesmos autores quando estes reduzem o sucesso ou fracasso dos alunos em argumentar à natureza da atividade didática preparada. A afirmação carrega em si a ideia de que uma metodologia de ensino por si só é garantia de alcance dos objetivos propostos.

Como foi dito anteriormente, a linguagem argumentativa é gradativa depende de prática (SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006; SIMON e JOHNSON, 2008), portanto, não podemos esperar que uma atividade isolada durante o Ensino de Ciências faça com que o aluno dê um salto linguístico e conceitual equivalente a alguns anos escolares. Trabalhos como o de Osborne e colaboradores (2004), mostram que há melhora na argumentação dos alunos após um período de aulas com objetivo específico de estimular a argumentação.

Se considerarmos que a ciência apresenta uma linguagem peculiar, devemos possibilitar aos alunos que pratiquem essa linguagem, desafiando-os a justificar resultados a partir de teorias aceitas (LEMKE, 1990; OLIVEIRA e CARVALHO, 2005). Para essa tarefa ser cumprida, o professor deve estimular os alunos a interpretar as informações relevantes em um texto ou uma discussão, encorajá-los a escutar a opinião dos colegas para que possa contra argumentar, promover discussões e proporcionar aos alunos os conceitos relevantes nessas discussões (CARVALHO, 2008; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006).

No sentido de atenuar as críticas à complexidade dos argumentos escritos pelos alunos, Bricker e Bell (2008) argumentam que no dia-a-dia podemos encontrar argumentos com poucos elementos, pois os falantes podem subentender que os conceitos são bem conhecidos entre os interlocutores, fazendo-se desnecessária a explicitação de todos os elementos do argumento.

Houve grande dificuldade em determinar **dados**, **garantias** e **apoios** e entendemos que isso se deva à escrita confusa dos alunos, com conectivos aleatórios (p.ex. os alunos utilizam conjunções de causa em frases que não são causais). Os alunos construíram relações aditivas e enumeraram fatos e **justificativas** sem elencar sintaticamente qual era a causa e qual era o efeito em suas respostas. Segundo Sampson e Clark (2008), diversos trabalhos da área relatam que os comentários feitos pelos alunos podem frequentemente ser classificados em múltiplas categorias (cf. ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004; NASCIMENTO e VIEIRA, 2008;).

Como citado anteriormente (CLARK e SAMPSON, 2008), as análises apresentadas em cada artigo publicado são diferentes, o que torna a comparação entre os resultados dificultada. Além disso, a confusão causada no momento de definir cada elemento dos alunos torna as análises parcialmente subjetivas, uma vez que depende de cada pesquisador como os textos serão encaixados no modelo de Toulmin (2006). Corremos o risco de, sob a ótica de cada pesquisador, rotular os alunos como fracassados ou extremamente habilidosos em ciências (SAMPSON e CLARK, 2008).

Enfrentamos essa dificuldade de análise, mas ao modificar o modelo de Toulmin para uma forma mais simplificada, a diferenciação entre **dados** e **justificativas** ficou facilitada. A união das categorias problemáticas do modelo argumentativo de Toulmin (2006) já foi relatada anteriormente (SADLER e FOWLER, 2006). Uma vez que os alunos não aprenderam o modelo de argumentação de Toulmin (2006) especificamente, acreditamos que a divisão entre **garantias** e **apoios** seria desnecessária e apenas dificultaria a análise do discurso dos alunos em aulas de ciências.

A verificação da correção conceitual dos argumentos nos permitiu superar uma análise descontextualizada e mais criticável. Validamos os argumentos que falavam sobre ciência, falavam sobre o tema proposto em aula e identificamos os argumentos que respondiam à tarefa específica. Conforme Bricker e Bell (2008) discutem, esse tipo de análise demonstra que a ferramenta de argumentação proposta por Toulmin (2006) não foi utilizada de modo vazio, como se fosse uma régua, mas foi considerada na totalidade da obra, identificando o papel de cada afirmação no texto e considerando seu contexto.

Da mesma forma que não seria possível defendermos que um jogador deve ser escalado para a seleção de futebol a partir do timbre de sua voz, não poderíamos considerar válidos argumentos que defendem que o DNA é o portador das informações hereditárias a partir de um depoimento de um físico que explica a teoria gravitacional. A contextualização de nossa análise nos permitiu selecionar apenas os argumentos que apresentavam relação com um campo específico da ciência, a genética.

Os resultados aqui apresentados também nos permitem olhar para a prática argumentativa como algo maior do que nas aulas de ciências. Uma vez que os alunos conseguiram formar argumentos, mas não conseguiram articular conceitos, devemos nos perguntar se a habilidade argumentativa que apresentaram é fruto das aulas de ciências ou de toda a prática escolar dos alunos. Sendo assim, não podemos afirmar que apenas um tipo

de prática pedagógica favorece os argumentos, nem tampouco afirmar que as aulas de ciências são um espaço decisivo para o aprendizado da argumentação.

d. Relação entre argumentos fornecidos e produzidos

A tentativa de relacionar os argumentos da professora e dos alunos não possibilitou análises estatísticas. Identificamos que as informações dos argumentos da professora são utilizados pelos alunos como dados ou justificativas. Isso indica que a fala da professora em forma de argumentos a serem aceitos são aceitos pelos alunos como verdades.

Os alunos se apropriam das falas da professora para embasar outras **conclusões**, como se a informação sofresse uma mudança de papel. Porém, outras informações, não veiculadas na forma de argumento, foram assimiladas nas respostas dos alunos, portanto, não conseguimos afirmar se o uso dessas informações é dependente da forma como são veiculadas em aula.

Algumas categorias temáticas fornecidas em aula foram usadas com maior frequência pelos alunos. Porém, não conseguimos afirmar se tais informações foram mais frequentes por serem mais simples, por terem sido comentadas em aula um maior número de vezes ou se há algum outro motivo para tais informações terem sido usadas com maior frequência.

Essa análise não foi encontrada em outros trabalhos da área. Entendemos que é necessário um desenho experimental mais direcionado para esse fim, bem como um método de análise que permita dizer se os argumentos fornecidos em aula são significativamente relevantes para a aquisição de conceitos pelos alunos.

6- Conclusão

A análise das ações pró-argumentação da professora nos leva a relatar que é possível, em aulas com poucas atividades práticas de ciências, aproximar os alunos da linguagem argumentativa das ciências e estimulá-los a se apropriarem dessa linguagem. O professor, à frente de sua sala, deve ter como objetivo clarificar o que é um argumento e demonstrá-lo o maior número de vezes possível durante suas explicações científicas, mesmo que durante suas aulas teórico-explicativas.

A análise dos argumentos fornecidos pela professora e pelo texto nos leva a entender que há pouca explicitação de argumentos, o que pode deixar o aluno sem exemplos de como argumentar. Se a linguagem científica é difícil e demanda prática, o professor deve servir de exemplo para que seus alunos consigam se apropriar gradativamente dessa linguagem.

A análise das respostas dos alunos ao exercício proposto em sala de aula pela professora nos levou a crer que os alunos são capazes de montar argumentos válidos e metade da amostra apresenta argumentos justificados, o que nos faz considerá-los de nível satisfatório. Porém, com a categorização feita das respostas pudemos identificar que apenas uma minoria dos alunos consegue articular todos os conceitos necessários para cumprir a tarefa plenamente.

Ou seja, apesar de demonstrarem que reconhecem o tipo de atividade e tentarem respondê-la, o que indica um conhecimento razoável sobre argumentação, os alunos não conseguem articular os conhecimentos corretos em seus argumentos para responderem à questão. Esse resultado se mostra interessante se considerarmos que a atividade, diferente da maioria das pesquisas feitas na área, era de caráter estritamente científico e não apresentava controvérsia.

Foi possível encontrar coincidências entre os argumentos fornecidos em aula e os argumentos produzidos pelos alunos, indicando uma mudança no valor atribuído às informações. Enquanto a professora defende suas afirmações, os alunos as utilizam com um valor de verdade. Faltam-nos dados para indicar que tais coincidências representam uma relação causal e o avanço nas pesquisas da área pode nos prover um desenho experimental que nos permita estabelecer relações causais entre o conteúdo exposto pela professora e a sua apropriação pelos alunos.

A estruturação das respostas em argumentos facilita a visualização de erros conceituais e linguísticos cometidos pelos alunos. Sugerimos o treino e o uso da ferramenta de argumentação de Toulmin (2006) pelos professores do Ensino Médio como forma de aprimorar a linguagem argumentativa dos alunos e facilitar o aprendizado de conceitos científicos.

Bibliografia

- ALBE, V. When Scientific Knowledge, Daily Life Experience, Epistemological and Social Considerations Intersect: Students' Argumentation in Group Discussions on a Socio-scientific Issue. **Research in Science Education**. 38:67-90. 2008.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**. 3: 105-115. 2001.
- BRICKER, L. A.; BELL, P. Conceptualizations of Argumentation From Science Studies and the Learning Sciences and Their Implications for the Practices of Science Education. **Science Education**. 92:473-498. 2008.
- BYBEE, R.; McCRAE, B.; LAURIE, R. PISA 2006: An assessment os scientific literacy. **Journal of research in science teaching**. 46: 865-883. 2009.
- CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P.; SILVA, D. Relações Entre o Discurso do Professor e a Argumentação dos Alunos em uma Aula de Física. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**. 2: 1-15. 2002.
- CARLSEN, W. S. Language and science learning. In: **Handbook of research on science education**. S.K. Abell; N.G. Lederman. Lawrence Erlbaum. 1ª edição. 2007.
- CARVALHO, A. M. P. Critérios estruturantes para o ensino de ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (org). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo. Pioneira Thomson Learning. 2004.
- CARVALHO, A. M. P. Habilidades de Professores Para Promover a Enculturação Científica. **Contexto & Educação**. 22: 25-49. 2008.
- CAZELLI, S.; FRANCO, C. Alfabetismo científico: novos desafios no contexto da globalização. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**. 03: 1-18. 2001.
- CHAMIZO, J. A. G. Las aportaciones de Toulmin a La enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las ciencias**. 25. 2006.
- CHANG, S. N.; CHIU, M. H. Lakatos' Scientific Research Programmes as a Framework for Analysing Informal Argumentation about Socio-scientific Issues. **International Journal of Science Education**. 30: 1753-1773. 2008.
- CLARK, D. B.; SAMPSON, V. Assessing Dialogic Argumentation in Online Environments to Relate Structure, Grounds, and Conceptual Quality. **Journal of Research in Science Teaching**. 45: 293-321. 2008.
- COFFIN, C.; O'HALLORAN, K. A. Argument reconceived? **Educational Review**. 61: 301-313. 2009.
- DAWSON, V.; VENVILLE, G. J. High-school Students' Informal Reasoning and Argumentation about Biotechnology: An indicator of scientific literacy? **International Journal of Science Education**. 31: 1421-1445. 2009.
- DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the Norms of a Scientific Argumentation in Classrooms. **Science Education**. 84:287-312. 2000.
- ERDURAN, S.; SIMON, S.; OSBORNE, J. TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. **Science education**. 88: 915-933. 2004.
- GIL-PÉREZ, D.; GUISASOLA, J.; MORENO, A.; CACHAPUZ, A.; CARVALHO, A. M. P.; TORREGROSA, J. M. SALINAS, J.; VALDÉS, P.; GONZÁLES, E.; DUCH, A. G.; DUMAS-CARRÉ, A.; TRICÁRICO, H.; GALLEGÓ, R. Defending constructivism in science education. **Science & Education**. 11: 557 – 571. 2002.
- GRACE, M. Developing High Quality Decision-Making Discussions About Biological Conservation in a Normal Classroom Setting. **International Journal of Science Education**. 31: 551-570. 2009.
- GUTIÉRREZ, A. La evaluación de las competencias científicas en PISA: perfiles en los estudiantes iberoamericanos. **Alambique**. 57: 23-31. 2008.
- HENAO, B. L.; STIPCICH, M.S. Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. 7: 47-62.2008.
- HURD, P. H. Scientific literacy: new minds for a changing world. **Science Education**. 82: 407-416. 1998.

- JIMÉNEZ, M. P. A.; DÍAZ, J. B. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. **Enseñanza de las Ciencias**. 21: 3. 2003.
- JIMÉNEZ, M. P. A.; PÉREZ, V. A.; CASTRO, C.R. Argumentación en el laboratorio de Física. **Atas do VI EPEF**. Florianópolis. SC. 1998.
- KISCHNER, P. A.; SWELLER, J.; CLARK, R. E. Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experimental, and inquiry-based teaching. **Educational Psychologist**. 41: 75-86. 2006.
- KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. Editora Moderna. São Paulo. 2007.
- KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo. 4ª edição. 2008.
- KUHN, D. Is direct instruction an answer to the right question? **Educational psychologist**. 42:109-113. 2007.
- KUHN, D. Teaching and Learning Science as Argument. **Science Education**. 1-15. 2010.
- LATOUR, B.; WOOLGAR, S. **A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos**. Relume Dumará. Rio de Janeiro. 1997.
- LEE, M. H.; WU, Y. T.; TSAI, C. C. Research Trends in Science Education from 2003 to 2007: A content analysis of publications in selected journals. **International Journal of Science Education**. 31: 1999-2020. 2009.
- LEMKE, J. L. **Talking science: language, learning and values**. Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation. 1990.
- MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. Letramento Científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. **Enseñanza De Las Ciencias**. Número extra. VII Congreso. 2005.
- MARTIN, A. M.; HAND, B. Factors Affecting the Implementation of Argument in the Elementary Science Classroom. A Longitudinal Case Study. **Research in Science Education**. 39: 17-38. 2009.
- McENTYRE, J.; OSTELL, J. **The NCBI Handbook**. National Library of Medicine. NCBI. 2006.
- McNEILL, K. Teachers' Use of Curriculum to Support Students in Writing Scientific Arguments to Explain Phenomena. **Science Education**. 93: 233-268. 2009.
- MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**. 7: 283 – 306. 2002.
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**. 1: 20-39. 1996.
- MUNFORD, D.; LIMA, M. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**. 9: 72-89. 2009.
- NASCIMENTO, S. S.; VIEIRA, R. D. Contribuições e limites do padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. 8. 2008.
- NEVES, M. H. M. **Gramática de usos do português**. Editora Unesp. São Paulo. 2000.
- NEWTON, P.; DRIVER, R.; OSBORNE, J. The place of argumentation in the pedagogy of school science. **International Journal of Science Education**. 21: 553-576. 1999.
- NORRIS, S. P.; PHILLIPS, L. M. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. **Science Education**. 87: 224-240. 2003.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World**. Paris. OECD publishing. 2007.
- OLIVEIRA, C. M. A.; CARVALHO, A. M. P. Escrevendo em aulas de ciências. **Enseñanza de las ciencias**. Número extra. VII Congreso. 2005.
- OROFINO, R. P.; CHERNICHARO, P.; TONIDANDEL, S. M. R.; TRIVELATO, S. L. F. Análise da argumentação em uma atividade de biologia no ensino médio. **VII Enpec - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. 2009.
- OSBORNE, J.; ERDURAN, S.; SIMON, S. Enhancing the Quality of Argumentation in School Science. **Journal of Research in Science Teaching**. 41: 994-1020. 2004.
- RUSSELL, T. L. Analysing arguments in science classroom discourse: Can teachers' questions distort scientific authority? **Journal of Research in Science Teaching**. 20: 27-45. 1983.

- SADLER, T. D.; FOWLER, S. R. A Threshold Model of Content Knowledge Transfer for Socioscientific Argumentation. **Science Education**. 90: 986-1004. 2006.
- SAMPSON, V.; CLARK, D. B. Assessment of the Ways Students Generate Arguments in Science Education: Current Perspectives and Recommendations for Future Directions. **Science Education**. 92: 447-472. 2008.
- SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista brasileira de educação**. 12: 474-550. 2007.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando A Alfabetização Científica No Ensino Fundamental: A Proposição e A Procura De Indicadores Do Processo. **Investigações em ensino de ciências**. 13: 333-352. 2008.
- SIMON, S.; JOHNSON, S. Professional Learning Portfolios for Argumentation in School Science. **International Journal of Science Education**. 30: 669-688. 2008.
- SIMON, S.; ERDURAN, S.; OSBORNE, J. Learning to Teach Argumentation: Research and development in the science classroom. **International Journal of Science Education**. 28: 235-260. 2006.
- SOARES, M. **Letramento: um tema em três gêneros**. Autêntica. Belo Horizonte. 1998.
- TOULMIN, S. **Os usos do argumento**. Martins Fontes. São Paulo. 2006.
- VILLANI, C. E. P.; NASCIMENTO, S. S. A Argumentação e o Ensino DE Ciências: Uma Atividade Experimental no Laboratório Didático de Física do Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**. 8: 187-209. 2003.
- VONAUFSCHNAITER, C.; ERDURAN, S.; OSBORNE, J.; SIMON, S. Arguing to learn and learning to argue: case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. **Journal of research in science teaching**. 45: 101-131. 2007.
- YORE, L. D.; HAND, B. Epilogue: Plotting a Research Agenda for Multiple Representations, Multiple Modality, and Multimodal Representational Competency. **Research in Science Education**. 40: 93-101. 2010.
- ZEMBAL-SAUL, C. Learning to teach elementary school science as argument. **Science education**. 93: 687-719. 2009.

Anexos

Anexo 01 - Texto utilizado nas aulas

Aplicação
FEUSP

Escola de Aplicação da FEUSP

Nome:	nº:	3º ano ____ EM
-------	-----	----------------

A descoberta do DNA

I. Determinação dos componentes do núcleo

1869 – Johann Miescher: identificou em núcleos de glóbulos brancos um composto de natureza ácida, rico em fósforo e nitrogênio, desprovido de enxofre e resistente à ação da pepsina (enzima que digere proteínas). Chamou esse composto de **nucleína**.

1889 – Richard Altmann confirmou a natureza ácida desse composto, chamando-o de **ácido nucléico**.

De 1880 a 1900 – verificou-se que o ácido nucléico continha **bases nitrogenadas** (adenina, timina, citosina e guanina) e **carboidratos** (do tipo pentose, com cinco carbonos).

1900 – verificou-se a existência de dois tipos de ácidos nucléicos: um com a base nitrogenada **uracila** e o carboidrato **ribose** – ácido **ribonucleico (RNA)** e outro com a base **timina** e o carboidrato **desoxirribose** – ácido **desoxirribonucleico (DNA)**.

1912 – Phoebis Levene e Walter Jacobs concluíram que o componente básico dos ácidos nucléicos era uma estrutura composta por uma base nitrogenada ligada a uma pentose que, por sua vez, estava unida ao fosfato. Essa unidade foi denominada **nucleotídeo**. Um ácido nucléico seria uma molécula formada por uma série de nucleotídeos ligados entre si (ainda não se sabia como).

II. Experimentos que relacionam o DNA como sendo o material genético

*Nesta época, as proteínas eram as melhores candidatas para conterem as informações genéticas, por sua impressionante variabilidade de composição, estrutura e função.

A identificação do material hereditário em bactérias

Bactérias que causam pneumonia (*Streptococcus pneumoniae*).

Linhagens **S**: produzem uma cápsula de carboidratos e causam a pneumonia em camundongos.

Linhagens **R**: não produzem cápsulas de carboidratos e não causam pneumonia em camundongos.

1.a) 1928 – Fred Griffith fez o seguinte experimento:

S vivas – camundongo morre

R vivas – camundongo sobrevive

S mortas pelo calor – camundongo sobrevive

S mortas pelo calor + R vivas – camundongo morre

Conclusões: bactérias R vivas haviam sido transformadas em S por algum tipo de substância (“princípio transformante”) liberado pelas bactérias S mortas. Essa transformação de bactérias R em S foi chamada de **transformação bacteriana**.

1.b) 1944 – Oswald Avery verificou que a transformação bacteriana ocorria também *in vitro*. Em meios de cultura de bactérias R misturadas com S mortas, apareciam bactérias S vivas.

Um colaborador de Avery verificou que a adição de álcool a um extrato de bactérias S causava a formação de um precipitado espesso que retinha o princípio transformante.

Em 1944, no laboratório de Avery, isolaram grandes quantidades desse princípio e o trataram com:

Amilase: ele continuava com o princípio transformante;

Proteases: ele continuava com o princípio transformante;

Ribonucleases: ele continuava com o princípio transformante;

Desoxirribonucleases: ele perdia o princípio transformante.

Conclusões: Substância transformante é o DNA;

Se o DNA tem a capacidade de transformar características hereditárias das bactérias, ele deve ser o próprio material genético.

Argumentos contra: a amostra poderia estar contaminada com proteínas e que estas seriam responsáveis pela transformação bacteriana.

Contra-argumento: Em 1952 se conseguiram amostras com apenas 0,02% de proteínas.

A identificação do material hereditário em vírus bacteriófagos

*A questão que se fazia na época era: o material hereditário são as proteínas ou o DNA?

2.a) 1952 – Alfred Hershey e Martha Chase marcaram o DNA de vírus com fósforo radioativo e as proteínas de vírus com enxofre radioativo. Verificaram que apenas o DNA do vírus penetra na bactéria, produzindo em 30 minutos centenas de outros vírus completos.

Conclusão: A fonte de informações hereditárias é o DNA, pois a partir dele pode ser formado tanto DNA quanto proteínas virais.

III. Determinação da estrutura do DNA

*Que características permitiriam ao DNA ser o banco de memória da informação hereditária?

1949 a 1953 – Erwin Chargaff quantificou as bases nitrogenadas em amostras de DNA de diferentes espécies e de diferentes órgãos de indivíduos da mesma espécie.

Conclusões:

a composição de bases varia de espécie para espécie;
a composição de bases é constante dentro da espécie;
em qualquer espécie, a porcentagem de bases adenina é igual à de timina e a porcentagem de bases citosina é igual à de guanina.

1951 - Maurice Wilkins e Rosalind Franklin, por difração de raios X, determinaram que o DNA tem estrutura helicoidal.

c) 1953 - James Watson e Francis Crick elaboraram um modelo compatível com os resultados experimentais até a época, levando em conta o tamanho e a configuração espacial dos nucleotídeos e respeitava os dados de Chargaff e de raios X.

A molécula é composta por duas cadeias polinucleotídicas dispostas em hélice ao redor de um eixo imaginário. As duas cadeias mantêm-se unidas por meio de pontes de hidrogênio entre os pares de bases específicos: adenina com timina (duas pontes de hidrogênio) e citosina com guanina (três pontes de hidrogênio).

As duas cadeias são **complementares**: onde em uma delas existir timina, na outra vai haver adenina e, onde existir guanina, na outra existirá citosina.

As duas cadeias são **anti-paralelas**, ou seja, cada fita possui orientação oposta.

Além disso, o modelo explica a replicação do DNA.

Esse modelo ficou conhecido como **modelo da dupla-hélice**.

Anexo 02 - Questão proposta pela professora e respostas dos alunos (originais e argumentos)

Questão

“Por que as conclusões dos experimentos 1 e 2 (que o DNA é o princípio transformante e que o DNA do vírus penetra na bactéria) permitem afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias?”

Aluno 1

“Podemos afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias, porque no primeiro experimento quando foi colocado as bactérias que causava a doença (morta) e as bactérias que não causava a doença (viva) esperava-se que o rato não morresse. Mas as informações hereditárias das bactérias mortas passam para as outras bactérias. Assim, o DNA foi modificado e quando reproduzido, seus filhos terão as novas características da mãe, podendo causar a doença. No segundo experimento, conclui-se que o DNA passa as informações, pois foi encontrado fósforo radioativo dentro da bactéria, sendo que o fósforo havia sido colocado antes no DNA do vírus. O vírus se reproduziu e matou a bactéria. Observa-se que em ambas as situações foi por meio do DNA que houve mudanças e que os descendentes adquirem as novas informações, concluindo que é no DNA que estão presentes as informações hereditárias.”

Aluno 1

Argumento 1

Argumento 2

Argumento 3

O aluno constrói três argumentos, sendo que os dois primeiros servem de base para a construção do último argumento. O uso da palavra “ambas” serve não só de indícios de uso dos argumentos anteriores como garantia desse argumento final, mas também como qualificador, dando a força do argumento, pois enumera quando a garantia dada serve de ponte para a passagem dos dados até a conclusão.

Apesar de não apresentarem todos os elementos do formato de argumento proposto, o aluno consegue justificar cientificamente as afirmações feitas a partir de informações extraídas dos experimentos.

Aluno 2

“Há tempos os cientistas procuravam descobrir qual seria o fator que transmite as características hereditárias.

Em 1928, Fred Griffith propôs um experimento onde bactérias S transmitiam pneumonia a um camundongo, e as bactérias R, que não transmitiam a doença. As bactérias S, quando mortas (por calor), não adoecem o camundongo, mas se, mesmo mortas, unidas a bactérias R, fazem com que as R (vivas) se transformem em bactérias S, e passem a matar o camundongo. Essa transformação também foi vista ‘in vitro’ (em 1944).

Com esses experimentos, foi provado em algo dentro da célula é que transmite as informações hereditárias. Esse “algo” foi chamado de princípio ativo.

Em 1944, Avery descobriu qual a composição desse princípio. Colocando amilases, proteases, ribonucleases e desoxirribonucleases, descobriu-se que o princípio estudado era a desoxirribose (ou DNA), pois o único reagente que modificou a substância (princípio) foi a desoxirribonuclease.

A partir disso, concluiu-se que o DNA é o material genético, responsável pela hereditariedade. Embora isso tenha gerado contra-argumentos, 1952 isso foi confirmado com amostras ainda mais conclusivas, nas quais o DNA foi identificado visualmente e permitiu ver seu caminho nas células, confirmando a importância do DNA.”

Aluno 2**Argumento 1**

D - [Dado que] Em 1928, Fred Griffith propôs um experimento onde bactérias S transmitiam pneumonia a um camundongo, e as bactérias R, que não transmitiam a doença. As bactérias S, quando mortas (por calor), não adoecem o camundongo, mas se, mesmo mortas, unidas a bactérias R, fazem com que as R (vivas) se transformem em bactérias S, e passem a matar o camundongo. Essa transformação também foi vista ‘in vitro’ (em 1944).

assim,

C - foi provado em algo dentro da célula é que transmite as informações hereditárias. Esse “algo” foi chamado de princípio ativo.

Argumento 2

D - [Dado que] Em 1944, Avery descobriu qual a composição desse princípio. [e] Colocando amilases, proteases, ribonucleases e desoxirribonucleases. [e] Com esses experimentos.

assim,

C - descobriu-se que o princípio estudado era a desoxirribose (ou DNA).

J - [porque] o único reagente que modificou a substância (princípio) foi a desoxirribonuclease.

Argumento 3

D - [Dado que] A partir disso (A1 e A2).

assim,

C - concluiu-se que o DNA é o material genético, responsável pela hereditariedade.

A última frase “Embora isso tenha gerado contra-argumentos, 1952 isso foi confirmado com amostras ainda mais conclusivas, nas quais o **DNA foi identificado visualmente** e permitiu ver seu caminho

nas células, confirmando a importância do DNA.” foi excluída por erros conceituais. O experimento citado não permitiu a visualização do caminho do DNA nas células, mas permitiu a identificação de fósforo radioativo dentro da bactéria infectada, o que indica (evidência) que o DNA é responsável pela infecção da bactéria.

O aluno constrói três argumentos, dos quais os dois primeiros são situações particulares que são unidas para a construção do último argumento. Apesar de apresentar uma grande enumeração de fatos para enunciar sua conclusão, nenhuma informação é veiculada no sentido de validar a passagem dos dados à conclusão, portanto, os argumentos 1 e 3 são na forma D logo C. O argumento 2 apresenta garantia explícita para um dos dados enunciados (*“foram adicionadas diversas enzimas à solução”*).

Aluno 3

“As conclusões dos experimentos 1 e 2 (que o DNA é o princípio transformante e que o DNA de vírus penetra na bactéria) permitem afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias. Pois, no experimento 1 onde foram juntadas bactérias S mortas (as bactérias do tipo S produzem uma cápsula de carboidratos tornando-as resistentes), mais as bactérias R vivas (as bactérias do tipo R não produzem cápsulas de carboidratos se tornando vulneráveis). Percebeu-se que alguma coisa da S morta pelo calor se manteve intacta, e que essa coisa chamada de Princípio Transformante, se incorporou nas células das R vivas que se transformou em S vivas. Uma transformação que poderia ser facilitada pelo fato das R vivas não produzirem as cápsulas de carboidratos para protegerem-nas, ocasionando a morte do grupo de camundongos que serviriam de cobaias para essa parte do experimento por pneumonia. Esse processo de transformação foi denominado de Transformação Bacteriana.

No experimento 2 foi possível perceber que a transformação bacteriana ocorria também dentro do vidro, em um meio externo. Em meios de cultura de bactérias, as bactérias R misturadas com S mortas, apareciam bactérias S vivas.

Acrescentando-se álcool no vidro a mistura de bactérias se separavam em duas fases, isolando o princípio transformante. E queria-se descobrir qual era a origem desse princípio, sendo assim, várias substâncias foram acrescentadas ao princípio, uma delas que foi a desoxirribonuclease que quebrou o princípio transformante, deduzindo que era o DNA já que o DNA é composto de desoxirribose. O DNA ao entrar nas células das bactérias que ao se reproduzirem ele levava as características, informações para essas novas células, ou seja, a pneumonia.

Sendo assim, os seres ao se reproduzem as informações hereditárias passam para seus descendentes, e só quem poderia ser responsável por essa passagem de informações, características, para os gametas, descendentes, seria o DNA.”

Aluno 3**Argumento 1**

D - [Dado que] As conclusões dos experimentos 1 e 2 (que o DNA é o princípio transformante e que o DNA de vírus penetra na bactéria).

assim,

C - permitem afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias.

J - [porque]

(a) Pois, no experimento 1 onde foram juntadas bactérias S mortas (as bactérias do tipo S produzem uma cápsula de carboidratos tornando-as resistentes), mais as bactérias R vivas (as bactérias do tipo R não produzem cápsulas de carboidratos se tornando vulneráveis). Percebeu-se que alguma coisa da S morta pelo calor se manteve intacta, e que essa coisa chamada de Princípio Transformante, se incorporou nas células das R vivas que se transformou em S vivas. Uma transformação que poderia ser facilitada pelo fato das R vivas não produzirem as cápsulas de carboidratos para protegerem-nas, ocasionando a morte do grupo de camundongos que serviriam de cobaias para essa parte do experimento por pneumonia. Esse processo de transformação foi denominado de Transformação Bacteriana.

(b) No experimento 2 foi possível perceber que a transformação bacteriana ocorria também dentro do vidro, em um meio externo. Em meios de cultura de bactérias, as bactérias R misturadas com S mortas, apareciam bactérias S vivas. Acrescentando-se álcool no vidro a mistura de bactérias se separavam em duas fases, isolando o princípio transformante. E queria-se descobrir qual era a origem desse princípio, sendo assim, várias substâncias foram acrescentadas ao princípio, uma delas que foi a desoxirribonuclease que quebrou o princípio transformante, deduzindo que era o DNA já que o DNA é composto de desoxirribose. O DNA ao entrar nas células das bactérias que ao se reproduzirem ele levava as características, informações para essas novas células, ou seja, a pneumonia.

Argumento 2

São construídos 2 argumentos, sendo que o primeiro apresenta dado, garantia, apoio para a garantia e conclusão. A garantia apresentada é narrativa e engloba os dois experimentos citados em aula. É coerente com o dado proposto, pois neste são citados os dois experimentos como responsáveis pela conclusão (DNA é portador das informações hereditárias).

O segundo argumento não apresenta apoio, porém apresenta qualificador, dando força para a afirmação dada. Além disso, indica ("*sendo assim*") o uso do argumento 1 como garantia para a afirmação construída.

Aluno 4

“Tanto o experimento 1 quanto o 2 nos permitem afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias. Pois já no primeiro, o fato de apenas o DNA dentre outras moléculas conseguir modificar as bactérias R vivas em S comprova que os DNAs das células das bactérias S mortas ao interagirem com as R vivas, as transformam através das informações genéticas que foram passadas a elas e, então, às células-filhas. Isto fez com que as bactérias S se procriassem por meio das informações hereditárias contidas no DNA.

No experimento 2 apesar de ser diferente a experiência em si, chegou-se ao mesmo resultado e conclusão que o 1. As informações genéticas estão realmente contidas nos DNAs. Por isso, as proteínas que estavam marcadas com o enxofre radioativo não penetraram na bactéria e o DNA do vírus, sim. Conclui-se, então, que o DNA é a fonte de informações hereditárias, pois a partir dele podem ser formados novos DNAs e ainda proteínas virais. E estes novos DNAs estão presentes nas células-filhas do DNA inicial.”

Aluno 4**Argumento 1**

O qualificador foi modificado para que fizesse sentido na forma de argumento. O aluno expressa o qualificador pelas conjunções “*tanto quanto*”, dando a entender que o experimento 1 ou o experimento 2 poderiam ser suficientes para embasar a conclusão geral. A justificativa formulada não está completa, pois indica apenas porque aceitar o primeiro experimento como dado para a conclusão, porém não embasa a afirmação de que o segundo experimento também seria responsável pela mesma conclusão. Sendo assim, consideramos o argumento fraco.

Argumento 2 **Argumento 3**

O aluno constrói três argumentos, sendo que dois deles (1º e 3º) enunciam a mesma conclusão a partir de dados diferentes. O primeiro argumento é uma paráfrase do enunciado da questão, enquanto o último argumento traz um resultado de experimento como dado, indicando que o aluno foi capaz de articular os conceitos na construção de sua resposta.

No segundo argumento formulado, o aluno inverte a ordem cronológica dos fatos, indicando que o enxofre radioativo não penetra na bactéria, pois as informações genéticas estão no DNA. Historicamente a conclusão foi o inverso da enunciada, pois foi a partir das evidências experimentais de que a cápsula marcada com enxofre radioativo não penetrava na bactéria que os cientistas extrapolaram dizendo que o DNA (marcado com fósforo radioativo) era responsável pela replicação do vírus no interior da bactéria. O argumento 2, portanto, é falacioso.

Aluno 5

“Hoje em dia, todos nós conhecemos o material genético como sendo o DNA (ácido desoxirribonucléico) e que nele encontramos nossas informações hereditárias, porém, até chegarmos à essa conclusão foram feitos experimentos que nos permitiram fazer essa afirmação.

Em 1928, Fred Griffith realizou o primeiro experimento relacionado à descoberta do DNA como fator dominante e transformante relacionado às informações hereditárias. O cientista pegou 4 camundongos e utilizou duas espécies de bactérias: as do tipo S (que causam pneumonia nos ratos) e as do tipo R (que não causam mal algum ao bicho). No primeiro “ratinho”, foi usada bactéria do tipo S, causando a morte dele; no 2º foi utilizada bactéria do tipo R, e o mesmo ficou vivo. O camundongo nº 3 também sobreviveu pois a bactéria do tipo S foi morta pelo calor. Por sua vez, o ratinho de número 4 morreu, porém, o esperado era que ele sobrevivesse pois foram utilizadas bactérias do tipo S mortas pelo calor juntamente com as do tipo R vivas.

Esse experimento serviu de base para o outro, já que no último camundongo foi possível perceber a presença de um fator transformante.

Em 1944, Oswald Avery e seu colaborador, realizaram o 2º experimento para verificar se o tal princípio transformante tinha alguma coisa a ver com o DNA e com as informações hereditárias. Então, ele aproveitou o resultado do camundongo nº 4 para adicionar álcool com outras substâncias específicas e analisar o fator que era ressaltado.

Quando foram adicionadas amilase (digere amido), proteases (digere proteína) e ribonucleases (digere RNA) foi observado o fator “boiando” na substância de álcool com bactérias S mortas e R vivas e, quando foi adicionado desoxirribonucleases (digere DNA) o fator sumiu da substância, assim, o fator só podia ser o DNA.

Com esses resultados, podemos concluir que o DNA é o portador das informações hereditárias pois, a partir do princípio transformante que diz que as bactérias R foram transformadas em bactérias de linhagem S, as novas bactérias que iriam se formar seriam do tipo S, por conta da mutação no DNA da bactéria R, que passou a ter as características do tipo S, por isso o camundongo morreu.”

Argumento 1

Argumento 2

Trechos a justificativa e da conclusão foram parafraseados para que fizessem sentido na forma de argumento.

Argumento 3

A J3 é fraca, pois não permite passar de D3 a C3, uma vez que ela cita dois experimentos no dado e só explica um deles na garantia.

O aluno apresenta três argumentos. No terceiro argumento formulado, utiliza os argumentos anteriores como dado e apresenta uma garantia semelhante à garantia apresentada no primeiro argumento. No primeiro argumento essa garantia é a ponte que permite a passagem do dado à conclusão, porém, no argumento 3, a garantia é falha, pois o dado apresenta os dois experimentos como fatos que permitem a enunciação da conclusão.

O primeiro argumento é interessante também, pois o aluno é capaz de veicular o resultado relevante do experimento que leva à conclusão e justificar cientificamente por que podemos passar do dado à conclusão.

O segundo argumento formulado a partir da resposta do aluno não apresenta o resultado do experimento como dado, mas sim toda a narrativa de como ocorreu o experimento, embasada no conceito científico. A partir do conceito veiculado na justificativa é possível aceitar a afirmação enunciada na conclusão.

Aluno 6

“A experiência da transformação bacteriana permitiu que os cientistas descobrissem que a substância que transformava as bactérias era o DNA.

Essa conclusão levou os cientistas a pensarem que se o DNA tinha o poder de transformar as características hereditárias dos organismos, provavelmente era ele que carregava as informações genéticas, ou seja, ele próprio era a informação.

As bactérias que não tinham a característica de causar pneumonia absorveram as características das bactérias mortas e passaram a causar pneumonia. Além disso, essas bactérias que passaram a causar a pneumonia se reproduziram, causando a morte do camundongo.

No segundo experimento, descobriu-se que a única substância do vírus que foi capaz de penetrar na célula e, portanto, causar a doença, foi o DNA. Isso fez com que os cientistas percebessem que o DNA era a substância que tinha o poder de transformar as características dos vírus, pois foi ele que fez com que o vírus passasse a causar a doença. Por consequência, a conclusão que os cientistas chegaram foi a de que o DNA é o portador da informação hereditária.”

Aluno 6**Argumento 1**

O trecho “As bactérias que não tinham a característica de causar pneumonia **absorveram** as características das bactérias mortas e passaram a causar pneumonia. Além disso, essas bactérias que passaram a causar a pneumonia se reproduziram, causando a morte do camundongo.” Foi desconsiderado por erros conceituais.

O trecho “No segundo experimento, descobriu-se que a única substância do vírus que foi capaz de penetrar na célula e, portanto, causar a doença, foi o DNA. Isso fez com que os cientistas percebessem que o **DNA era a substância que tinha o poder de transformar as características dos vírus, pois foi ele que fez com que o vírus passasse a causar a doença.** Por consequência, a conclusão que os cientistas chegaram foi a de que o DNA é o portador da informação hereditária.” Foi desconsiderado por erros conceituais.

O trecho “se o DNA tinha o poder de **transformar as características** hereditárias dos organismos” apresenta erros conceituais, porém podemos relevá-lo para que seja possível visualizar o argumento construído a partir da escrita do aluno.

Aluno 7

“A experiência da transformação bacteriana fez com que os cientistas descobrissem que o que transformava a bactéria era o DNA.

Assim os cientistas pensaram: se o DNA tem o poder de modificar as características hereditárias dos seres vivos, era ele que, provavelmente, carregava as informações genéticas, era ele que obtinha a informação.

As bactérias que não estavam mortas conseguiram causar pneumonia. Isso porque o DNA das mortas, que continha essa informação passou para as vivas. Além disso, com a reprodução dessas bactérias a doença se multiplicou cada vez mais até o ratinho morrer.

No segundo experimento, o DNA foi a única substância que penetrou na célula e foi ele quem causou a doença. Esta, então, foi mais uma forma de provar que o DNA é o portador de informações genéticas.”

Aluno 7**Argumento 1** **Argumento 2**

São formulados dois argumentos de igual conclusão, porém em cada um deles o aluno se utiliza dos resultados dos dois experimentos realizados para chegar à conclusão. O aluno se utiliza de qualificadores que dão força ao argumento formulado. No primeiro, a palavra provavelmente indica a conclusão parcial e ainda incerta dos cientistas da época sobre a função do DNA. Já o qualificador apresentado para o segundo argumento tenta dar força ao argumento, mas não é apresentada nenhuma justificativa, ou seja, nenhuma informação que nos permita entender como ele passa do dado à conclusão.

Existe uma grande semelhança com o aluno 6. Pensamos que esses alunos podem ter feito o exercício em um mesmo grupo ou apenas que um aluno copiou do outro, parafraseando a resposta do outro.

Aluno 8

“Porque antes as proteínas eram as principais candidatas a portadoras de informações hereditárias por estarem em várias estruturas.

Quando o DNA do vírus foi visto dentro de uma bactéria, e depois disso se multiplicou formando centenas de indivíduos idênticos ao original, pôde-se concluir que o DNA é o responsável pela informação hereditária.

Fora isso, os cientistas viram que as bactérias ao terem contato com bactérias mortas, elas ganhavam mais características e sofriam mudanças genéticas. No caso do experimento, bactérias não contaminadas se transformavam em bactérias que causam pneumonia. O que passava essas novas características era o DNA e a afirmação que o DNA é o portador das informações hereditárias foi reforçada.”

Aluno 8**Argumento 1** **Argumento 2** **Argumento 3**

O aluno constrói três argumentos sem justificativa que valide a passagem dos dados às conclusões. O primeiro argumento apresenta um qualificador, que delimita a validade da afirmação temporalmente e os outros dois argumentos descrevem os dois experimentos citados em aula e enunciam uma mesma conclusão. A resposta, portanto, é considerada fraca.

Aluno 9

“O DNA é portador das informações, pois para as bactérias R vivas se transformarem em S vivas, continham o princípio de transformação no DNA tornando possível a transformação genética das bactérias. Podendo resistir a altas temperaturas e no caso do primeiro experimento 1, pelo menos o DNA de uma das bactérias resistiu e sobreviveu, possibilitando a transformação nas outras bactérias, passando a produzir uma cápsula de proteína em volta do DNA, como as bactérias causadoras de pneumonia.

O DNA contido no vírus penetra na bactéria, pois a partir da marcação feita no DNA e na cápsula de proteína do vírus, foi possível observar que apenas o fósforo radioativo (que marca o DNA) entrou na bactéria, produzindo em pouco tempo novos outros vírus completos, incluindo a cápsula de proteína. Como ele produziu outros vírus, se concluiu que o DNA que era portador do material hereditário.

A relação entre os dois experimentos é que como as bactérias que continham o DNA e era ele que tinha o princípio transformante. Pois ao colocar o DNA do vírus em outro ambiente eles se reproduziram formando novos vírus semelhantes a eles tanto no primeiro caso como no segundo. E no princípio da vida as bactérias se modificavam facilmente, possibilitando atualmente a grande diversidade atual.”

Aluno 9**Argumento 1**

Na formulação do argumento nós modificamos o termo no gerúndio (de “tornando” para “tornou-se”) para que fizesse sentido na forma de argumento.

Argumento 2

“Podendo resistir a altas temperaturas” foi desconsiderado, pois é um trecho sem conexão clara com nenhuma parte do parágrafo.

Argumento 3

Justificativa parafraseada para fazer sentido na forma de argumento.

Argumento 4

O trecho: “A relação entre os dois experimentos é que como as bactérias que continham o DNA e era ele que tinha o princípio transformante. Pois ao colocar o DNA do vírus em outro ambiente eles se reproduziram formando novos vírus semelhantes a eles **tanto no primeiro caso como no segundo**. E no princípio da vida as bactérias se modificavam facilmente, possibilitando atualmente a grande diversidade atual.” foi desconsiderado por erros conceituais.

O aluno constrói quatro argumentos, sendo que o primeiro deles é tautológico, pois o dado e a conclusão apresentam a mesma informação. Dos três argumentos subsequentes, os argumentos 2 e 4 apresentam a mesma conclusão a partir de dados e justificativas diferentes. O argumento 2 apresenta uma extrapolação a partir dos resultados dos experimentos, enquanto o argumento 3 apresenta o conhecimento básico de que fósforo radioativo marca a molécula de DNA.

O argumento 3 é um trecho do argumento 4, afirmação estabelecida tal qual a afirmação do experimento (a partir da evidência do fósforo radioativo dentro da célula, os cientistas concluem que o DNA do vírus é a parte que entra na bactéria). Uma vez estabelecido tal resultado, o aluno pode continuar e explicar sobre a replicação viral e a morte da bactéria, que serve de fato (evidência) para a conclusão enunciada. Porém, o argumento 4 é considerado fraco, pois não apresenta uma justificativa que nos permita aceitar a relação entre o dado e a conclusão.

Aluno 10

“As conclusões dos experimentos 1 e 2 permitem afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias, pois a continuidade de uma espécie depende fundamentalmente do processo de multiplicação celular, ou seja, a divisão celular permite aos organismos unicelulares um aumento do número de indivíduos (reprodução assexuada).

Já a divisão celular em organismos pluricelulares produz um crescimento de indivíduos pelo aumento do número de células em seu corpo, ou conduz a reparação de células perdidas, ou ainda capacita-os a reprodução de sua espécie através da formação de células especiais, como os gametas (reprodução sexuada).

Portanto, conclui-se que o DNA é princípio transformante (no experimento de Oswald Avery e Fred Griffith as bactérias foram transformadas em S, estas se reproduzem, transmitindo as bactérias-filhas informações genéticas incorporadas pelo transplante), assim o DNA depois de sucessivas divisões, proporciona a formação de um novo organismo – como no caso do vírus que infectou a célula da bactéria e formou-se novos “vírus-filhos” com o próprio DNA do “vírus-pai” – pois o DNA é o portador das informações hereditárias.

Aluno 10**Argumento 1**

Essa justificativa não permite a passagem do dado e conclusão apresentados

*“Portanto, conclui-se que o DNA é princípio transformante (no experimento de Oswald Avery e Fred Griffith as bactérias foram transformadas em S, estas se reproduzem, transmitindo as bactérias-filhas informações genéticas incorporadas pelo transplante), assim o **DNA depois de sucessivas divisões**, proporciona a formação de um novo organismo – como no caso do vírus que infectou a célula da bactéria e formou-se novos “vírus-filhos” com o próprio DNA do “vírus-pai” – pois o DNA é o portador das informações hereditárias.”*

Não é estabelecida alguma relação entre dado e conclusão. Algumas informações são conceitualmente erradas.

Aluno 11

“Podemos afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias através da análise dos resultados obtidos nos experimentos 1 e 2, já que no experimento 1 fica claro que as características da bactérias morta foram transferidas para a bactéria viva; e no 2 percebemos que o que se transmite de geração em geração viral, não é a cápsula de enxofre, mas sim o DNA contendo o isótopo radioativo de fósforo.

Assim, sabendo que apenas o DNA é transmitido pelos seres vivos aos seus descendentes, podemos deduzir que é ele que carrega a[s] informações hereditárias e, portanto, foi ele quem passou as características da bactéria morta para a bactéria viva.”

Aluno 11**Argumento 1** **Argumento 2**

“e, portanto, foi ele quem passou as características da bactéria morta para a bactéria viva.”

Afirmação à parte, sem defesa, ou seja, sem dado ou justificativa que a possibilite. Há o conectivo “*portanto*” que enuncia uma relação de conclusão, não de justificativa.

Aluno 12

“No primeiro experimento as bactérias vivas adquirem o DNA da bactérias mortas e suas filhas nascem com suas novas características. Já no segundo experimento foi observado que é o DNA do vírus que entra na célula e que produz novos vírus. Assim, pode se observar que é o DNA que contém as informações hereditárias já que é quem faz com que sejam reproduzidos novos indivíduos, com as características do progenitor (informações hereditárias).”

Aluno 12**Argumento 1**

O aluno constrói um argumento com justificativa para defender a conclusão esperada (*“o DNA que contém as informações hereditárias”*). A justificativa é conceitual e está correta, mas não diz respeito aos experimentos explicados durante a aula.

Aluno 13

“Nos dois experimento o DNA foi importante para o surgimento de outro vírus.

No 1º experimento constatou-se que o S morta no rato, ele sobrevivia e o S morta + o R viva surgiam outras S na reprodução das R. Isso porque o DNA da S ainda estava intacto. Já no experimento 2 colocaram substância no DNA, e viram que apenas a substância contida no DNA estava presente dentro da célula e mesmo assim tinha vírus bacteriófago na célula. Com isso pode concluir que o DNA contém informações importantes de nossa característica, e são responsáveis para a transmissão de tal informação.”

Aluno 13**Argumento 1**

“Nos **dois experimento** o DNA foi importante para o surgimento de outro vírus.” Trecho descartado por erro conceitual

“Já no experimento 2 colocaram substância no DNA, e viram que apenas a substância contida no DNA estava presente dentro da célula e mesmo assim tinha vírus bacteriófago na célula.” O trecho tem potencial para apresentar outro dado e outra justificativa para a mesma conclusão, mas não há conectivo que estabeleça tais relações na frase.

Aluno 14

“O DNA pode ser considerado o portador do material genético e responsável pela hereditariedade, devido a algumas evidências encontradas nos experimentos com camundongos e as bactérias S* e R**.

Como vimos, ao “colocarem” bactérias S mortas pelo calor e R vivas nos camundongos eles morreram.

O que houve nesse caso, foi uma transformação bacteriana, ou seja o “princípio transformante” contido na bactéria S morta pelo calor, modificou de alguma forma a bactéria R viva, tornando-a em uma bactéria S viva.

Passados uns tempos, os cientistas estavam tentando descobrir o que era esse “princípio transformante”. Então fizeram um experimento. Pegaram algumas substâncias e colocaram, misturando-as ao “princípio transformante”. As substâncias eram:

Amilase – não reagiu

Protease – não reagiu

Ribonuclease – não reagiu

Desoxirribonuclease – reagiu

A partir desse experimento, descobriram, que o tal do princípio transformante era o DNA da bactéria.

Essa descoberta foi muito importante, pois com essas evidências e resultados puderam concluir que o DNA é o responsável e portador do material genético (características) e a hereditariedade, pois as bactérias que eram “transformadas” em S vivas, se reproduziram e passavam suas características à seus descendentes.

Legenda: S*= são as bactérias responsáveis pela doença da pneumonia (produzem um cápsula de carboidrato).

R**= são as bactérias que não transmitem a doença da pneumonia (não produzem a capsula de carboidrato).”

Aluno 14**Argumento 1**

Argumento 2

O trecho (b) dos dados poderia ser colocado como justificativa caso o aluno tivesse criado uma relação, porém não há articulação dos resultados do experimento como justificativa. Além disso, não é explicado, uma vez no papel de dado, qual é a justificativa para o trecho (b).

“Essa descoberta foi muito importante, pois com essas evidências e resultados puderam concluir que o DNA é o responsável e portador do material genético (características) e a hereditariedade, pois as bactérias que eram “transformadas” em S vivas, se reproduziam e passavam suas características à seus descendentes.” Trecho descartado as informações, apesar de corretas, estão truncadas e cabe ao leitor reorganizá-las para que façam sentido.

Aluno 15

“Os experimentos tem como resultado, a partir das várias hipóteses de substâncias possíveis, o DNA acabou ficando (pela exclusão das outras) com única substância que poderia conter material genético.
No caso, o segundo experimento comprovou que o DNA é passado do vírus para a bactéria, formando vários vírus iguais.
Os dois experimentos nos levam à conclusão de que o DNA é o que contém o agente genético.”

Aluno 15**Argumento 1** **Argumento 2** **Argumento 3**

O aluno escreve 3 argumentos, sendo que apenas um deles tem justificativa. O primeiro e o segundo argumentos são pontuais, enquanto o terceiro argumento é geral, mas não fica claro no texto os dois argumentos anteriores serviriam de justificativa para esse argumento, apesar de dar essa impressão.

Aluno 16

“Em ambos os experimentos o resultado sucedido foi de igual conclusão. Tanto no primeiro quanto no segundo, várias possíveis substâncias foram testadas com o fim de se chegar à responsável pela informação genética.
Em todos os casos, os cientistas chegaram ao mesmo resultado, o DNA era o único que podia ser responsável pelo material genético.
E então visto que o DNA dos vírus era resultante da informação hereditária conclui-se que o único possível causador de mudanças genéticas é o DNA porque as outras experiências não mostraram mudanças nos genes dos seres testados.”

Aluno 17

“As conclusões dos experimentos 1 e 2 permitem afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias, pois, ao colocar as bactérias S morta pelo calor mais R viva, o rato morreu. Quando mataram a bactéria S pelo calor, a sua estrutura de DNA, não foi afetada. Esse DNA afetou a bactéria R, transformando-a em S. Uma célula do DNA da S foi para a R, fazendo assim reprodução assexuada, com essa divisão celular, levou as características hereditárias para a bactéria R. Com isso, podemos afirmar que o DNA é portador de informações hereditárias.”

Aluno 17

Argumento 1

“Uma célula do DNA da S foi para a R, fazendo assim reprodução assexuada, com essa divisão celular, levou as características hereditárias para a bactéria R. Com isso, podemos afirmar que o DNA é portador de informações hereditárias.” O trecho contém erros conceituais e há uma causalidade errada devido ao uso da expressão “com isso”.

Só é possível construir um argumento que apresenta justificativa. O dado prevê que a justificativa falasse dos dois experimentos, porém o aluno se restringe a uma parte do primeiro experimento. Consideramos essa justificativa fraca.

Aluno 18

“É possível perceber que o DNA é o portador das informações hereditárias, pois para as bactérias R vivas se transformarem em S vivas, teriam que conter o princípio de transformação genética do DNA. O DNA determina as características da bactéria, se ela resistiu ao calor, mais de uma teria que ter resistido para causar pneumonia no camundongo. A reprodução das bactérias R vivas pelo princípio transformante (DNA) que estava na bactéria S morta - que resistiu ao calor – a bactéria R pegou esse princípio e se transformou em S vivas.

O DNA do vírus penetra na bactéria, percebemos isso através da marcação feita no DNA do vírus com fósforo radioativo e a proteínas de vírus com enxofre radioativo, foi possível observar que apenas o fósforo radioativo entrou na bactéria, produzindo em pouco tempo novos outros vírus completos com cápsula de proteína. Como só o DNA entrou na bactéria e reproduziu outros vírus completos, se conclui que o DNA é o portador do material hereditário.

A relação entre os dois experimentos é que como as bactérias que continham o DNA da pneumonia e o DNA do vírus foram implantadas em outro corpo e ambas tiveram a reprodução de outros vírus e bactérias idênticas a partir da hereditariedade do DNA.”

Aluno 18**Argumento 1**

Argumento tautológico, pois a informação que justifica a conclusão que justifica a conclusão é a mesma da conclusão.

Argumento 2

Conclusão e justificativa apresentam conceitos errados, portanto o argumento é desconsiderado.

Argumento 3

Argumento 4

“A reprodução das bactérias R vivas pelo princípio transformante (DNA) que estava na bactéria S morta - que resistiu ao calor – a bactéria R pegou esse princípio e se transformou em S vivas.” Afirmação que transforma o argumento 1 em uma verdade, mas não estabelece nenhuma relação com os argumentos anteriores. Está correta conceitualmente, mas não se articula com o texto.

“A relação entre os dois experimentos é que como as bactérias que continham o DNA da pneumonia e o DNA do vírus foram implantadas em outro corpo e ambas tiveram a reprodução de outros vírus e bactérias idênticas a partir da hereditariedade do DNA.” O trecho contém afirmação, mas não contém argumento. Traz conceitos relevantes ao tema da questão e se relaciona fortemente à conclusão do enunciado, seria um dado. Como o enunciado contém tal afirmação, o trecho gera dúvida na análise. Por isso, foi retirado.

Aluno 19

“O DNA é o portador das informações hereditárias, pois quando a R viva entra na S morta ela se reproduziu formando várias S e faz com que o camundongo morresse. A mesma coisa acontece com o experimento 2, o DNA do vírus penetra e a bactéria se reproduz. O DNA que é a informação hereditária, ele passa por via sexual, dando suas características, isso, podemos dizer que acontece com o ser humano.

As S se reproduzem, pois elas contém uma cápsula de carboidratos e causam a pneumonia em camundongos, já a R não produzem a cápsulas de carboidratos e não causam pneumonia em camundongos.

As bactérias filhas S carregam as informações que tem no DNA, pois o DNA dos “pais” tem as informações que elas precisam, para se desenvolver.”

Aluno 20

“O experimento 1 foi feito em 1928, onde Fred Griffith infectava ratos com bactérias denominadas “S” que transmitiam pneumonia, e bactérias “R” que não transmitiam a doença. Foi observado que as bactérias S (mortas), não levaria a morte do camundongo, mas se estivessem vivas matariam, e a bactéria R (vivas) não mataria o camundongo, mas se fosse introduzidas bactérias S (mortas) e bactérias R (vivas), o camundongo morreria.

O experimento 2 foi realizado em 1944, por Avery, do qual a composição desse experimento era amilases, proteases, ribonucleases e desoxirribonucleoses, descobrindo então a desoxirribose, devido ao reagente que modificou a substância desoxirribonucleoses.

A partir desses experimentos, foi concluído que o DNA é o material genético e que ele é o responsável pela hereditariedade. Outros experimentos, permitiu identificar o DNA visualmente, observando seu caminho dentro das células.”

Aluno 20**Argumento 1**

D - [Dado que] O experimento 1 foi feito em 1928, onde Fred Griffith infectava ratos com bactérias denominadas “S” que transmitiam pneumonia, e bactérias “R” que não transmitiam a doença. Foi observado que as bactérias S (mortas), não levaria a morte do camundongo, mas se estivessem vivas matariam, e a bactéria R (vivas) não mataria o camundongo, mas se fosse introduzidas bactérias S (mortas) e bactérias R (vivas), o camundongo morreria. O experimento 2 foi realizado em 1944, por Avery, do qual a composição desse experimento era amilases, proteases, ribonucleases e *desoxirribonucleases*, descobrindo então a desoxirribose, devido ao reagente que modificou a substância *desoxirribonucleases*.

assim,

C - foi concluído que o DNA é o material genético e que ele é o responsável pela hereditariedade.

O aluno não deixa clara a relação entre as informações presentes no dado e a conclusão. Há um acúmulo de narrativas sobre os experimentos, ou seja, não há justificativa.

“Outros experimentos, permitiu **identificar o DNA visualmente**, observando seu caminho dentro das células.” Trecho com erro conceitual (tal qual aluno 2).

Aluno 21

“As conclusões dos experimentos 1 e 2 tem informações hereditárias, pois o DNA tem a capacidade de transformar as características das bactérias.

Na experiência as bactérias vão se multiplicar, sendo que, uma bactéria se transforma em duas.

A bactéria R pega as características da bactéria S e se transforma, no primeiro experimento.

No experimento dois a bactéria vai pegar o resultado do primeiro experimento e vai transformá-lo, para obter um vírus mais resistente, sendo que, no DNA o vírus pode ficar e multiplicar-se podendo criar um vírus muito forte, assim podemos explicar porque o vírus mata um rato e outro não morre.”

Aluno 22

“Com a conclusão das experiências 1 e 2 afirmamos que o DNA carrega as informações genéticas, e a partir do primeiro ele se copia, criando mais iguais a ele com o mesmo DNA.
O DNA está relacionado a característica física.”

Aluno 22

Argumento 1

D - [Dado que] Com a conclusão das experiências 1 e 2.

→ assim,

C - afirmamos que o DNA carrega as informações genéticas.

O argumento formulado é igual ao enunciado da questão, desta vez em forma de afirmação.

“e a partir do primeiro ele se copia, criando mais iguais a ele com o mesmo DNA. O DNA está relacionado a característica física.” Afirmações desconectadas que não servem de justificativa nem se relacionam com a pergunta. O aluno não coloca conectivos que dêem a relação causal.

Aluno 23

“Com a conclusão dos experimentos 1 e 2 podemos afirmar que o DNA carrega as informações genéticas, pois a partir dele são criados outros vírus idênticos com capacidade de gerar a mesma doença e se espalhar pelo organismo.”

Aluno 23

Argumento 1

O conectivo “*pois*” (vide original) expresso cria uma relação de causa, logo, classificamos o trecho como justificativa. Tal justificativa não permite a passagem entre o dado e a conclusão (são informações desconexas), logo, o argumento não pode ser considerado correto.

Aluno 24

“Camundongos assassinados e a informação hereditárias

Em 1928, o cientista Fred Griffith, fez um experimento relacionado à descoberta do DNA (ácido desoxirribonucleico) como fator determinante relacionado as informações hereditárias. A experiência foi a seguinte: ele pegou 4 camundongos e 2 bactérias, a do tipo S e a do tipo R. A do tipo S causava pneumonia nos ratos levando-os à morte. A do tipo R não causava nada nos ratos e os mantinha vivos. O seguinte ocorreu:

1º rato: introduzida substância S, o rato morreu

2º rato: introduzida substância R, o rato viveu

3º rato: introduzida substância S (morta), o rato viveu

4º rato: introduzida substância S (morta) e R (viva), o rato morreu.

Já que o camundongo 4 morreu, foi possível perceber a presença do fator transformante.

Em 1944, foi executado o 2º experimento por Oswald Avery. Esse experimento era para verificar se o princípio transformante tinha alguma coisa haver com o DNA e com as informações hereditárias. Ele adicionou álcool à substâncias específicas e analisou o fator que era ressaltado. O seguinte ocorreu:

Foram adicionados amilase, proteases e ribonuclease. Foi observado o fator boiando na substância de álcool com S (mortas) e R (vivas). Quando foi adicionado desoxirribonucleases, o fator sumiu na substância.

Podemos concluir que o DNA contém informação hereditária pois a bactéria S estava morta, mas o calor que usaram para matá-la não foi suficiente para “quebrar” o DNA e quando a bactéria R foi misturada viva, ela “pegou” o DNA da S e Houve uma transformação fazendo com que quando as R se reproduzissem, nasceriam S.”

Aluno 24**Argumento 1**

D - [Dado que] Em 1928, o cientista Fred Griffith, fez um experimento relacionado à descoberta do DNA (ácido desoxirribonucleico) como fator determinante relacionado as informações hereditárias. A experiência foi a seguinte: ele pegou 4 camundongos e 2 bactérias, a do tipo S e a do tipo R. A do tipo S causava pneumonia nos ratos levando-os à morte. A do tipo R não causava nada nos ratos e os mantinha vivos. O seguinte ocorreu:
 1º rato: introduzida substância S, o rato morreu
 2º rato: introduzida substância R, o rato viveu
 3º rato: introduzida substância S (morta), o rato viveu
 4º rato: introduzida substância S (morta) e R (viva), o rato morreu.
 Já que o camundongo 4 morreu.

assim,

C - foi possível perceber a presença do fator transformante.

O aluno usa o conectivo “já que” indicando relação, porém, apenas adiciona outro dado repetindo o resultado do experimento.

Argumento 2

D - [Dado que] a bactéria S estava morta, mas o calor que usaram para matá-la não foi suficiente para “quebrar” o DNA e quando a bactéria R foi misturada viva, ela “pegou” o DNA da S e Houve uma transformação fazendo com que quando as R se reproduzissem, nasceriam S.

assim,

C - Podemos concluir que o DNA contém informação hereditária.

O aluno tem conteúdo para construir uma justificativa, mas usa conectivos errados (“mas”, “e quando”), portanto não cria uma relação de justificativa entre as sentenças.

“Em 1944, foi executado o 2º experimento por Oswald Avery. Esse experimento era para verificar se o princípio transformante tinha alguma coisa haver com o DNA e com as informações hereditárias. Ele adicionou álcool à substâncias específicas e analisou o fator que era ressaltado. O seguinte ocorreu:

Foram adicionados amilase, proteases e ribonuclease. Foi observado o fator boiando na substância de álcool com S (mortas) e R (vivas). Quando foi adicionado desoxirribonucleases, o fator sumiu na substância.” Parágrafo narrativo sem conclusões. O aluno apenas enumera informações.

Título: *“Camundongos assassinados e a informação hereditárias”*. Não adiciona informação relevante para a resposta.

Aluno 25

(Começa com desenhos de 4 ratos e as legendas)

“Com as bactérias S o rato ficou com pneumonia e não sobreviveu (1ª experiência), no segundo rato são bactérias boas R vivas e o rato sobreviveu. Agora na 4ª experiências colocaram S mortas e R vivas o rato morreu, que não era para o rato sobreviver pois a bactéria R é uma bactéria boa, mas o fato foi que do DNAs da bactéria S mortas inverteram com a bactéria R e fez com que o rato morresse de pneumonia.

As novas bactérias que iriam nascer era do tipo S porque os DNA das bactérias R foram quebradas.”

Aluno 25**Argumento 1**

D - [Dado que] os DNA[s] das bactérias R foram quebradas.

→ assim,

C - As novas bactérias que iriam nascer era do tipo S.

Há erro conceitual no dado, o que invalida o argumento.

(Começa com desenhos de 4 ratos e as legendas)

“Com as bactérias S o rato ficou com pneumonia e não sobreviveu (1ª experiência), no segundo rato são bactérias boas R vivas e o rato sobreviveu. Agora na 4ª experiências colocaram S mortas e R vivas o rato morreu(...)” Não há conclusão, apenas uma enumeração de fatos.

“que não era para o rato sobreviver pois a **bactéria R é uma bactéria boa**”. Tentativa de estabelecer uma justificativa, mas contém erros conceituais.

“mas o fato foi que do DNAs da bactéria S mortas inverteram com a bactéria R e fez com que o rato morresse de pneumonia.” Não há conclusão, apenas uma enumeração de fatos.

Aluno 26

“As conclusões dos experimentos afirmam que o DNA carrega as informações hereditárias, pois:

No experimento 1 a bactéria que tem menos chances de sobreviver, sobrevive graças a transmissão de DNA da bactéria que tem mais chances. Ou seja, o DNA carrega as características dos indivíduos, levando informações genéticas. Quando o indivíduo que recebeu as características se reproduz, ele transmite-as para seus descendentes, que apresentam imunidade, assim conclui-se que o DNA carrega as informações genéticas.

A partir do experimento 2 percebeu-se que era o DNA e não a proteína que possui o material genético. Eles tem informações para produzir novos indivíduos como mostra no experimento quando a bactéria se reproduz.

Conclui-se então a partir dos dois experimentos que o DNA possui a capacidade de modificar-se, de modificar outras DNAs e transmitir suas características aos seus descendentes.”

Aluno 26**Argumento 1**

D - [Dado que] As conclusões dos experimentos.

assim,

C - afirmam que o DNA carrega as informações hereditárias.

Argumento 2

D - [Dado que] A partir do experimento 2.

assim,

C - percebeu-se que era o DNA e não a proteína que possui o material genético.

Argumento 3

D - [Dado que] como mostra no experimento quando a bactéria se reproduz.

assim,

C - Eles [DNA] tem informações para produzir novos indivíduos.

Argumento 4

D - [Dado que] a partir dos dois experimentos.

assim,

C - Conclui-se que o DNA possui a capacidade de modificar-se, de modificar outras DNAs e transmitir suas características aos seus descendentes.

“pois: No experimento 1 a bactéria que tem menos chances de sobreviver, **sobrevive graças a transmissão de DNA da bactéria que tem mais chances**. Ou seja, o DNA carrega as características dos indivíduos, levando informações genéticas. Quando o indivíduo que recebeu as características se reproduz, ele transmite-as para seus descendentes, **que apresentam imunidade**, assim conclui-se que o DNA carrega as informações genéticas.” Esse trecho pretendia ser uma justificativa devido ao uso do conectivo pois que precede o parágrafo, mas o aluno apresenta afirmações que não são justificativas e estão incorretas conceitualmente.

Aluno 27

“Os experimentos 1 e 2 permitem afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias, pois é nele que você carrega as “informações” de seus pais. É levado também o DNA de seus familiares.

Com doenças raras a família, como câncer, ele é passado pelo DNA, mas nem sempre isso acontece.

O DNA traz dados sobre sua pessoa, tendo nele, também, vários meios de se curar de uma gripe ou doença.”

Aluno 27

Argumento 1

A justificativa apresentada não permite a passagem do dado para a conclusão, apesar de estruturalmente estar correto. É desconsiderado.

“Com doenças raras a família, como câncer, ele é passado pelo DNA, mas nem sempre isso acontece. O DNA traz dados sobre sua pessoa, tendo nele, também, vários meios de se curar de uma gripe ou doença.” Afirmações jogadas, sem relação com a pergunta, duvidosas quanto à sua correção conceitual.

Aluno 28

“No começo os cientistas achavam que as proteínas “carregavam” as informações hereditárias. Com um tempo puderam observar que dentro da célula do vírus era encontrado fósforo radioativo uma substância que não era encontrada nas proteínas.

Viram também que as células das bactérias e as próprias bactérias filhas eram idênticas a mãe (Bactéria original). Assim verificaram que o no DNA contia fósforo raioativo, podendo concluir que quem “carregava” as informações hereditárias era o DNA e não as proteínas.

Já no experimento 1 verificaram que uma célula que transmite doença quando está morta ao juntar-se com desoxibonucleose obteve vida novamente, essa substância também só é encontrada no DNA, concluindo que as informações hereditárias esta armazenada no DNA.”

Aluno 28**Argumento 1**

O conectivo “*assim*” é usado no início do dado, como se a frase fosse consequência do parágrafo anterior.

Argumento 2

O dado apresentado está errado conceitualmente e tem caráter místico, pois o DNA obtém vida novamente de maneira inexplicável. Argumento não considerado.

“No começo os cientistas achavam que as proteínas “carregavam” as informações hereditárias.” Afirmação solta, sem argumento.

“Com um tempo puderam observar que dentro da célula do vírus era encontrado fósforo radioativo **uma substância que não era encontrada nas proteínas.**” Afirmação solta com erros conceituais.

“Viram também que as células das bactérias e as próprias bactérias filhas eram idênticas a mãe (Bactéria original).” Afirmação solta, sem argumento.

Aluno 29

“Inicialmente eles acreditavam que era a proteína que carregava as informações, pois estavam em “todos os lugares”. Com os experimentos foi possível afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias. Isso ocorreu, pois por ele carrega as informações ele pode se transforma, por exemplo, em bactéria. E quando os vírus pegam o DNA de uma bactéria ele consegue se reproduzir, pois eles tem como passar as informações.

Reformulando [pós correção da professora?]:

Inicialmente eles acreditavam que era a proteína que carregavam as informações, pois estavam em todos os lugares.

Dois experimentos que foi feito e foi possível observar que não era a proteína que carregava a informações.

Um dos experimentos era o da bactéria. Que teve como resultados as bactérias R vivas haviam sido transformadas em S por algum tipo de substância liberado pelas bactérias S mortas. Essa transformação de bactérias R em S foi chamado de transformação bacteriana. Isso ocorria, pois as bactérias têm capacidade de pega as informações através de DNA. Elas tem a reprodução assexuada, dividindo, multiplicando as informações que conseguir pega.”

Aluno 29**Argumento 1** **Argumento 2**

A justificativa apresentada para ligar dado à conclusão está errada conceitualmente, logo, descartamos o argumento.

“Reformulando [após as discussões em pequenos grupos]:”

Argumento 1

O argumento 1 se repete após a correção do aluno.

“Dois experimentos que foi feito e foi possível observar que não era a proteína que carregava a informações.” Há conteúdo conceitual para estabelecer a relação D logo C, mas o conectivo usado não permite tal relação (“e”).

“Um dos experimentos era o da bactéria. Que teve como resultados as bactérias R vivas haviam sido transformadas em S por algum tipo de substância liberado pelas bactérias S mortas. Essa transformação de bactérias R em S foi chamado de transformação bacteriana. Isso ocorria, pois as bactérias têm capacidade de pega as informações através de DNA. Elas tem a reprodução assexuada, dividindo, multiplicando as informações que conseguir pega.” Enumeração de fatos e conceitos, mas não há conclusões, logo, não consideramos um argumento, apesar da correção conceitual.

Aluno 30

“Os experimentos 1 e 2 afirmam que o DNA é o portador das informações hereditárias, porque esta nele as informações de seus descendentes.

O câncer por ser uma doença raras mesmo assim é passado por DNA mais nem sempre é que a outra pessoa possua.

Os cientistas viram que as bactérias vivas ao ter contato com bactérias mortas acabam sofrendo mudança no seu próprio DNA.”

Aluno 30

Argumento 1

A justificativa não está errada conceitualmente, mas é uma abstração bem distante do resultado dos experimentos e não permite a passagem de dado à conclusão.

“O câncer por ser uma doença raras mesmo assim é passado por DNA mais nem sempre é que a outra pessoa possua.” Afirmação solta, sem relação com o enunciado da pergunta. A frase é confusa, não dá pra entender direito o que o aluno quer dizer.

“Os cientistas viram que as bactérias vivas ao ter contato com bactérias mortas acabam sofrendo mudança no seu próprio DNA.” Afirmação solta, sem conclusão. Se relaciona em conteúdo com a pergunta, mas o aluno não constrói essa relação.

Aluno 31

“Depois da experiência do microbiólogo Frederick Griffith que demonstrava bactérias que causava doenças, mesmo mortas, passavam a outras bactérias vivas a mesma doença. Esse enigma depois de um tempo com outros médicos demonstraram que a molécula que contia as informações eram transmitidas de geração á geração (DNA). Por isso com a demonstração de troca de material genético entre bactérias (conjugação bacteriana) consiste em uma tranferencia de genes de uma bactéria douadora para uma receptora (a receptora ocorre a duplicação do cromossomo).

A confirmação que o DNA é resposável pela hereditariedade veio depois de várias outras experiências no mesmo segmento das bactérias. Concluindo que a molécula de DNA é fonte de informação da célula, com alto grau de organização que é traduzida pela sequência de nucleotídeos, de acordo com uma ordem específica para cada indivíduo. A célula tem a capacidade de reproduzir a informaçãoo contida no DNA, formando outro molécula igual a primeira. Depois de várias divisões e duplicações surgirá cadeias-mães e cadeias-filhas.

Esse mecanismo de replicação é comum em todos os organismos pelos quais será a transmissão de características específicos de pai para filho.”

Aluno 31**Argumento 1**

D - [Dado que] Depois da experiência do *micro biólogo* Frederick Griffith que demonstrava [que] bactérias que *causavam* doenças, mesmo mortas, *passavam* a outras bactérias vivas a mesma doença.

assim,

C - depois de um tempo com outros médicos demonstraram que a molécula que *continha* as informações eram transmitidas de geração á geração (DNA).

Não existe relação conceitual entre dado e conclusão.

“Por isso” é usado de forma errada, pois a frase é apenas uma descrição do fenômeno, sem relação com a frase anterior.

“Por isso com a demonstração de troca de material genético entre bactérias (conjugação bacteriana) consiste em uma transferênci de genes de uma bactéria doadora para uma receptora (a receptora ocorre a duplicação do cromossomo).

A confirmação que o DNA é responsável pela hereditariedade veio depois de várias outras experiências no mesmo segmento das bactérias. Concluindo que a molécula de DNA é fonte de informação da célula, com alto grau de organização que é traduzida pela sequência de nucleotídeos, de acordo com uma ordem específica para cada indivíduo. A célula tem a capacidade de reproduzir a informação contida no DNA, formando outro molécula igual a primeira. Depois de várias divisões e duplicações surgirá cadeias-mães e cadeias-filhas.

Esse mecanismo de replicação é comum em todos os organismos pelos quais será a transmissão de características específicos de pai para filho.” Afirmações descritivas, sem relação com a atividade, os conceitos estão certos. Não responde a questão e não constrói argumentos.

Aluno 32

“Ambas as conclusões mostram que o DNA é o responsável pela transferência das características do corpo. No caso do 1º experimento temos que os camundongos possuíam o vírus, ao sofrer a ação dele morriam, e quando eram mortos por ação de outro fator como calor passavam seu DNA para as bactérias do camundongo vivo, e essas bactérias recebiam toda a informação genética e passavam a modificar também sua aparência física passando a obter uma parede de carboidratos, então essa bactéria R que recebeu o DNA da S se multiplica, dominando todo corpo por reprodução pela divisão celular e matando o camundongo.

E no outro experimento onde foi modificado o DNA do vírus colocando nele fósforo radioativo dentro e fora enxofre radioativo e notouse que o DNA encontrado na bactéria que foi infectada pelo vírus continha o fósforo, desse modo pode-se determinar que as informações genéticas estão contidas no DNA.”

Aluno 32

Argumento 1

A justificativa tem duas partes. A parte (a) está errada conceitualmente, por isso, invalida o argumento.

Argumento 2

O aluno usa o conectivo e indicando relação de soma, ou seja, dois dados ao invés da relação causal, que indicaria justificativa do argumento.

Aluno 33

“No experimento 1 há duas características principais nas bactérias que são R, que não são prejudiciais, obtém o DNA das bactérias S mortas que, ao se dividir as bactérias R, iram matar o camundongo. Já o segundo experimento o vírus bacteriano passa suas informações para a bactéria, aí até as bactérias morrerem.”

Aluno 34

“A partir das conclusões dos experimentos 1 e 2 podemos afirmar que o DNA carrega as informações genéticas pois a partir dele são criados outros vírus e com o DNA igual a da “mãe”.

DNA esta também associado a características físicas e as filhas pegam as informações da mãe (cópia dela mesma).

A informações (no caso das bactérias [escrito acima do texto]) passam na reprodução assexuada, que a divisão dela, uma copia dela mesma, se a “mãe” pega uma característica de outra bactéria, um exemplo a pneumonia, cria uma “casca” de proteína em volta da bactéria. A partir disso, a “mãe” pegou essas informações e passa para seus filhos...”

Aluno 34

Argumento 1

A justificativa apresentada não permite a passagem do dado à conclusão.

“DNA esta também associado a características físicas e as filhas pegam as informações da mãe (cópia dela mesma).

*A informações (no caso das bactérias [escrito acima do texto]) passam na reprodução assexuada, que a divisão dela, uma copia dela mesma, se a “mãe” pega uma característica de outra bactéria, um exemplo a pneumonia, **cria uma “casca” de proteína** em volta da bactéria. A partir disso, a “mãe” pegou essas informações e passa para seus filhos...”* Afirmações descritivas de processos celulares sem argumento. Apresenta confusões conceituais.

Aluno 35

“O DNA é o portador das informações hereditárias tanto no princípio transformante quanto nos das bactérias virais, pois no primeiro experimento (R – sem pneumonia e S – com pneumonia) quando colocados juntos os camundongos R+S esperavam eu os camundongos S fossem sobreviverem e isso não ocorreu.

Com esse resultado, podemos imaginar que ao ser colocados juntos as bactérias e os camundongos S os camundongos R adquiriram uma nova características, ou seja, que era produzir a cápsula que faria surgira a pneumonia. Ao passar o tempo os camundongos que pegaram essa novas características foram se reproduzindo ao ponto de seus filhotes possuírem todas essas mesmas informações hereditárias, e isso aconteceu sucessivamente com os filhotes até estar todos com as características igualadas, ou seja, com a cápsula que causa a doença e esse fez com que o resultado fosse o inesperado, a morte de todos os camundongos. Há e essa informação para ser adquirida por todos tinha que estar concentrada no núcleo, que no caso é o DNA.

Já no segundo experimento a ser identificados nos vírus por fósforo que ficou concentrado no DNA e o enxofre que foi colocado na cápsula. Ao ser colocados na bactéria para se reproduzirem, perceberam que o vírus que permaneceu e se reproduziram foram aqueles que contia o fósforo no DNA.

Ou seja, com tudo isso podem afirmar que as informações hereditárias ficam no DNA, pois apenas esse vírus conseguiram sobreviver, se reproduzirem e ainda também passavam essa nova características os seus descendentes para que eles pudessem se reproduzirem e ir passando a cada geração.”

Aluno 35**Argumento 1**

A justificativa apresentada tem erros conceituais que invalidam o argumento. Além disso, apesar de explicitar no dado a presença de 2 experimentos, na garantia, só explicita um deles.

Argumento 2

Há conceitos errados na justificativa. Não há relação entre as informações de D, W e C. O trecho da garantia representa um qualificador, porém, como as informações de W e C são desconexas, não tem como inserir o qualificador apenas no modelo de argumento montado.

*“Com esse resultado, podemos imaginar que ao ser colocados juntos as bactérias e os **camundongos S** os **camundongos R** adquiriram uma nova características, ou seja, que era produzir a cápsula que faria surgir a pneumonia. Ao passar o tempo os **camundongos que pegaram essa novas características foram se reproduzindo ao ponto de seus filhotes possuírem todas essas mesmas informações hereditárias**, e isso aconteceu sucessivamente com os filhotes até estar todos com as características igualadas, ou seja, com a **cápsula que causa a doença e esse fez com que o resultado fosse o inesperado**, a morte de todos os camundongos. Há e essa informação para ser adquirida por todos tinha que estar concentrada no núcleo, que no caso é o DNA.*

*Já no segundo experimento a ser identificados nos vírus por fósforo que ficou concentrado no DNA e o enxofre que foi colocado na cápsula. Ao ser colocados na bactéria para se reproduzirem, perceberam **que o vírus que permaneceu e se reproduziram foram aqueles que contia o fósforo no DNA.**”* Há erros conceituais, não é possível identificar as relações criadas entre as afirmações colocadas.

Apêndices

Apêndice 01 - Análises dos argumentos produzidos pelos alunos

Aluno	Argumento	Validade conceitual	Conclusão do argumento	Descrição dado no argumento	Trata de quais experimentos no seu argumento	Apresenta justificativa	Cumpre a tarefa	Observações
1	A1	Válido	Esperada	Narra os experimentos	1	Sim	Sim	
	A2	Válido	Esperada	Conclusão dos experimentos	2	Sim		
	A3	Válido	Esperada	Outro	1 e 2	Sim		
2	A1	Válido	Não esperada	Narra os experimentos	1	Não	Não	
	A2	Válido	Não esperada	Conclusão dos experimentos	1	Sim		
	A3	Válido	Esperada	Cita os experimentos	1	Não		
3	A1	Válido	Esperada	Cita os experimentos	1	Sim	Não	
	A2	Válido	Esperada	Outro	-	Sim		
4	A1	Válido	Esperada	Cita os experimentos	1	Sim	Sim	
	A2	Válido	Não esperada	Outro	2	Não		
	A3	Válido	Esperada	Outro	1 e 2	Não		
5	A1	Válido	Não esperada	Outro	1	Sim	Não	
	A2	Válido	Não esperada	Narra os experimentos	1	Sim		
	A3	Válido	Esperada	Cita os experimentos	1	Sim		
6	A1	Válido	Esperada	Conclusão dos experimentos	1	Sim	Não	
7	A1	Inválido	Esperada	Conclusão dos experimentos	1	Sim	Não	
	A2	Válido	Esperada	Conclusão dos experimentos	2	Não		
8	A1	Válido	Não esperada	Outro	-	Não	Sim	
	A2	Válido	Esperada	Conclusão dos experimentos	2	Não		
	A3	Válido	Esperada	Conclusão dos experimentos	1	Não		
9	A1	Válido	Não esperada	Conclusão dos experimentos	1	Não	Sim	
	A2	Válido	Esperada	Outro	1	Sim		

	A3	Válido	Não esperada	Conclusão dos experimentos	2	Sim		
	A4	Válido	Esperada	Narra os experimentos	2	Não		
10	A1	Inválido	Esperada	Cita os experimentos	-	Sim	Não	
11	A1	Válido	Esperada	Cita os experimentos	1 e 2	Sim	Sim	
	A2	Válido	Esperada	Outro	-	Não		
12	A1	Válido	Esperada	Narra os experimentos	1 e 2	Sim	Sim	
13	A1	Válido	Esperada	Narra os experimentos	1	Sim	Não	
14	A1	Válido	Esperada	Narra os experimentos	1	Sim	Não	
	A2	Válido	Não esperada	Narra os experimentos	1	Sim		
15	A1	Válido	Esperada	Outro	1	Sim	Sim	
	A2	Válido	Não esperada	Cita os experimentos	2	Não		
	A3	Válido	Esperada	Cita os experimentos	1 e 2	Não		
17	A1	Válido	Esperada	Cita os experimentos	1	Sim	Não	
18	A1	Válido	Esperada	Conclusão dos experimentos	1	Não	Sim	
	A2	Inválido	Não esperada	Outro	1	Sim		
	A3	Válido	Não esperada	Outro	2	Não		
	A4	Válido	Esperada	Conclusão dos experimentos	2	Sim		
20	A1	Válido	Esperada	Narra os experimentos	1	Não	Não	
22	A1	Válido	Esperada	Cita os experimentos	1 e 2	Não	Não	não tem justificativa, é cópia do enunciado
23	A1	Inválido	Esperada	Cita os experimentos	2	Sim	Não	
24	A1	Válido	Não esperada	Narra os experimentos	1	Não	Não	
	A2	Válido	Esperada	Conclusão dos experimentos	1	Não		
25	A1	Inválido	Não esperada	Outro	1	Não	Não	
26	A1	Válido	Esperada	Cita os experimentos	1 e 2	Não	Sim	não tem justificativa, é cópia do enunciado
	A2	Válido	Não esperada	Cita os experimentos	2	Não		
	A3	Inválido	Esperada	Cita os experimentos	1	Não		

	A4	Válido	Esperada	Cita os experimentos	1 e 2	Não		não tem justificativa, é cópia do enunciado
27	A1	Inválido	Esperada	Cita os experimentos	-	Sim	Não	
28	A1	Válido	Esperada	Conclusão dos experimentos	2	Não	Não	
	A2	Inválido	Esperada	Conclusão dos experimentos	1	Sim		
29	A1	Válido	Não esperada	Outro	1	Não	Não	
	A2	Inválido	Esperada	Cita os experimentos	1	Sim		
	A3	Válido	Não esperada	Outro	1	Não		
30	A1	Inválido	Esperada	Cita os experimentos	-	Sim	Não	
31	A1	Inválido	Esperada	Narra os experimentos	1	Não	Não	
32	A1	Inválido	Esperada	Conclusão dos experimentos	1 e 2	Sim	Não	a justificativa do experimento 1 é errada conceitualmente
	A2	Válido	Esperada	Narra os experimentos	2	Não		
34	A1	Válido	Esperada	Cita os experimentos	2	Sim	Não	
35	A1	Inválido	Esperada	Cita os experimentos	1	Sim	Não	
	A2	Inválido	Esperada	Narra os experimentos	1	Sim		

Apêndice 02 - Transcrição de aula 3º I

Aula 51 - 16/04/2008 – 3º ano I

Linha	Tempo	Pessoa	Falas	Ações pró-argumentação	Observações
1	00:00:06				Alunos entram na sala
2	00:01:30				Alunos do fundo esquerdo da sala terminam de fazer e comentam o exercício
3	00:03:00				Alunos comentam o exercício
4	00:04:10				Professora começa a organizar a sala. Vai até a porta e chama os alunos
5	00:04:46				Professora fecha a porta
6	00:05:13	P	Pessoal, vamos lá?		
7	00:05:17	A	Professora		
8	00:05:21	A	Professora		
9		P	Oi		
10		A	É pra entregar essa folha aqui junto, ou só essa aqui óh?		Mostra duas folhas com os braços levantados
11		P	Pode ser só essa		
12	00:05:30	P	Pessoal, bom dia. Vamos lá?		
13		A	Professora (inaudível)		
14		P	(inaudível) mas acontece		
15		P	Mas e aí? Vocês fizeram? Vamos entregando a lição. Síndromes (inaudível)		
16		P	E aí gente? (inaudível) o nome da doença e (inaudível) sexo (inaudível)		
17		P	Pessoal, todo mundo identificou a questão?		
18		A	Professora. (inaudível)		
19		P	Klinefelter		
20	00:07:09	P	Foi só (inaudível)		
21	00:08:27	P	Pessoal, todo mundo entregou?		
22	00:08:57	P	Pessoal, todo mundo identificou o cariótipo? Era o quê?		
23		A	Masculino, normal.		
24		P	Masculino, normal. O cariótipo 2.		
25		A	Masculino.		
26		P	Masculino, síndrome de Down, tudo bem. Tem três cromossomos 21		
27		A	Vinte e um		
28		P	Ah, legal que foi feito (?)		
29		A	Ah, acho que eu coleí no lugar errado.		
30		P	E o três, o quatro, cariótipo quatro.		
31		A	(inaudível) masculino (...) Klinefelter		
32		P	Masculino, mas síndrome de Klinefelter, né? Tudo bem?		
33		A	Masculino		
34		P	É do sexo masculino		

35		A	Porque tem um Y	
36		P	Só que ele tem uma síndrome chamada Síndrome	Não completa a frase
37		A	(inaudível) só dois X	
38		P	Não, mas a questão é (...) A determinação, tem o Y é masculino. Não tem, tanto é que lembra aquele que só tem um X? É feminino. Só que também é a Síndrome de Turner que é o XO. Tem o X e não tem o outro X.	
39	00:10:13	P	Tudo bem?	
40		P	Então gente, ãh (...) a gente, até agora (...)	
41	00:10:29	P	A organização da (...) A organização dos cromossomos no núcleo, ou cromatina, né? O DNA	
42	00:11:51	P	É, então vimos, é, vimos que a célula contém o núcleo, dentro do núcleo está o material genético. Esse material genético é o DNA e esse DNA está organizado na forma de fio de DNA enrolado em proteínas e pode ter o nome de cromatina se um pouco mais esticado ou cromossomo durante a divisão celular um pouco mais compactado, certo?	
43	00:12:23	P	É (...) E hoje, a aula de hoje, a gente vai falar sobre a estrutura mais densa do DNA e identificar a estrutura toda dessa molécula de DNA a partir das descobertas dos cientistas na história da ciência, com esse resuminho que eu fiz pra vocês nessa parte.	
44	00:13:10	P	Então. Como é que os cientistas identificaram a molécula de DNA?	
45	00:13:23	P	Não. (inaudível) extraem o DNA, né? Mas como é que na história da ciência, eles identificaram a composição desse DNA?	Alguns alunos falam antes e no meio da fala da professora, mas não dá pra entender. Dá bronca nos alunos.
46	00:13:42	P	Pessoal, Shhh!, Vamos lá? Então, vamos seguir esse resumo. OW, eu fiz isso daqui e quero atenção.	
47	00:13:59	P	Então gente, além da ficha, caderno. Porque essa ficha é um resumo dos principais itens que eu pus (inaudível)	
48		P	Então, determinação dos componentes do núcleo. Essa foi a primeira etapa dessa história para se determinar a estrutura do DNA. Por quê?	
49			Lá, a gente viu nas aulas passadas, discutindo lá a teoria celular, né? Então lá no final do século XIX, já se sa(bia), já se considerava, já se aceitava a ideia como uma verdade acima de qualquer suspeita que todos os seres vivos são formados por células. E essas células contém núcleo e que ãh (...)	
50		P	Só que, do que é que é formada as estruturas celulares? Lá no final do século XIX, já se sabia, já se conhecia um pouco das proteínas. E já se sabia que as proteínas estavam em todos os lugares da célula.	
51	00:15:02	P	Tanto é que eles acreditavam, nessa época, que eram as proteínas que continham as informações hereditárias, as informações que passam de uma geração para a outra.	
52	00:15:13	P	Por exemplo, nessa (inaudível), então é bom vocês acrescentarem (inaudível), né Maria? Então senta direitinho, guarda seu papel.	
53		P	A informação era quê? Eles achavam que eram as proteínas que tinham as informações hereditárias.	Fornecer evidências

			Eles começaram a dar muita importância pras proteínas porque tinha proteínas em todos os lugares das células, né?	
54			Então eles achavam que (inaudível) que continham as informações hereditárias, né?	
55		P	Só que, a partir aí de 1889, um pesquisador começou a colocar um pouco mais de atenção no núcleo da célula. Os outros (?) cientistas não davam importância para o núcleo, achavam que não tinha muita função, né?	
56			Mas esse pesquisador (inaudível) ele identificou em núcleos de glóbulos brancos um composto de natureza ácida, rico em fósforo, desprovido de enxofre e resistente à ação da pepsina, enzima que digere proteínas.	Fornecer evidências
57	00:16:27	P	Convencido de que era uma nova substância que ele havia descoberto, que não era uma proteína, ele chamou, deu um nome de nucleína. Agora o que é que as informações aí da letra A, quais são as informações que permitiram ao pesquisador dizer: "olha, isso é uma nova substância, (inaudível), isso não é uma proteína"?	Conferir evidências
58	00:17:01	P	Que informações desse parágrafo que permitem a gente concluir que essa substância é diferente de proteína, que não é uma proteína?	Conferir evidências
59		A	(inaudível)	
60		P	A composição química e a resistência à pepsina. Então vamos primeiro analisar a resistência à ação da pepsina. O que é que é a pepsina?	Fornecer evidências
61		P	Está aí nos parênteses.	
62		P	Enzima que digere proteínas. Então, se eu pegar uma proteína e colocar em contato com a pepsina, o que é que vai acontecer com essa proteína?	
63		P	Vai ser digerida. O que significa isso?	
64		A	Quebrada	
65	00:17:48	P	Se eu colocar proteína perto, junto com a pepsina, o que é que vai acontecer com essa proteína?	Algum aluno responde?
66		P	Vai ser digerida. O que é ser digerida?	Algum aluno responde?
67			É Ser quebrada. E o que é ser quebrada?	
68			É ser quebrada em quê?	
69		P	Em aminoácidos. Suas subunidades. Quais são as subunidades da proteína?	Algum aluno responde?
70		P	Aminoácidos, certo? Então se eu colocar lá uma proteína junto com pepsina, depois de um tempo, o que é que eu vou encontrar na preparação?	
71		P	Aminoácidos.	Algum aluno responde?
72		P	Tudo bem?	
73			Certo? Aconteceu isso quando ele colocou essa nova substância junto com a pepsina?	
74		P	Aconteceu isso?	
75		P	Está escrito: "resistente à ação da pepsina". Então, essa substância foi quebrada em aminoácidos?	Algum aluno responde?
76			A pepsina só age em proteínas. Isso aqui é uma proteína? Não?	Conferir evidências
77		P	Então isso é um ponto. Outro ponto que a Maria falou lá é a composição química. Composição química ácida, rica em fósforo. Proteína tem pouco fósforo, não tem fósforo. Tem nitrogênio, mas fósforo é pobre em fósforo. E essa substância tinha	Conferir evidências

			fósforo. Desprovida de enxofre e proteínas geralmente tem bastante (?) enxofre. Então também a composição química, os elementos químicos encontrados nessa substância são diferentes (?) das proteínas, mesmo assim, muitos pesquisadores não acreditaram nesse (inaudível) Richard. E falaram: "não, isso são proteínas que estão contaminadas com grupos fosfatos, né?"	
78			Certo?	
79			Então acreditou, não se acreditou, né?	
80			Nesses experimentos. Desconfiaram. E somente vinte anos depois com (inaudível) é que a natureza ácida do composto foi confirmada e realmente se estabeleceu que era uma substância nova, uma substância diferente. Nessa época ainda não se sabia a sua função, certo?	Valorar posições diferentes
81	00:20:09	P	E chamou, como essa substância era uma substância ácida, chamou de ácido nucléico, certo?	
82	00:20:17	P	Na letra C. Outros experimentos ali entre (?) 1880 e 1900, verificou-se que esses ácidos nucléicos eles continham bases nitrogenadas, então lá o (inaudível) ele identificou que tem muito nitrogênio, né?	Fornecer evidências
83			Na forma, aí, foi identificado de bases nitrogenadas.	
84	00:20:40	P	Que bases nitrogenadas são essas?	
85		P	Que bases nitrogenadas são essas?	
86		P	Adenina, timina, citosina e guanina. São chamadas carinhosamente pela primeira letra do seu nome: A,T,C,G. Certo?	
87			Tudo bem? Adenina, timina, citosina e guanina.	
88		P	E carboidratos. Do tipo pentose. Então tem cinco carbonos ligados de maneira que forma aí, né?	A professora vai até a lousa enquanto fala e escreve o título do texto e desenha a estrutura linear de uma pentose
89			Tridimensionalmente uma pentose, certo? Então nessa época se sabia mais ou menos isso. E, em 1900 foi (inaudível) a existência de dois tipos de ácidos nucléicos.	Ao fim da frase a professora vai à lousa e escreve: ácidos nucléicos
90	00:21:43	P	Então duas substâncias presentes no núcleo de natureza ácida, rica em fósforo, desprovido de enxofre e resistentes à ação da pepsina. O DNA e o RNA. Certo?	Escreve DNA e RNA ao falar.
91	00:22:04	P	Ãh. Quais eram as características, diferenças entre esses dois ácidos nucléicos? A ribose, está escrito aí, né?	Escreve na lousa enquanto fala
92			Forma o RNA. Então o açúcar, né?	
93			A pentose aí que forma o RNA é a ribose. E além disso ele é formado por quatro bases nitrogenadas, mas essas quatro bases nitrogenadas são diferentes das bases do DNA. No RNA é adenina, uracila, citosina e guanina. Certo?	
94			Então A,U,C e G. E o carboidrato é a ribose.	
95	00:22:31	P	No DNA, se verificou que o carboidrato se chama desoxirribose.	
96	00:22:59	P	Por que esse nome? É uma ribose, "oxi" de oxigênio e "des" de sem.	
97	00:23:08	P	Então na ribose que não tem um oxigênio, uma ribose com um oxigênio a menos. Por isso chamada	

		de desoxirribose. Certo?	
98		E tem quatro bases nitrogenadas, mas quais bases nitrogenadas? A, T, C e G. Adenina, adenina, timina, citosina e guanina. Então tem (inaudível), certo?	
99		Então essas são duas diferenças desses ácidos nucleicos. (inaudível) o nome DNA e RNA.	
100	P	Ácido, o DNA é ácido desoxirribo, por causa da ribose, nucleico porque era, está no núcleo. Sendo aqui o A o D e o N. Em português, qual seria a sigla?	
101	P	ADN, tá?	
102		E é usada? Até é usada, só que acabou se fixando a sigla em inglês de que é deoxyribonucleic acid, certo?	
103		Então, na verdade DNA é sigla do nome da substância em inglês que acabamos (inaudível), tá?	
104	P	E o RNA, ácido ribonucleico. Né?	
105		A, R, N, certo?	
106		Então R do RNA e D do DNA se referem ao açúcar que é desoxirribose e ribose, certo?	
107		É uma das diferenças entre (inaudível), tá?	
108	P	Então nessa época, 1900, se sabia mais ou menos do que era feito (inaudível), né?	
109		Mas não se sabia como isso estava, isso estava ligado. Começa uma pista lá em 1912. Onde (inaudível) Jacobson (?) descobriram componente básico dos ácidos nucleicos eram uma estrutura composta por uma base nitrogenada ligada a uma pentose, ao carboidrato aqui que por sua vez estava unida a um grupo fosfato, tá?	A professora escreve na lousa enquanto fala
110		Essa unidade foi chamada então de nucleotídeo. Nucleotídeo.	A professora escreve na lousa enquanto fala
111	P	É. Se sabia que o ácido nucléico eram vários nucleotídeos ligados entre si. Como eles estavam ligados entre si ainda não se sabia nessa época (inaudível) tá?	
112		Então isso é um nucleotídeo, Isso é uma subunidade básica do DNA e do RNA. Da mesma forma como a proteína tem sua subunidade básica. Que é qual? (inaudível)	
113	A		
114	P	A subunidade básica das proteínas?	Alguém respondeu?
115	P	Aminoácidos. Então vários aminoácidos ligados de uma determinada maneira formam uma proteína. Um carboidrato, que é um polissacarídeo tem sua subunidade básica que é chamada de?	
116	P	Monossacarídeo, tá?	
117	P	Então vários monossacarídeos ligados de uma maneira que formam um polissacarídeo, um carboidrato.	
118	P	Da mesma forma, DNA e RNA são macromoléculas, grandes moléculas formadas por uma subunidade. Qual é a subunidade do DNA e do RNA?	Alguém respondeu, (inaudível)
119	P	Nucleotídeo, que por sua vez, são formadas por: base nitrogenada, um carboidrato, que é chamado de pentose (inaudível) e um fosfato. Se esse carboidrato for a desoxirribose, é DNA ou RNA?	
120	A	DNA	
121	P	DNA. Se for uma ribose?	
122	A	RNA	
123	P	RNA. Se essa base nitrogenada for uma adenina?	

124	P	Pode ser um dos dois. Tem que ver aqui (inaudível)	
125	A	(inaudível)	
126	P	Isso. Se for um U?	
127	A	(inaudível) base nitrogenada é só (inaudível)	
128	P	No nucleotídeo tem uma só, tá?	
129		No DNA são vários nucleotídeos então eu tenho um nucleotídeo, por exemplo, DNA, a desoxirribose. Eu tenho um nucleotídeo que eu tenho aqui, um A, um outro nucleotídeo que tem T, timina, um outro nucleotídeo que tem C. E um outro nucleotídeo, que tem G. Tá?	
130		Então são quatro tipos de nucleotídeos diferentes para o DNA, assim como para, eu tenho 20 aminoácidos que se combinam de maneira diferentes para formar uma proteína que pode ter de 300 a 3000 aminoácidos, né?	
131		Eu tenho quatro nucleotídeos, na verdade são cinco nucleotídeos, na verdade são oito nucleotídeos. Eu tenho quatro nucleotídeos de DNA, (inaudível) desoxirribose, tenho A, T, C e o G. E quatro nucleotídeos de RNA com a ribose aqui e A, U, C e G. Entenderam?	
132	0:29:04	P Fala João.	Considerado assim por entender que a professora coordena o que será dado nos diferentes momentos da aula
133	A	Não, Se quando o açúcar, (inaudível)	
134	P	Isso. Em todo nucleotídeo tem essa estrutura. Um grupo fosfato, um açúcar e uma base nitrogenada. Tem isso aqui.	
135	A	(inaudível)	
136	P	Pois é. É isso que a gente está determinando aqui, tá?	
137	P	Em 1912 se chegou a isso. Como essa estrutura foi determinada, iremos lá para a página seguinte, que é o número três. (inaudível) Relacionar o DNA como sendo o material hereditário, tá?	
138		O material genético, mas isso é uma outra coisa. Vamos hoje discutir a estrutura do DNA. Nós vamos chegar lá na sua pergunta. No item três. Né?	
139	P	Então de 1949 a 1953, então na primeira metade aí do século vinte, Erwin Chargaff quantificou as bases nitrogenadas em amostras de DNA de diferentes espécies e de diferentes órgãos de indivíduos da mesma espécie. (inaudível) a que conclusões interessantes ele chegou. Três conclusões.	
140	P	Ele verificou que a composição de bases varia de espécie para espécie, então se eu pegar uma célula humana eu tenho um determinado número de bases nitrogenadas. Se eu pegar uma célula de um rato, eu tenho outro número de bases nitrogenadas. E assim por diante, certo? Então	Fornecer evidências
141	P	Então ele chegou nessa conclusão.	
142	P	Outra conclusão que ele chegou, a proporção de bases é constante dentro da espécie. Então se eu pegar diferentes órgãos diferentes células, de vários indivíduos da mesma espécie, o número de bases é o mesmo. Então se eu pegar aí, de um indivíduo,	Fornecer evidências

			meu coração, meu olho, meu pé, a minha pele, meu estômago vai ter o mesmo número de bases nitrogenadas. Certo?		
143		A	(inaudível)		
144		P	De bases nitrogenadas que aí significa, na verdade, de nucleotídeos, tá?		
145			De nucleotídeos.		
146	00:31:30	P	É que pelas bases eles conseguiam, pelo experimento, né?		
147			Identificar pelo número de bases. Tá?		
148			(inaudível) O intuito (?) é o nucleotídeo inteiro.		
149		P	Em qualquer, só que olha essa outra conclusão foi uma das informações que permitiu (inaudível) chegarem à estrutura do DNA. Em qualquer espécie, a porcentagem de bases Adenina é igual a da timina e da citosina é igual à da guanina. Então eu tenho o total de bases daquela espécie, daquele órgão, ou daquela célula, né?	Fornecer evidências	Escreve na lousa: A=T C=G
150			Eu tenho um total. Desse total eu tenho a mesma proporção entre A e T e a mesma proporção entre C e G. Então isso foi um dado importantíssimo para que depois, na letra C, dois outros pesquisadores elaborassem o modelo do DNA.		
151		P	Outra informação importante tem lá na letra B: Em 1951 (inaudível) e Rosalind Franklin, por difração de raios-X determinaram que o DNA possuía uma estrutura helicoidal. Então, não sei se vocês lembram quando a gente estava lá na exposição, é (...) logo depois que a gente saiu da célula, a gente entrou naquela parte escura e, o primeiro local onde a gente parou foi no modelinho de DNA, tinha a foto do Francis Creek do Watson. E tinha a foto de uma mulher e a fotografia de um raio-X, que ela tirou, mostrando a estrutura helicoidal do DNA (inaudível) de cima, mostrava que tinha uma estrutura helicoidal (inaudível) aqui no meio, né?	Fornecer evidências	
152			Ãh, mostrando aí o formato dessa estrutura. Essa técnica da difração de raios-X é muito utilizada para identificar modelos, né?		
153			Ver a forma das moléculas. É um (inaudível) indireto para eu verificar aí, modelos de estruturas químicas, tá?		
154		P	Helicoidal é como se fosse uma hélice esticada. Então imagina uma escada caracol. Seria aí essa forma helicoidal, tá?		
155			É (...) Essas informações permitiram que em 1953, somente 55 anos atrás, Watson e Creek elaborassem o modelo de DNA. Então o que eles postularam nesse modelo, né?		Apaga a lousa enquanto fala
156			Então, já que era um modelo helicoidal, parecia que o DNA tinha duas cadeias. Duas cadeias de nucleotídeos. Ligadas pelas bases nitrogenadas. De maneira complementar. Sempre A se ligando com T, sempre C se ligando com G. Dessa forma aqui.		
157	00:34:49	P	Tá?		Ao fim da frase, desenha a representação da cadeia dupla do DNA
158			Então, um nucleotídeo ligado com outro pelas bases nitrogenadas, formando duas fitas. Então, na		Desenha na lousa mais um par de

			verdade, né? Eu vou ter isso daqui óh.	nucleotídeos
159	A		(inaudível)	
160	P		(inaudível) sequência de bases, né?	Fala baixo. Acho que responde à pergunta
161	P		Então, olha só. Eu tenho um nucleotídeo ligado no outro pelas bases nitrogenadas de maneira complementar: A com T, C com G. Isso tem que decorar, tá?	A professora fala rindo a última parte
162			Daí, vocês podem decorar assim: Acontece com G. O que acontece eu não sei, mas acontece com G (inaudível) pra decorar?	
163			A com T, C com G, tá? Isso tem que decorar, O que acontece não sei, mas (inaudível)	
164	00:36:07	P	É, além disso, você tem duas fitas de DNA. Ou duas hélices, digamos, porque é um modelo helicoidal. O fosfato de um nucleotídeo ligado com um carboidrato de outro nucleotídeo, formando uma fita aqui e uma outra fita aqui, certo?	
165	A		(inaudível)	
166	P		O U está no RNA. Aqui a gente está falando do modelo de DNA. Depois a gente vai falar todas as diferenças entre DNA e RNA.	
167	A		(inaudível)	
168	P		Aqui é T, aqui é DNA, Então (inaudível) se eu tenho nessa base nitrogenada A, que base nitrogenada vai ser aqui?	
169	A		T	
170	P		T. Se eu tenho uma base nitrogenada que é o C aqui, aqui eu tenho?	
171	A		G	
172	P		G. Está certo?	
173			Ou G, C. A ordem não importa. Ou T, A também não importa, tá?	
174			Pode inverter. Então veja, tenho essa (inaudível). Olhem só o modelo que Watson e Creek elaboraram. Duas fitas de DNA, que são complementares pelas bases nitrogenadas, Essas bases nitrogenadas se mantêm unidas por ligações de hidrogênio, está escrito aí. Então A com T, tem duas ligações de hidrogênio e aqui tem três ligações de hidrogênio.	
175	P		Vocês já aprenderam em química (...)	
176	A		Não	Fala baixo, perto da câmera, inaudível para a professora.
177	P		(...) esse tipo de ligação. Ah. Outra coisa que eles também elaboraram, concluíram. As duas fitas, essa fita e essa fita são paralelas, certo? Só que elas estão na mesma direção?	
178	A		Não	Fala baixo, perto da câmera, inaudível para a professora.
179	P		Os carboidratos estão na mesma direção?	
180			Não. Estão vendo que a pontinha do pentágono está para lá?	
181			Pra cima e esse daqui pra baixo? Né?	
182			Então eles estão em direções opostas, por isso, que	

			foram chamadas de fitas antiparalelas. Certo?	
183			Elas são paralelas, mas estão em direções opostas. E é conhecido então como modelo de dupla hélice (inaudível). Formando o DNA, certo?	
184		P	Então agora a gente vai elaborar esse, todos nós, cada um, a gente vai elaborar um modelo de DNA com todas as personagens somos nós mesmos. Cada um é um nucleotídeo. Cada um será um nucleotídeo. Então nós seremos. O nosso corpo, né?	
185			Vai ser o carboidrato, o braço, o braço esquerdo vai ser a base nitrogenada e a outra, o outro braço, a outra mão vai ser o grupo fosfato. Certo?	
186		P	Então o braço esquerdo vai ligar base nitrogenada com base nitrogenada. O braço direito, fosfato, vai ligar com quem?	
187		P	Com o carboidrato do outro, certo?	
188			Um nucleotídeo. Então você vai colocar a mão no fosfato do outro, tá?	
189			Desculpa, no carboidrato do outro. Está certo?	
190			(inaudível) tá? Então nós vamos fazer aqui no meio óh.	
191		P	Duas fitas de DNA. O modelo de DNA	
192	00:39:34		Movimentação dos alunos na sala.	
193		P	A esquerda que é a base nitrogenada (inaudível) pessoas. Em que sentido tem que estar cada fita para que a mão esquerda seja a base nitrogenada e a mão direita seja o grupo fosfato?	
194	00:40:05	P	Em que sentido tem que estar cada fileira?	
195	00:40:21	P	Vamos, gente, pra lá.	
196		P	A mão esquerda é base nitrogenada, então (inaudível) tem que estar em que direção?	
197			As fileiras têm que estar em que direção?	
198		P	Uma pra um lado e uma pro outro. A esquerda é base nitrogenada, então	
199		P	(inaudível) você tem que estar em que direção? Isso.	Deve haver movimentação do aluno para a professora corresponder afirmativamente.
200		P	Base nitrogenada com base nitrogenada, fosfato com carboidratos.	
201		P	Não (inaudível) você fica (inaudível) virada pra lá, certo?	
202			Então você está com um fosfato solto, certo?	
203		P	(inaudível) gente, aqui é uma mutação.	
204		P	Vamos seguindo aqui então.	
205		P	Fosfato ligado ao carboidrato.	
206		P	E então vejam que cada (inaudível) com a mão, o fosfato solto, é, no final da fita a Maria marca a outra fileira (inaudível) pessoal.	
207		P	Gente, esta é a molécula de DNA, certo?	

208		Isso aqui enrolado em proteína (inaudível) forma o fio de DNA, a cromatina	
209	A	(inaudível)	
210	P	Isso vai enrolar assim, né?	
211		Eu ensinei aula passada. Uma proteína aqui (inaudível)	
212	P	Se. Se, vejam. A gente já vai discutir, mas depois a gente vai discutir mais.	
213	P	Óh. Isso daqui óh, está sobrando o João, uma base nitrogenada solta. Isso é uma mutação genética, tá?	
214		Tem uma base a mais, certo?	
215		Ou se, por exemplo, então eu vou ligar aqui com o João e vou fazer uma ligação certa. Se o João, o João é A, ele é Adenina, certo? Então esse tem que ser o que?	
216	A	Adenina	Risadas
217	A	T	Durante as risadas alguém responde rápido
218	P	Se ele é A, eu sou? T	
219	A	T	
220	P	Certo? Se eu for um C, por exemplo, vou conseguir me ligar aqui com o A?	
221	A	Não	
222	P	Não. Ele não consegue ligar, então eu tenho outro tipo também de mutação, tá?	
223	A	(inaudível)	
224	P	Não. Pode ser. Se aqui é A, aqui pode ser T, A, pode ser G, C, vai depender daquela molécula de DNA. São quatro combinações aleatórias aqui, tá?	
225		Tudo bem? Seus nucleotídeos? Podem sentar.	
226		Alunos se movimentam de volta às carteiras.	
227	A	Professora (inaudível)	Para a professora no caminho de volta para a carteira para perguntar
228	P	Essa estrutura (inaudível) Essa é a estrutura do DNA	
229	A	A com T	
230	P	A com T na base, mas não é só a base (inaudível). Tá ligado com uma molécula de DNA	Começam a voltar passando entre as carteiras.
231	P	É a gente vai (inaudível)	Ainda respondendo a essa aluna
232	00:44:37	P	Além de tudo isso, essa molécula está enrolada em si mesma formando, imaginem uma escada caracol, tá?
233			Então, pois é, ficam os que estão (?) fora são os carboidratos e os fosfatos e os degraus seriam as bases nitrogenadas.
234	A	(inaudível)	
235	P	Isso. Cada um desses seria um degrau. Aqui seriam	

			os corrimões, né?	
236			Eu vou mostrar depois em slide, né? Esses modelinhos (inaudível) são as bases nitrogenadas.	
237		P	Isso. As bases, né?	
238			A gente vai fazer. A gente vai montar o modelinho. A gente vai ver no PowerPoint, as representações, então a gente vê isso daí.	
239		P	Na outra sala deu tempo de fazer só isso.	
240		P	Então a gente vai poder aí discutir o item dois.	
241	00:45:45	P	Experimentos que relacionam o DNA como sendo o material genético. Tá?	
242			Então estrutura do DNA determinada vou parar (?) e daí volto para o item dois, na página 1, tá?	
243	00:45:59	P	É. Olhem o que está escrito aí embaixo. Nessa época, por volta do início do século XX, as proteínas eram as melhores candidatas para conterem as informações genéticas, por sua impressionante variabilidade de composição, estrutura e função. Lembra que eu falei pra vocês?	
244			As proteínas estavam em todos os lugares das células, compondo várias estruturas, participando de várias reações químicas, então, por que não elas serem também as portadoras das informações hereditárias? Né?	
245			Das informações passadas de uma geração para a outra.	
246		P	Só que ãh, começaram-se a fazer alguns experimentos, né?	
247			Para se estudar, aí, um tipo de pneumonia causada por uma bactéria que levaram a uma conclusão diferente.	
248		P	Então, número 1, aí identificação do material hereditário em bactérias. Então é um experimentozinho que foi feito, né?	
249			Que levou a algumas conclusões. Então, sabia-se nessa época, mais ou menos aí 1920, que numa linhagem de bactérias <i>Streptococcus pneumoniae</i> existiam duas variedades da bactéria, duas linhagens. Uma que causa pneumo(...) uma que tem uma cápsula externa e causa pneumonia. Então é o que está escrito aí. Bactérias que causam pneumonia, o nome da espécie é esse: <i>Streptococcus pneumoniae</i> .	
250		P	A linhagem S produz uma cápsula de carboidrato e a linhagem R, não produz cápsula de carboidratos e não causa pneumonia em camundongos. Em 1928, o que é que esse Frederick Griffith fez?	Fornecer evidências
251	00:48:00	P	Ele pegou e (inaudível). (inaudível) Seguinte experimento. Ele pegou, é (...) matou as linhagens S, as bactérias da linhagem S pelo calor. Ele pegou um monte de bactérias (inaudível) mortas, certo?	Burburinho e comentários dos alunos sobre os desenhos da professora
252			E aí, o que é que ele fez? Ele inoculou lá, fez algumas amostras, né?	
253			E inoculou alguns tipos de bactéria, em camundongos, tá? Esses são (inaudível)	
254		P	Não parece?	Não referentes ao tema da aula, não entram nas classificações
255		A	Melhorou agora	

256	P	Olhem com os olhos (inaudível)	
257	A	Professora, você fazia um ratinho mais bonito	
258	A	É verdade	
259	A	Acho que piorou	
260	P	Mas o que é que ele fez? Ele pegou aqui e inoculou nos ratinhos ele inoculou bactérias S vivas, o que é que aconteceu com o ratinho?	Conferir evidências
261	A	Morreu	
262	P	Morreu	
263	A	Morreu	
264	P	Certo? Pegou pneumonia e morreu	Fornecer evidências
265	P	Aí ele pegou e inoculou com R vivas (inaudível), certo? O que é que aconteceu com o ratinho?	Conferir evidências
266	A	Nada	
267	A	Sobreviveu	
268	P	Sobreviveu, né? Feliz da vida e não teve pneumonia	Fornecer evidências
269	A	(inaudível)	
270	P	A S e a R têm essa diferença estrutural. Uma produz uma cápsula, né?	
271		Então a bactéria tem uma parede aí na cápsula maior de carboidratos. Então bactérias encapsuladas é mais difícil as células do sistema imunológico destruir, então por isso ela causa a doença, causa pneumonia. Essa bactéria R, ela só tem lá a membrana, né?	Fornecer evidências
272		Então ela fica mais fácil das células destruírem, fagocitarem e tal e aí então não causa pneumonia. O próprio corpo já combate.	Fornecer evidências
273	A	Professora (inaudível)	
274	P	Não, essa daqui. Essa cápsula de carboidratos (?) Então essa característica estrutural faz com que ela. Faz com que ela cause ou não cause pneumonia, tá?	Conferir evidências
275		Porque ela pode sobreviver (inaudível) né? Então, o que é que aconteceu?	
276	P	Em ratinhos as S causam pneumonia ou matam logo. As R não causam pneumonia e morrem. Aí o que é que ele fez?	Fornecer evidências
277		Ele colocou as S mortas pelo calor, certo? O que é que aconteceu com o ratinho?	Conferir evidências
278	P	Não teve a pneumonia e sobreviveu, certo? Só que, o que é que ele fez?	Fornecer evidências
279		Ele pegou, juntou. Colocou as S mortas mais as R vivas. E aí, o que aconteceu com o ratinho? O camundongo morreu (?)	Conferir evidências
280	P	Só que, era o resultado esperado? Se a S com S morta vive, com R viva, vive.	Conferir evidências
281		Então, qual seria o resultado?	Conferir evidências
282	A	Viver.	
283	P	Viver, não pegar pneumonia e viver, certo?	
284		Então teve que explicar esse resultado não esperado. Qual que seria uma hipótese dele?	
285		Que a S morta ressuscitou? Né?	
286		E aí causou a pneumonia no ratinho? Não era uma hipótese muito plausível, né?	
287		Então ele teve que criar uma outra hipótese. Qual foi a hipótese dele?	

288			Que as R vivas pegavam alguma coisa das S mortas e se transformavam em S viva. Né?	
289			Então as R que estavam vivas se transformavam em S vivas. Certo?	
290			Pegavam alguma coisa dessas daqui. Está lá, né?	
291			Alguma coisa dela está lá, apesar dela estar morta. Essa pega, ela está viva, pegou alguma coisa dela e se transformou em S. Então ele deu um nome para esse princípio de transformação bacteriana.	
292	00:53:17	P	As R vivas se transformaram em S. Certo?	
293			Transformação bacteriana. Só que, aí, o que é que aconteceu? Em mil novecentos (...), ele não sabia explicar porque e qual era esse princípio transformante que estava lá na bactéria S morta que continua a ter sua ação. É captado, né?	
294			É absorvido pela R e a R se transforma em S, né? Então ele não sabia o que é que era esse princípio transformante, mas em mil novecentos (...) e os experimentos continuaram. Está com dúvida, João? Pode falar.	
295		A	Eu estava pensando por que é que ele não fez experimento com a R viva, com a R morta?	
296		P	Porque a R morta já causa, a R viva, ela já não causa pneumonia, né?	
297		A	Então morta	
298		P	Então morta, também não vai causar pneumonia. Então, na verdade, qual, o problema aqui é que a S morta sozinha causou um resultado, a R viva sozinha causou o mesmo resultado, a sobrevivência do rato. Só que quando as duas eram colocadas juntas, o resultado era diferente. Como é, como é que se explica isso? Tá?	
299			A R morta também ia ter esse mesmo resultado, né?	
300			Então ele levantou essa hipótese, mas ele não sabia como explicar essa hipótese e esse princípio.	
301		P	Anos depois, em 1944, outro pesquisador, o Avery, ãh (...) verificou que essa transformação bacteriana também ocorria in vitro. Não precisava do camundongo pra ocorrer. Então se ele pegasse o tubo de ensaio, colocasse bactérias S mortas e juntasse ali bactérias R vivas, depois analisasse, ele veria que naquele tubo de ensaio, o que aconteceu?	Conferir evidências
302		P	Apareceriam bactérias S vivas, certo?	Fornecer evidências
303			Então também se confirmou aí, se verificou que esse experimento aparecia bactérias vivas. E aí no laboratório desse pesquisador, o que é que ele verificou?	
304			Se eu colocasse então, num tubo de ensaio, né?	Fornecer evidências
305			Apareciam essas bactérias S vivas. Se eu colocasse álcool aqui, alguma coisa se separava aqui, se formava um precipitado espesso que tinha (?) o princípio transformante. Como ele sabia que era o princípio transformante. Como ele sabia que era o princípio transformante?	Fornecer evidências
306		P	Então formava um precipitado, né?	Aponta para o esquema do tubo de ensaio e se

refere ao
precipitado.

- 307** Então separava alguma coisa do líquido e precipitado. E ele pegasse e colocasse só isso junto com R vivas, o que é que acontecia com essa R viva?
- 308** P Óh, formou essas bactérias S vivas ali no tubo de ensaio. Ele colocou álcool nesse tubo de ensaio. O que é que aconteceu?
- 309** Formou um precipitado, Separou coisa, então formou um líquido e o precipitado.
- 310** A (inaudível)
- 311** P Aí, pera aí, isso aí o que é que ele fez?
- 312** O líquido e o precipitado. Então tinha duas coisas ali. O que é que eles fizeram?
- 313** Eles pegaram esse líquido e juntaram com as bactérias R. Juntaram o precipitado com as bactérias R. Em qual dos dois tubos houve a transformação da bactéria R em S?
- 314** Na que tinha o líquido, ou na que tinha o precipitado?
- 315** A Precipitado
- 316** P Na que tinha precipitado, tudo bem? Então o princípio transformante, que causa a transformação da bactéria, está no líquido ou no precipitado?
- 317** A No precipitado.
- 318** P No precipitado, ok?
- 319** Um passo. Outro passo: ainda em 1949. O que é que eles fizeram então?
- 320** Ah, então está no precipitado. Eles conseguiram isolar grandes quantidades aí desse precipitado e foram testando pra ver de fato o que era esse precipitado. Foram testando, testando, testando, misturando esse precipitado com várias coisas. Então, com o que é que eles misturaram esse precipitado?
- 321** Pegaram esse precipitado e misturaram com amilase. O que é que faz a amilase?
- 322** A (inaudível)
- 323** P Digere. "ase" é de enzima que digere alguma coisa. Né? O quê?
- 324** A (inaudível)
- 325** P Amido, tá? Então a amilase é a enzima que transforma o amido em?
- 326** P Transforma o amido em?
- 327** A Carboidrato.
- 328** P Ele é?
- 329** O Amido é o quê? Ele é um polissacarídeo
- 330** A Monossacarídeo.
- 331** P A amilase vai?
- 332** A (inaudível)
- 333** P Em monossacarídeos. Ali, ou em dissacarídeos, tá?
- 334** Então vai digerir o amido nas subunidades menores. Se o precipitado for amido, o que e que vai acontecer com esse precipitado?
- 335** Ele vai continuar com o princípio transformante?
- 336** Depois do contato com a amilase?
- 337** A Não

Fala baixo.
Provavelmente a
professora não
escutou.

Conferir
evidências

338	P	Por quê?	
339	A	A amilase (inaudível)	
340	P	Porque a amilase vai digerir, isso significa dizer o quê?	
341		Que a amilase vai destruir o amido. Então, se for amido. Se quando eu pegar esse princípio e juntar com bactérias R, a bactéria R vai se transformar em S?	Enfatizar justificativa
342		Se for amido?	
343	A	Não	
344	P	Mas o que é que ele fez? Ele colocou a amilase, colocou na bactéria R, só que a bactéria R se transformou em S. É amido?	Fornecer evidências
345	P	Não. Entenderam a lógica?	
346		Entenderam os passos?	
347		Tudo bem?	
348		O que é que ele fez? Então não é amido.	
349	P	Depois ele colocou proteases. Proteases são enzimas que digerem o quê?	
350	A	Proteína (inaudível)	
351	P	Proteína. São enzimas que digerem proteína.	
352	P	Pepsina é um tipo de enzima, que digere proteína. Tem várias, que são chamadas genericamente de proteases, tá?	
353		É (...) continuou com o princípio transformante, ou seja, se eu pegar isso daqui, juntas com bactérias R elas vão se transformar em S. São proteínas?	Fornecer evidências
354	P	Não. Se ele colocou lá num outro tubo de ensaio, um outro princípio transformante com ribonucleases. Ribonucleases digerem o que?	
355	A	Ribossomo	
356	P	RNA, na verdade. Ribossomo ele tem essa palavra porque ele é formado também por RNA, tá?	
357		Ribonuclease digere ribose, quem é formado por ribose é o RNA, tá? Ah (...) Juntou com bactérias R, essas R se transformaram em S. É RNA?	Fornecer evidências
358	A	Não	
359	P	Não	
360	P	Colocou o princípio transformante com desoxirribose. Desoxirribonucleases.	
361	P	Desoxirribonucleases são enzimas que digerem? DNA, certo? Então quebram e cortam o DNA. Pegou esse princípio agora, colocou com bactérias R. O que é que aconteceu?	Fornecer evidências
362		Elas continuaram R.	
363	A	"Caraca". Tudo pra chegar nisso.	
364	P	Tudo pra chegar nisso. É o quê?	
365		O que é que era o princípio transformante?	
366	A	(inaudível)	
367	P	DNA, certo?	
368		Então, a substância transformante é o DNA. Agora, ah (...) eu quero que vocês me respondam a seguinte pergunta. Para a próxima aula. Tá, então vejam gente. Uma coisa específica, um experimento específico que, de transformação bacteriana. Que mostrou que o princípio transformante, que faz transformar bactérias R em S é o DNA. Por que é que isso foi um experimento que demonstra que o DNA é o material que contém as informações hereditárias?	Incitar justificativa

369	A	(inaudível) morta	
370	P	Mas por quê?	
371		Por que é que a informação hereditária tem haver com esse experimento todo? Né?	
372		Por que é que ãh (...) a ideia do DNA ser o princípio transformante é uma ideia que levou os pesquisadores a pensarem que o DNA contém a informação hereditária?	
373		Não é nem o RNA, não é nem a proteína, não é nem o amido. Vocês percebem que uma coisa não necessariamente está tão diretamente relacionada. Vocês tem que pensar no experimento, todo experimento. ãh (...) no que esse DNA representa pra essa bactéria, né?	
374		Para responder essa questão, certo? Entenderam (inaudível) a questão?	
375	A	Não	
376	P	Então vamos elaborar. Por que o experimento, por que as conclusões do experimento da transformação bacteriana, quais são as conclusões?	
377		Que o DNA é o princípio transformante, permite afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias?	
378	P	Né? Porque é um experimento específico , né?	
379		Lembra lá da aula, do texto, da discussão da célula, é um experimento específico que permite depois uma generalização. O DNA é portador das informações genéticas. Por quê?	
380		O que é que esse experimento mostra aí, né? Para se chegar nessa ideia, nessa hipótese.	
381	A	Professora, é pra entregar? Professora?	
382	P	É, nós vamos discutir, mas é pra entregar.	
383	P	Ok? Tragam essa ficha pra gente terminar o segundo experimento.	O sinal bate no meio da frase da professora. Os alunos começam a se levantar para sair
FIM DA AULA			

Aula 71 - 23/04/2008 – 3° ano I

Linha	Tempo	Pessoa	Falas	Ações pró-argumentação	Observações
1	0:00:00	0			Pessoas se ajeitam nas carteiras, professora prepara coisas. Faz a chamada
2	0:01:19	P	Pessoal, vamos fazer a chamada?		
3	0:02:27	P	Pessoal!		
4	0:03:12	P	Pessoal! Peguem a ficha, peguem a tarefa		
5	0:03:27	A	Professora.		
6	0:03:47	P	É (...)		

7	0:03:49	P	É porque eu estou elaborando como fazer a melhor pergunta para vocês e da melhor maneira possível, certo?
8			É (...) Então, por isso algumas modificações no percurso do processo. É. Então, o que é que a gente vai fazer hoje? Eu quero retomar os textos (?) Nós utilizamos (?) aí no item dois porque que o DNA é o material hereditário em bactérias. Quero explicar o item dois, né?
9			Porque que é o material hereditário em vírus. E aí nós vamos reelaborar esta questão, discutir em pequenos grupos, a partir do que vocês já trouxeram de casa, certo?
10			E aí fazer, elaborar um outro texto a partir de uma nova questão mais ampla, tudo bem?
11	0:04:48	P	Então a tarefa de casa vai servir aí como subsídio para a elaboração, a discussão do grupo, tá bom?
12	0:04:59	A	Eu tinha feito
13	0:05:03	P	Isso, isso mudou. É...
14	0:05:10	P	Vocês vão argumentar (?) tá?
15			Mas de qualquer maneira vamos para o item dois.
16			Então vocês lembram que a estrutura do DNA né?
17			Então o DNA formado lá por nucleotídeos, né?
18	0:05:45	P	Lembram o que são os nucleotídeos, só pra gente ir guardando, memorizando a estrutura do DNA, né? Então, eu tenho lá.
19			Isto daqui é um nucleotídeo, que é a subunidade DO DNA (?). Deixa eu começar que nem eu comecei na outra aula. Estamos onde?
20	0:06:05	A	Estamos na célula, vamos para o núcleo da célula. No núcleo da célula, o que é que eu tenho? DNA
21	0:06:07	P	Em que forma?
22		A	Cromatina
23	0:06:10	P	Como a cromatina ou o cromossomo. O que é que é a cromatina ou o cromossomo?
24	0:06:17	A	Vários falam juntos - não dá pra entender
25	0:06:18	P	Fios, né?
26			Um fio de DNA enrolado em proteínas. Sendo que a cromatina é o DNA um pouquinho mais esticado. E em que fase do ciclo celular é chamado de cromatina?
27		A	Não dá pra entender
28	0:06:39	P	Fases
29		A	G1
30	0:06:40	P	G1, S e G2, certo?

Parece que algum
aluno também
está falando...

31			Isso. Que é, são fases do ciclo de vida das células (muito barulho), tá?
32	0:06:56	P	Então em cada uma dessas fases acontece uma coisa. No G1 a célula faz as suas funções, na fase S ocorre a duplicação do DNA, No G2 ela continua exercendo suas funções. Até que depois ela se divide, ocorre a divisão celular, tá?
33			(inaudível), chamado de mitose, certo?
34	0:07:26	P	Na divisão celular esses fios de DNA são chamados de, eles se enrolam mais ainda, se compactam mais ainda e são chamados de?
35		A	Cromossomos
36	0:07:38	P	Cromossomos, certo?
37	0:07:42	P	E aí a gente foi mais a fundo nesse modelo (...) químico para verificar a estrutura desse DNA. A estrutura química dessa PONTINHA (?) Desse cromossomo, certo?
38			E vimos que isso é formado por DNA. E o DNA é formado pelo quê?
39		A	(Inaudível)
40	0:08:07	P	Por nucleotídeos. E os nucleotídeos por sua vez são formados por (...) um grupo fosfato, um açúcar, né?
41			Um carboidrato e uma base nitrogenada. No caso do DNA, que forma o (inaudível), cromossomo. O açúcar é qual?
42			Qual é o nome desse açúcar?
43			
44	0:08:43	P	Que é o que dá o nome de DNA.
45			
46	0:08:45	P	Desoxirribose, certo?
47			É o nome do açúcar do DNA. Se for RNA terá outro (ácido nucléico?), qual o nome do açúcar?
48			
49	0:08:58	P	Ribose. Então, na célula existem dois tipos de ácidos nucléicos. O DNA e o RNA. Os dois são formados por nucleotídeos. Só que no núcleo das células, fios de DNA são formados somente por DNA. Existe RNA no núcleo e no citoplasma, fazendo lá suas funções (inaudível), tá?
50		P	Mas o fio de DNA chamado de cromatina ou cromossomo só é formado por DNA, tá? E qual é a estrutura do DNA?
51	0:09:56	P	Nucleotídeo. Nucleotídeo, então, de desoxirribose. Existem cinco bases nitrogenadas. Quais são as quatro bases do DNA?
52			Adenina, que é o A, timina que é o t, citosina, que é o c e guanina que é o g. São as bases
53	0:10:28	P	Então são as bases nitrogenadas. Aqui pode ter um A, um t, um c ou um g. No DNA. E no RNA?
54			Quais são as bases nitrogenadas do RNA?

55				
56	0:10:44	P	Do RNA?	
57				
58	0:10:48	P	G, C, A e U. Onde ficava o t, fica o U, certo?	
59			Então tem um U no lugar do T. Então é A, U, C e G.	
60	0:11:06	P	Como é que o DNA se liga?	Os alunos falam completando a fala da professora.
61			Ele se liga, né?	
62			A gente fez lá, lembram?	
63			A gente fez lá (inaudível). O carboidrato de um se liga no fosfato do outro. Então é aqui. O fosfato de um se liga no carboidrato do outro, certo?	
64			Formando uma fita de DNA. Além disso há uma outra (inaudível) de DNA, onde as bases nitrogenadas se ligam, por ligações de hidrogênio, certo?	
65			Por qual regra? Se aqui for A, aqui vai ser T. Se aqui for C, aqui vai ser G. Então A sempre liga com T e C sempre liga com G. A com T, no DNA, A com T tem duas ligações de hidrogênio, C com G três ligações de hidrogênio. G é guanina. É, são bases nitrogenadas	
66	0:12:32	P	Percebem que esses nomes: adenina, timina, guanina, uracila, citosina, tá?	
67			É...mas são abreviados no DNA pela primeira letra, tá?	
68	0:12:52	P	Então são as duas fitas de DNA, né?	
69			Ligadas no seu interior pelas bases nitrogenadas. Pela regra A com T, C com G. Tudo bem? Só (inaudível)	
70			Uma diferença, uma outra diferença entre o DNA e o RNA. O DNA é (inaudível), enquanto o RNA é uma fita única.	
71		A	Inaudível	
72		P	É. Vai ter. No caso do DNA é (inaudível), só que (inaudível). De acordo com a função que ele exerce (inaudível) Essas são as diferenças estruturais.	
73	0:13:48	P	Bom, e nós vimos na aula passada no experimento citado aí no item 2.1 da ficha que, a partir de bactérias que causam pneumonia em camundongos, nós tínhamos a transformação de bactérias R, lembram?	
74			Bactérias que não causam pneumonia em bactérias S, bactérias que causam pneumonia, certo?	
75			E essa transformação dessas bactérias (inaudível) qual é a estrutura química que causa (inaudível). São as proteínas?	
76		P	Não	
77		P	São, é o próprio DNA, certo?	

78		Então o DNA causa a transformação bacteriana, transformando bactérias que eram de um tipo em bactérias que eram de outro tipo.
79	0:14:41	Além disso, foi feito um outro experimento. (inaudível) vírus bacteriófagos. O que são vírus bacteriófagos?
80		Bacteriófago é o nome do vírus. Vírus bacteriófagos são aqueles que atacam bactérias. Então bactérias também são atacadas por vírus, tá?
81		Não são só os seres humanos e (inaudível). Bactérias também são atacadas por vírus. Vocês devem ter visto isso no ano passado (inaudível) ciências, o modo de funcionamento dos vírus.
82		E eles discutiram, ao mesmo tempo que discutiram o modo de funcionamento dos vírus, eles discutiram o que é que entra na bactéria, como é esse modo de funcionamento para que o vírus faça a destruição da bactéria.
83		E o que é que isso tem haver com o DNA? (inaudível) item 2.
84		Então, aqui está uma célula da bactéria.
85		Aqui o vírus bacteriófago, que tem mais ou menos esse formato
86	0:16:16	Sabe-se que o vírus, que a estrutura do vírus é muito simples, certo?
87		(inaudível) vírus bacteriófago. É um vírus que ataca bactéria. Fago tem haver com alimentação (inaudível)
88	0:16:48	Ele realmente tem esse formato. É, várias fotografias em microscópio eletrônico mostraram um formato parecido com esse. Estabeleceu esse modelo. E aí o que acontece?
89		Qual o modo de ação do vírus?
90		O vírus ele infecta (?) A célula (inaudível) e aí dentro da célula, o vírus, ele não tem nada. Ele não tem outras enzimas tem outras enzimas, proteínas, ele não tem citoplasma (inaudível) nada, nada.
91	0:17:25	Ele tem apenas essa cápsula proteica, uma cápsula de proteínas, e ele tem DNA no seu interior. Existem vírus de RNA também, mas esse vírus bacteriófago ele é um vírus de DNA, certo?
92	0:17:45	Tanto é que é uma estrutura tão simples que há uma discussão se ele é um ser vivo ou não. Porque se a gente considerar que o vírus é um ser vivo, que ele é formado de célula (inaudível) ter enzimas, que realizam reações químicas. O vírus não tem nada disso. (inaudível) pode ser considerado um ser vivo ou não. Mas isso é uma outra discussão.
93	0:18:10	De qualquer maneira ele se reproduz. E ele usa...
94		
95		Pois é, se essa for a definição de ser vivo, né?
96		
97		É, na verdade a discussão sobre o que é um ser vivo tem essa parte da reprodução que é importante e também a parte de metabolismo, da evolução. São critérios, aí, que a gente usa também para discutir

		se é vivo ou não.	
98		(Inaudível) De qualquer maneira aqui, a gente pode conversar depois, mas, é (...) Ele não tem nada disso, mas ele usa toda a estrutura da célula para se reproduzir.	
99	0:18:57	Então as enzimas das células (inaudível), todas (inaudível), ele usa todas as ferramentas celulares de uma outra célula (inaudível), dentro dessa célula, produzir outros indivíduos, centenas de indivíduos, né?	
100		Idênticos a ele mesmo.	
101		Até que ele tenha se reproduzido (inaudível) a célula explode liberando esses outros vírus que vão infectar outras células (inaudível) infecção	
102			
103		Tem. Tem alguns antivirais, tá?	
104		Mas eles são muito caros e muito específicos no caso do ser humano, né?	
105		Então normalmente o que é que acontece numa gripe, num (inaudível), num resfriado, causados por vírus?	
106		(inaudível) Antibióticos. Antibiótico é pra matar bactérias.	
107		Enquanto seu sistema imunológico está lá atacando um monte de vírus (inaudível) você está fraco (inaudível) bactérias oportunistas também se instalam e acabam também se reproduzindo, né?	
108		Só que (inaudível) bactérias, pro seu corpo ter mais condições de acabar com (inaudível) tá?	
109		O vírus ele se reproduz dentro da célula. Ou da bactéria, no caso dessa espécie de vírus, ou, por exemplo, se for um vírus do resfriado ou da gripe, vai se reproduzir nas células do sistema respiratório. Se for o vírus da AIDS vai se reproduzir nas células do sistema imunológico, então cada vírus ele é específico de uma célula. Esse daqui, de bactérias.	
110		Então ele se reproduz dentro da célula utilizando o material celular para se reproduzir. E a pergunta que eles fizeram foi qual?	
111		Na época havia a questão: qual é o material hereditário?	
112		Responsável pelas informações genéticas e hereditárias, DNA ou proteína? Né?	
113		Eles acreditavam inclusive que eram as proteínas (inaudível) Fazem parte de todas as reações químicas, né?	
114		Existem aí milhares de proteínas, cada uma com uma função específica, mas imensa variabilidade de forma e função. Por que não seriam as proteínas as que contém(?) o material hereditário ou material genético	Enfatizar justificativa
115		Aí fizeram o experimento (inaudível) as bactérias (inaudível) 1944. Em 1952 (inaudível) do vírus. Como o vírus ele é formado só de DNA ou proteína (inaudível) será que entra tudo, será que entra uma parte do vírus na bactéria. E aí, quem é responsável por produzir novos vírus?	

116		Então o que eles fizeram?
117		Eles marcaram com substâncias radioativas a proteína e o DNA do vírus. Por que é que eles marcaram com substâncias radioativas? As substâncias radioativas emitem radioatividade e isso pode ser detectado, né?
118		Com o uso da tecnologia. É como se emitissem luz e você identificasse pra onde vai aquela substância, certo? (inaudível) fotografar isso.
119		Então, eles marcaram. O DNA tem fósforo, certo?
120		Tem lá um grupo fosfato. Então eles marcaram o DNA com fósforo radioativo.
121		E marcaram a proteína. Proteína tem enxofre. E eles marcaram a proteína com enxofre radioativo.
122		E aí eles colocaram esses vírus marcados em contato com as bactérias e o que é que eles registraram?
123		Que entrou o quê?
124		O que eles encontraram na bactéria, fósforo radioativo ou enxofre radioativo?
125	A	Fosforo radioativo.
126	P	(inaudível) encontrar na bactéria somente fósforo radioativo e fora da bactéria, enxofre radioativo. (inaudível) na bactéria é o DNA viral, certo?
127		Então o DNA viral e a partir das (inaudível) no DNA é que o vírus constrói um monte de vírus, certo?
128		Então esse experimento junto com o outro (inaudível) levaram à conclusão de que o DNA é o portador das informações hereditárias. Então, vocês vão explicar isso. (inaudível) e eu vou colocar a seguinte questão na lousa.
129		Porque uma coisa gente é(...) eu tenho a seguinte afirmação: o DNA é portador das informações hereditárias, certo?
130		Como é que se chegou a essa afirmação?
131		Como é que esses experimentos contribuíram para chegar a essa afirmação (inaudível)
132		Esse experimento (inaudível) item 2.a. em 1952, Alfred Hershey e Martha Chase, marcaram o DNA do vírus com enxofre radioativo e as proteínas com enxofre, né?
133		Verificaram que apenas o DNA do vírus penetra na bactéria, produzindo em 30 minutos centenas de outros vírus completos, tá?
134	A	
135		Pois é. (inaudível) infecção por vírus ela é bastante drástica. Ela é muito rápida. De uma célula você produz centenas, essas centenas vão CONTAMINAR(?) Outra célula, então é uma... Muito rápido
136	A	
137		Pode ser, mas por quê?

138			(inaudível) conseguem se reproduzir (inaudível)seu corpo (inaudível) Aí o que é que aconteceu?	
139			Seu corpo está fraco, o sistema imunológico baixo (inaudível) se reproduzir pra ter a morte (inaudível) no mesmo estado saudável novamente (inaudível). Então outras bactérias (inaudível) conseguem se alojar ali, certo?	
140			É mais fácil. E o seu corpo não consegue combater. (inaudível)	
141				
142			Então a questão é	
143			Tá? Então agora vocês vão ter um tempo para se reunir em quatro pessoas, discutir essa questão. Vocês já pensaram sobre isso em casa ao fazer o exercício que era só de um experimento. Agora vocês vão reelaborar isso, utilizando os dois experimentos.	
144			Daí vocês vão fazer a discussão (inaudível) individual, tá?	
145		A	Professora (inaudível)	
146		P	Vocês terão(inaudível)	
147			Não, vocês vão fazer a discussão, aí depois cada um vai fazer o seu (inaudível) individualmente	
148	0:31:15	Geral		Os alunos começam a se movimentar para formar grupos.

Aula 8I - 28/04/2010 – 3ª

Linha	Tempo	Pessoa	Falas	Ações pró-argumentação	Observações
1			Pessoal!		
2			Pessoal!		
3			ah,		
4			na aula passada a gente		
5			discutissem então o por que		
6			vamos lá meninos		
7			Vocês terminaram a aula passada então		
8			shhhh		
9			Vocês terminaram a aula passada		
10			shhhh		
11			a questão de porque que o DNA é o portador das informações hereditárias.		
12			inaudível certo?		
13			e daí eu quero começar,		
14			Por que é que o DNA é o portador das informações hereditárias		
15	00:00:00	P	(...) dos experimentos das bactérias permitiram aos pesquisadores afirmarem isso, afirmarem que o DNA é o portador das informações hereditárias, por quê?		o áudio começa no meio dessa frase.
16		A	(inaudível)		

17	00:00:20	P	se vocês quiserem reformular as suas respostas a partir da discussão. Você quer ler sua questão? Pode ler. A Maria vai ler.	Encorajar a ouvir
18	00:00:37	A	Pode?	
19	00:00:38	P	Ainda não. A gente está esperando o silêncio da classe para a Maria poder ler.	
20	00:00:45	A	Podemos afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias porque no primeiro experimento quando foi colocada a bactéria que causava a doença morta e a que não causava viva, esperava-se que o ratinho não morresse. mas as informações hereditárias da bactéria morta passou para a outra da bactéria. Assim o DNA foi modificado e (inaudível) igual ao da bactéria mãe. No segundo experimento concluiu-se que o DNA é portador das informações pois encontraram fósforo radioativo dentro da bactéria, sendo que ele havia sido colocado antes no DNA do vírus. O vírus se reproduziu e matou a bactéria. Observa-se que em ambas as situações foi por meio do DNA que houve as mudanças, concluindo que as informações (inaudível).	
21	00:01:35	P	Tá. Então vamos analisar sua resposta. Você descreve o primeiro experimento e explica as suas conclusões. Você descreve o segundo experimento e explica suas conclusões. Ai depois no final você faz uma generalização disso, tentando explicar porque. Qual é a natureza das mudanças do processo que você explica aí. Você começa a sua explicação, você fala aí, bom então se houve mudança no DNA isso mostra que ah (...) mostra que o DNA é o portador das informações hereditárias. Que mudanças são essas?	
22	00:02:15	P	Que mudanças são essas? Que mudanças são essas?	
23	00:02:25	A	No caso do experimento a bactéria que não causava a doença passou a causar.	
24	00:02:30	P	Ela passou a causar a doença, tá? Vocês estão sempre se referindo, nesse experimento principalmente, à bactéria no singular.	
25	00:02:40	A	As bactérias	
26	00:02:43	P	Pra causar a doença, né? Uma bactéria é o suficiente pra causar a doença?	
27	00:02:49	A	Não.	
28	00:02:50	P	Não, né? Então, o que é que aconteceu? Quando é (...) a bactéria foi colocada lá, a bactéria que não causa a doença foi colocada junto com a bactéria que causa doença, mas que estava morta. Né? O que é que houve aí? A bactéria conseguiu pegar o que dessa bactéria morta?	
29	00:03:15	A	A capacidade de causar doença.	
30	00:03:18	P	A capacidade de causar doença. Aonde estava essa capacidade?	
31	00:03:22	A	No DNA	
32	00:03:23	P	No DNA, porque eles separaram lá o princípio transformante e viram que esse princípio era feito de DNA. Então as bactérias, elas tem essa capacidade, são os únicos seres vivos que têm essa capacidade, então aquelas que estão no meio de um monte de bactérias, essa que tem a capacidade de pegar o DNA de outra bactéria, não é? Nós não (...)	
33	00:03:48	P	É. É uma geração horizontal que a gente chama. Na mesma geração. A gente tem essa capacidade?	
34	00:03:54	P	Não. As informações elas passam de que maneira no ser humano, de um ser humano pro outro?	

35	00:04:00	A	(inaudível)	
36	00:04:01	P	Pela reprodução sexuada, né? Então tá lá. Shh Ow meninos, você não estão a fim de curtir a aula, vocês vão pra fora, faz tempo já que vocês não vem na aula. Se vocês não estão acompanhando a aula aqui, vocês podem ficar pra fora, não tem problema não.	
37			Fala Joao, o que é que foi?	
38			Ué? To falando desde o início da aula. Não quer esculacho, pensa (inaudível)	
39			Então vamos lá. Então ou vocês ficam quietos, durmam, façam alguma coisa aí, participem da aula, né, que seria o ideal. Ou fora. Certo?	
40	00:04:56	P	É (...) as bactérias (...) a gente falou o ser humano e outros seres vivos. Como é que a informação passa para outro ser vivo? Por meio (...) vocês responderam, por meio da reprodução, junta o espermatozóide, junta o óvulo, se juntam, formam a primeira célula do indivíduo, certo? E aí, então, nós temos um novo indivíduo, informação que gera um novo indivíduo. então, da onde vem a informação que gera um novo indivíduo? Dos gametas. então das células sexuais, espermatozóide do macho, óvulo da fêmea, certo? As bactérias, elas se reproduzem por reprodução assexuada, então elas se dividem em duas. Quando elas se dividem em duas, a informação dessas duas são idênticas à informação da célula-mãe, da bactéria mãe. Certo, ok?	
41	00:05:55	P	Além disso, as bactérias tem uma outra capacidade. Num meio em que você tem lá várias espécimes de bactérias elas tem a capacidade de passar o DNA pro outro. É como se, né? Ah, eu encostasse aqui no João, ele passasse o seu DNA pra mim e eu crescesse uns 20 centímetros. Né?	
42		A	(inaudível)	risos
43	00:06:25	P	Ou seja, né.	
44		A	(inaudível)	
45	00:06:27	P	Isso, né, ou , sei lá, (inaudível)	
46		A	(inaudível)	muito barulho
47	00:06:36	P	Então, as bactérias elas tem essa capacidade, inclusive foi essa capacidade, lá na origem da vida, que permitiu a diversidade de seres vivos, por quê? Passando o DNA de uma pra outra, ela vai adquirir as características daquele outro DNA. No caso da bactéria que causa pneumonia, a bactéria que não causa pneumonia pegou o DNA da outra, e agora passou a ter essa característica. Causar a pneumonia, certo?	
48	00:07:10	P	Só que, para causar a pneumonia, além disso, além de uma bactéria ter essa característica, o que é que vai acontecer? O que é que vai acontecer com essa bactéria?	
49	00:07:21	A	Se reproduzir.	
50	00:07:22	P	Se reproduzir. Ao se reproduzir, o que é que vai acontecer com ela?	
51	00:07:25	A	Vai gerar outra.	
52	00:07:27	P	Vai gerar outra bactéria que é idêntica a ela? É. Ela tá, agora, ela não causava pneumonia, agora ela causa. Ela pegou o DNA da outra morta lá. Significa que o DNA era bem resistente ao calor, matou a bactéria, mas ele não foi destruído pelo calor. Ali nos experimentos.	
53	00:07:47	P	é (...) além disso, aquela bactéria se reproduziu. E agora? As suas bactérias filhas terão a capacidade de causara a doença?	Conferir evidências
54	00:08:03	A	Sim	Fornecer

55	00:08:05	P	Certo?
56	00:08:08	P	Então, fala
57	00:08:09	A	(inaudível) genéticas que a bactéria
58	00:08:17	P	não, bactéria não. Bactéria tem DNA. Virus, tem vírus de DNA ou RNA, mas esse vírus, desse experimento é de DNA
59	00:08:32	A	imaginado que as duas bactérias tivessem vivas, (inaudível) porque vc vai dizer que (inaudível) essa capacidade da bactéria (inaudível)
60	00:09:12	P	algumas tem essa capacidade, algumas (inaudível) então tem as bactérias doadoras e tem as bactérias receptoras de DNA, tá? Tem aquela bactéria viva e tem aquela bactéria como a do experimento lá que tem a capacidade de (inaudível) uma bactéria morta, né? Então isso vai depender da espécie de bactéria. Não é toda bactéria (inaudível) que tem essa capacidade. Algumas tem outras não, algumas (inaudível) elas formasm (inaudível)
61	00:09:57	P	pode sair. Os quatro. Pode sair rápido.
62	00:10:09	P	Eu avisei
63	00:10:13	P	Você tem lá a bactéria, certo?
64	00:10:21	P	você tem lá o DNA da bactéria. Você tem lá uma outra bactéria elas tem, elas formam uma ponte (inaudível) de proteína em que o DNA de uma vai passar pra outra. (inaudível) pode. Né?
65	00:10:59	A	(inaudível)
66	00:11:03	P	Então. É que a bactéria, ela tem duas formas de DNA. Ela tem um DNA circular pequenininho, chamado de plasmídeo. E ela tem um outro DNA que é o grande cromossomo (inaudível) circular também (inaudível) é, normalmente o DNA que elas passam, elas não passam todo o DNA também, elas passam esse plasmídeo, que é um DNA circular pequenininho. Esse plasmídeo é (inaudível) das bactérias. no caso das bactérias que causam a doença, qual era a característica que permitia a ela causar a pneumonia?
67	00:11:51	P	Lembram?
68	00:11:52	P	É uma característica física dela, que era uma capsula aqui, né, de carboidrato e conferiu uma maior resistência a essa bactéria, certo? Então essa daqui, que estava nesse DNA, nesse plasmídeo, ela (inaudível) o DNA ficou lá. Essa bactéria conseguiu captar esse DNA e aí, o que é que aconteceu? Teve as características determinadas por aquele plasmídeo. Essa cápsula de carboidrato.
69	00:12:32	P	Exatamente
70	00:12:37	P	(inaudível) continuou com o DNA dela, só que esse DNA aqui consegue dar outras características pra ela, então ela ganhou mais características, que características ela ganhou?
71	00:12:53	P	Um cápsula, que fez com que ela sobrevivesse no corpo do rato, e aí então causasse pneumonia
72	00:13:02	P	Aí, qual era a informação importante aí, então, na verdade, ela adquiriu uma estrutura, que foi o DNA, descobriram que foi o DNA pelos experimentos. Esse DNA o que é que ele fez? Duas coisas ele fez. Ele fez uma coisa que a Maria colocou ali, ele provocou mudanças na própria bactéria, certo? Então ele determina a característica Física da bactéria? sim, né? Então isso é uma das conclusões que a gente pode tirar, o DNA ele está associado com as características físicas ali da própria

			bactéria.	
73	00:13:40	P	Que outra coisa aconteceu. Se suas filhas, suas filhas estão lá. Na hora que ela se reproduziu, ela vai ter as mesmas características da mãe. Com o novo DNA?	
74	00:13:57	P	Sim. Por que é que eu posso concluir que é com o novo DNA? Porque, não causou a pneumonia? E pra causar a pneumonia eu tenho que ter muitas bactérias. Daquele mesmo tipo, certo? Então o que é que eu posso admitir? Que, na reprodução, essas bactérias pegaram também aquele DNA, certo? Se pegaram DNA que conferiu as mesmas características da mãe, então quem tem a informação que passa de uma geração pra outra?	Fornecer evidências
75	00:14:29	A	O DNA.	
76	00:14:30	P	é o DNA, né?	
77	00:14:34	P	já dá pra concluir que é o DNA. Assim como no caso do vírus. O que é que o experimento mostrou? Quem entra na célula e tem a informação para construir novos vírus?	
78	00:14:48	P	O DNA.	
79	00:14:50	P	Tem informação para construir novos vírus. Então constrói novo vírus idênticos ao anterior. A mesma coisa aqui. E aí é só o DNA, ele separou o DNA da proteína. Então é só o DNA que contém essa informação pra construir novos indivíduos que tenham a mesma característica que o indivíduo que gerou. Certo? Então passa essa informação pelo DNA. Tudo bem?	
80	00:15:19	P	Mais alguém quer ler a resposta? Vocês querem reformular?	
81	00:15:28	P	Sim,	
82	00:15:30	P	é, ou reformular, ou passara a limpo. Então, vamos fazer agora para entregar?	
83	00:15:37	A	Professora, você pode ler a minha?	A partir daqui os diálogos são particulares.
84	00:15:51	A	Professora, é individual?	
85	00:15:52		É individual.	
86	00:16:20	A	Professora, as duas informações lá sobre a bactéria. Uma é a formação a partir do DNA, que (inaudível). Certo? E a segunda foi qual?	
87	00:16:30	P	(inaudível)	
88	00:16:39	A	Ah, então foi por isso que (...) entendi. Tá.	
89	00:16:41	P	Que é a ideia do vírus, lá. (inaudível) DNA inteiro e construiu novos vírus, né? (inaudível) indivíduo, com as informações de cada indivíduo.	
90	00:16:45	A	Ah entendi.	
91	00:17:10	P	Dez minutos?	
92	00:17:11	A	Dez minutos	
93		P	or que aqui é uma nova fórmula (inaudível) entrou na célula causou a doença	
94			Tem mais a ver com isso	
95	00:19:38	A	Bia deixa eu ler sua resposta?	
96	00:21:27	P	Ah, tenho que marcar prova.	volta a ser geral a conversa

97		A	(inaudível)	
98	00:21:36	P	é, final de trimestre.	
99		P	(inaudível)	
100		A	(inaudível)	muito barulho generalizado
101	00:22:17		Tem três trabalhos pra entregar dia 5	
102	00:22:19		Tá, mas é pra entregar, não?	
103			É, mas tem que fazer	
104		P	é, dia sete, pode ser.	
105		A	Dia sete tá longe.	
106		P	Tem que entregar as notas na outra semana, então não tem jeito, ou é dia cinco ou é dia sete.	
107	00:22:41	A	(inaudível)	muita agitação na sala
108		A	Vai cair o que professora?	
109	00:22:08	P	Tudo.	
110	00:22:09	P	Não. Estou brincando.	
111			Posso até fazer	
112			É (...) não vai cair osmose, difusão e transporte, está bom?	
113	00:23:24		Vai cair o quê?	
114	00:23:25		Essa parte de DNA	
115			Desde o texto "a descoberta da célula", lembram do texto que a gente viu?	
116			Vocês vão ver tudo no final do semestre	
117			A descoberta da célula, depois, estrutura de DNA e por que é que o DNA é o material hereditário. Diferença entre DNA e RNA, né? Que tem a ver com a estrutura do DNA. Se quiserem eu ponho na lousa.	
118	00:23:59	A	Pode por.	
119	00:26:45	P	É isso o que cai na prova: a descoberta da célula, depois a estrutura química do DNA e do RNA, organização do DNA SHHH, organização do DNA no núcleo da célula, então, cromatina, cromossomo, que a gente aprendeu. Shhh. Sua relação com o ciclo celular. G1, S, G2, mitose. Cariótipo e doenças cromossômicas, DNA como material hereditário. Prova feita (inaudível), tá?	
120	00:27:26	P	Pra eu ler, ou pra entregar?	
121	00:26:27	A	Pra entregar	
122	00:27:35	P	Pronto, podem entregar?	
123	00:27:36	A	Não.	
124	00:27:36	A	Calma aí.	
125		P	Então dia sete é quarta feira que vem, né?	
126	00:28:09	P	Até lá vai dar tempo de estudar a replicação do DNA, mas acho que eu não vou colocar na prova.	
127	00:28:37	P	Pronto gente? Vamos continuar?	
128	00:31:52	P	Pronto? Vamos lá? Se vocês estudarem, bem para (inaudível) vocês tem que estudar, né? Mas na segunda feira, (inaudível) antes da prova, tá? Pronto, todos entregaram?	
129	00:34:52	P	Pessoal, vamos lá. Continuando aqui.	
130	00:34:58	P	João, apaga a luz, por favor?	
			FIM DO TRECHO DE INTERESSE.	

Apêndice 03 - Transcrição de aula 3º II

Aula 5II – 16/04/2008 – 3º ano II					
Linha	Tempo	Pessoa	Fala	Ações pró-argumentação	Observações
1	00:00:00	P	Ah! Então vamos mudar de ideia porque é pra nota!		
2	00:00:02	P	Não, né!		Alunos se levantam para entregar os exercícios
3	00:00:27	P	Mais alguém fez? (...) Indecifrável		Levanta os olhos para a sala
4	00:00:36	P	Oh! (...) Pessoal! (...) Vamos lá?		
5	00:00:40	P	O primeiro, na verdade eu concordo que talvez tenha sido uma das dúvidas.		
6	00:00:48	P	O primeiro cromossomo ele já veio como exemplo de onde colar (...) só que, naquela outra ficha que vocês tinham que recortar, tinha também o cromossomo número 1. Tá?		Mostra um pedaço específico da folha de exercícios
7	00:00:58	P	Então, na verdade, aquele cromossomo 1 ou era pra colar em cima ou era para descartar. Tá? Então essa era uma das coisas, está certo? Ele só colocou aqui como exemplo de onde era pra colar. Por quê?		
8	00:01:09	P	Como que era a organização aqui do cariótipo que vocês fizeram? Vocês leram aí as instruções.		
9	00:01:14	P	Você tinha que recortar, colocar o centrômero na linha tracejada, né?		
10	00:01:20	A	É (...) então.		
11	00:01:21	P	E sempre (...)		
12	00:01:22	A	Indecifrável		
13	00:01:23	P	É, e aí os pares, né? De acordo com a numeração (...) e sempre quando está mais cinzina, né? Mais cinza, você tinha que colocar a parte cinza para baixo, aí.		Mostra um pedaço específico da folha de exercícios
14	00:01:36	P	Então essa seria a orientação dos cromossomos.		
15	00:01:40	P	E depois ele foi explicando em cada item, então isso eram onze instruções, né? Qual (...) ele dava as instruções para você identificar qual era o cromossomo de cada par, né?		
16	00:01:52	P	E aí, se tivesse alguma coisa sobrando, como a Maria falou: "tem um monte sobrando". Se tivesse um sobrando, já estou te falando que na verdade era só (...) para (...) não era problema o número 1.		Mostra um pedaço específico da folha de exercícios
17	00:02:05	A	Tá, mas sobrou (indecifrável), entendeu?		
18	00:02:07	P	Ãh...		
19	00:02:08	A	Eu cortei só os da folha		
20	00:02:11	P	Mas, sobrando, sobrando mesmo, (indecifrável)		Fala junto com a aluna
21	00:02:11	A	Indecifrável		Fala junto com a professora
22	00:02:16	P	Então! Dois X. Dois X e um Y?		
23	00:02:20	A	É!		Alguns

					alunos falam junto, ajudando na resposta da professora para a aluna
24	00:02:21	P	Então, que doença é essa que a gente viu?		
25	00:02:24	A	Aquela lá do (...) Klinefelter		
26	00:02:25	P	Klinefelter! Síndrome de Klinefelter. Então um dos cariótipos era Síndrome de Klinefelter. Tinha dois X e um Y, né?		Fala meio segundo depois da aluna, praticamente e junto
27	00:02:33	P	A outra, o outro cariótipo, qual que era?		
28	00:02:37	A	Síndrome de Down		
29	00:02:39	P	Síndrome de Down! Tinha um que era Síndrome de Down, que tinha três cromossomos 21, estava sobrando um!		
30	00:02:46	P	Então, realmente! Imagina uma das primeiras pesquisas ali, quando eles fizeram, né (...) esses cariótipos, "Ah, nossa, está sobrando um cromossomo". E aí eles foram pesquisar e identificar o que era isso.	Fornecer evidências	
31	00:02:58	P	Lá o Klinefelter, o Turner eram pesquisadores, e na verdade ele foram identificando ali alterações cromossômicas, né? "Está sobrando um, será que isso tem relação com os pacientes?"	Fornecer evidências	
32	00:03:09	P	Daí eles foram pesquisar (...) SHHH!		Olha para um dos lados da sala para dar uma bronca.
33	00:03:12	P	Eles foram pesquisar alguns pacientes e aí eles verificaram que todos tinham algum problema, tinham esse cromossomo a mais, tá?		
34	00:03:20	P	Então esses cromossomos a mais que vocês identificaram, pode ser a síndrome.		
35	00:03:25	P	E o cariótipo número 1, tinha problema? Era normal e era do sexo?		
36	00:03:33	A	Masculino		
37	00:03:33	P	Masculino, certo? Tudo bem? Algum problema aí? Vocês querem refazer e verificar? Quem não me entregar [agora] então entrega segunda-feira		
38	00:03:39	P	Segunda (indecifrável) quarta é feriado		Dois alunos falam ao mesmo tempo, não dá pra escutar um deles.
39	00:03:59	P	Então podem guardar, vocês, Maria e João que estão fazendo agora. Pode guardar que (indecifrável)		Pega uma folha de exercício dada por um aluno e examina
40	00:04:15	P	Indecifrável		Conversa particularmente com um aluno sobre o exercício

41	00:04:20	A	—		Dirigem-se à professora e esperam para conversar com ela.
				FIM DO TRECHO	

Linha	Tempo	Pessoa	Fala	Ações pró-argumentação	Observações
42	00:00:00	P	Você tem um material genético. Esse material genético, a natureza dele é de DNA e RNA.		
43	00:00:09	P	Presta atenção na sua (indecifrável)		Chamando a atenção de uma aluna que olhava para trás para que passe as folhas de texto para trás.
44	00:00:14	P	Indecifrável		
45	00:00:16	P	Este DNA está organizado no núcleo na forma de (...)		Para de falar e espera os alunos que riem
46	00:00:31	P	É (...) pessoal, pessoal. Este DNA está organizado no núcleo (...) ow, posso começar?		
47	00:00:45	P	É (...) está organizado no núcleo na forma de cromatina ou cromossomo, que são fios de DNA enrolados em proteínas.		
48		P	Mas, afinal de contas, do que é feito o DNA?		
49		P	Vocês já começaram a ver lá na exposição, né?		Refere-se à visita feita à exposição do genoma.
50		P	Mas vamos contextualizar agora como foi feita essa descoberta. Tá?		
51	00:01:07	P	Então nessa ficha, o que é que eu fiz nessa ficha?		
52		P	Eu coloquei em itens os eventos principais que eu vou explicar para vocês, tá?		
53		P	Então além da ficha, peguem o caderno para complementar as informações, tá?		
54	00:01:24	P	Pegou o caderno (indecifrável)		Olhando para um aluno, em tom de bronca
55	00:01:29	A	Indecifrável		Fica implícito que a aluna perguntou se poderia anotar na própria folha
56	00:01:30	P	Olha, acho que é meio difícil anotar na folha, né, não tem quase espaço nenhum aqui, certo?		Olhando para os espaços em branco na

					folha.
57	00:01:40	P	Então (indecifrável)		
58	00:01:42	P	Determinação dos componentes do núcleo. Então (...) é (...) vocês estão vendo aí que a data começa com 1879.		
59		P	Nós vimos lá na teoria celular que, por volta de mil (...) também 1850-1870, se estabeleceu, Maria, a teoria celular, né? A consideração de que todos os indivíduos são formados por célula.		
60	00:02:12	P	Se observava já os cromossomos nas células (indecifrável), só que não se sabia a função desses cromossomos nem do que eles eram formados, né? Ao mesmo tempo, paralelamente, alguns experimentos bioquímicos foram sendo realizados para determinar, bom, do que é que é feito aquelas substâncias presentes no núcleo.		Ao final dessa fala, a professora aponta para uma aluna com expressão de bronca.
61	00:02:34	P	Guarda senão eu vou pegar.		
62	00:02:38	P	Então, em 1879 [ou 1859?], o pesquisador John Richards identificou em núcleos de glóbulos brancos um composto de natureza ácida, rico em fósforo e em nitrogênio, desprovido de enxofre e resistente à ação da pepsina, enzima que digere proteínas. E chamou esse composto de nucleína, porque ele estava presente no núcleo.	Fornecer evidências	Leitura do texto
63	00:03:05	P	Então, vamos explicar cada uma dessas coisas aqui.		
64	00:03:08	P	Naquela época, já se conhecia, estavam começando a entender as proteínas. Se encontravam proteínas em várias estruturas celulares, né?	Fornecer evidências	
65		P	Então, sabia-se que a proteína estava na membrana sabiam que existiam várias proteínas no citoplasma da célula, né?		
66		P	Proteínas estavam em todos os lugares da célula. Então, inclusive, acreditava-se que eram as proteínas, né?		
67		P	Elas fazem tudo, elas estão em todas as estruturas celulares, então, talvez também sejam as proteínas as responsáveis por guardar a informação hereditária, a informação que passa (...) de uma geração para outra, né?		
68	00:03:51	P	Então, com essas ideias em mente (...). Na verdade, naquela época também não davam muita importância pro núcleo da célula. Eles acreditavam que o núcleo não tinha muita função, né?		Ao fim dessa fala se vira para a lousa
69		P	Mas (...) esse pesquisador aqui começou a pesquisar o composto do núcleo e até achou que descobriu uma nova substância que não era proteína, por quê? Por que não era a proteína?		
70	00:04:20	P	Por esse primeiro tópico (...)		Escreve o título do texto na lousa e espera a resposta dos alunos
71	00:04:28	P	Hein?		
72	00:04:30	P	O que é que está escrito aí na letra A, que me permite afirmar que essas substâncias presentes no núcleo, que, por causa disso ele chamou de nucleína. O que é que me permite dizer que essa substância não é uma proteína?	Incitar justificativa	
73	00:04:47	A	Indecifrável		Murmurinho
74	00:04:48	P	Ela resistiu à pepsina. E a pepsina o que é?	Fornecer evidências	

75		A	Indecifrável		Murmurinho
76	00:04:54	P	Ela digere proteína. Então, se fosse uma proteína, quando eu colocasse (...) quando eu colocasse essa substância em contato com a pepsina, o que é que iria acontecer com essa proteína, João?		
77		A	Indecifrável		Murmurinho
78	00:05:04	P	E o que é que é isso? O que é ser digerida? Quebrada em quê?		
79		A	Indecifrável		Murmurinho
80	00:05:09	P	Em quê?		
81		A	Indecifrável		Murmurinho
82	00:05:11	P	Em pequenas subunidades. Quais são as pequenas subunidades das proteínas?		
83		A	Indecifrável		Murmurinho
84	00:05:17	P	Aminoácidos! ãh?		
85		A	Indecifrável		Murmurinho
86	00:05:24	P	Mas é que o pequeno tem nome, ainda por cima, né João, isso que é mais impressionante (indecifrável)		
87		A	Indecifrável		Murmurinho
88	00:05:33	P	Ah! É? [rindo] Quem sabe, né?		
89	00:05:36	P	Então, o que é que acontece? Resistente à pepsina, então não era proteína. Além disso, desprovido de (...)	Fornecer evidências	
90		A	Indecifrável		Murmurinho
91	00:05:45	P	Enxofre! Em geral, as proteínas também, muitas proteínas têm enxofre na sua composição, Maria.		Chama a aluna para que preste atenção
92	00:05:53	P	É (...) e rico em fósforo e nitrogênio, tá?	Fornecer evidências	
93			As proteínas têm nitrogênio, mas não têm fósforo. E essa substância tem fósforo, tá?		
94		P	Além disso, é uma substância ácida. Então, com essa, com os experimentos bioquímicos, eles perceb(...), ele começou a perceber o que tinha e o que não tinha nessa substância. como não era uma proteína, ele deu um novo nome aí de nucleína, tá?		
95		P	No entanto, mais ou menos durante vinte anos, muitos pesquisadores duvidavam ainda desses experimentos do Needham, por quê? Eles achavam simplesmente que eram proteínas contaminadas aí com fosfato, que por alguma razão foram resistentes foram resistentes à pepsina, né? Então, achava-se que eram proteínas. Que as proteínas eram as substâncias da célula, inclusive do núcleo celular. Né?		
96	00:06:52	P	Só que, vinte anos depois, na letra B, 1889(?) Richard Altmann é (...) confirmou a natureza ácida desse composto. Repetiu esses experimentos e verificou realmente que era diferente das proteínas. E, como ele era ácido, chamou de ácido nucléico, então ainda é um nome genérico, sem saber muito bem a função, né?	Fornecer evidências	
97	00:07:19	P	E aí, outra, outros pesquisadores, aí na letra C, foram identificando outras substâncias no ácido nucléico. (indecifrável) continha as bases nitrogenadas: adenina, timina, citosina e guanina, que são carinhosamente chamadas pela primeira letra, então, A, T, C e G, certo?		Desenha na lousa a estrutura da pentose
98		P	[Risos] E carboidratos, que tipo de carboidrato? Do tipo pentose, então a estrutura química desses carboidratos forma uma estrutura pentagonal, né?		
99	00:07:59	P	Com cinco carbonos, tá? Então, tinha essas bases nitrogenadas, bases nitrogenadas, contém muito o quê?		

100		A	Indecifrável	Murmurinho
101	00:08:10	P	Nitrogênio! Né? Então tudo se confirmando aquela primeira pesquisa (indecifrável)	Alguém tosse, não dá pra ouvir a fala da professora. Repete enquanto escreve na lousa
102	00:08:17	P	Aí, em 1900, verificou-se a presença de dois tipos de ácidos nucleicos. Então dois tipos de ácido nucleicos.	
103	00:08:33	P	O DNA e o RNA. Então genericamente eles são chamados de ácidos nucleicos. Uma substância de composição ácida presente no núcleo. João.	
104	00:08:47	P	Tá? E essas duas substâncias que ainda, logicamente (?) ainda não se sabia a função. Por que dois tipos?	Aponta para os dois nomes escritos na lousa
105		P	Porque, qual é a diferença entre eles? Do DNA e do RNA? Está escrito aí.	
106	00:09:05	P	O que é que o RNA tem?	Escreve na lousa enquanto fala os nomes das bases. Há um murmurinho, não dá pra identificar se algum aluno fala os nomes.
107		P	Ele tem quatro bases nitrogenadas, mas quais são as quatro bases nitrogenadas do RNA?	
108		P	Adenina, tem timina? Não, tem uracila, citosina e guanina.	Escreve na lousa enquanto fala. Há um murmurinho, não dá pra identificar se algum aluno fala os nomes.
109	00:09:25	P	E o açúcar do RNA, qual que é? O carboidrato? É chamado de (...) ribose, tá?	
110	00:09:36	A	E o que é aquela uracila?	
111	00:09:39	P	É uma outra base nitrogenada, que também se descobriu aí nessa época, na verdade você tem cinco bases nitrogenadas só que os dois, cada um desses são formados por quatro bases nitrogenadas. O RNA pela adenina, pela uracila, pela citosina e pela guanina e o DNA pela adenina, pela timina, pela citosina e pela guanina, tá?	Escreve e aponta para os termos da lousa enquanto fala. Há murmurinho, percebe-se a fala dos alunos completando a fala da professora.
112		P	Então, na verdade, o DNA e o RNA têm na sua composição a diferença de uma base nitrogenada, tá?	
113		P	O DNA tem o T e o RNA não tem o T, mas tem o U, certo?	
114		P	Além disso, qual outra diferença? O carboidrato do DNA	

			é a ribose? Não, é a desoxirribose. Esse nome bonito aqui, desoxirribose.	
115		P	Por que desoxirribose? “oxi” de oxigênio, “des” de sem. Então, a desoxirribose tem um oxigênio a menos que a ribose, certo?	
116	00:11:00	P	É (...) então essas são duas diferenças, diferenças estruturais, tá?	
117		P	Entre esses ácidos nucleicos, tudo bem? A diferença na composição das bases nitrogenadas e a diferença no carboidrato.	
118		P	E o nome, então, de onde vem esse nome, DNA e RNA? Aí criaram esses nomes, né?	
119	00:11:26	P	DNA é o ácido desoxirribonucleico. Vocês entenderam por que ninguém fala o nome do DNA? Ácido desoxirribonucleico. O “A” do ácido, o “D” do desoxi, ribonucleico e o “N” do nucleico, tá?	Os alunos comentam sobre a professora falar inglês
120		P	Em português seria (...) ADN, e realmente muitas pessoas usam ADN, só que se (...) ficou aí a palavra DNA que é desoxirribonucleic acid, em inglês. Então acabou se fixando a sigla utilizada em inglês, tá?	
121	00:12:26	P	E RNA? Qual é o nome do RNA? Ácido ribonucleico. “Ribo” de ribose, “nucleico” de ácido nucleico, tá?	
122		P	Então ARA, ARN em português. Pode usar? Pode. É que acabou se fixando as siglas em inglês ribonucleic acid.	
123	00:12:59	A	[dúvida sobre a escrita de desoxirribose] Indecifrável	
124	00:13:01	P	Aqui? Ih, aqui eu comi letra, daí eu apaguei, ficou ruim	
125		A	Indecifrável	Sobre a escrita no quadro. Sobre a escrita no quadro.
126		A	Indecifrável	
127	00:13:18	P	Ok? Então, já (...) olha só gente, já em 1900 esse nome já tinha sido cunhado, esses nomes, mas (...) sabia-se do que era composto, mas sabia-se como eles eram ligados?	
128		P	Essa estrutura. Não. Como que a base nitrogenada se ligava à desoxirribose ou à ribose, não se sabia como isso era ligado. Se sabia do que era composto em (...)1900, tá?	
129	00:13:48	P	Aí, Ah (...) em 1912, outros dois cientistas, o Leveni (?) e o Jacob, Jacobs concluíram que o componente básico, lá na letra E, 1E, o componente básico dos ácidos nucleicos era uma estrutura composta por uma base nitrogenada ligada a uma pentose, que por sua vez estava unida ao fosfato. Essa unidade foi denominada nucleotídeo. Um ácido nucleico seria uma molécula formada por uma série de nucleotídeos ligados entre si, ainda não se sabia como.	
130	00:14:27	P	Então, o que ele diz aí? A estrutura do nucleotídeo. Então aqui eu tenho a pentose, que pode ser ribose ou desoxirribose, ligada a uma base nitrogenada, ligada a um grupo fosfato, tá? Então aqui é o carboidrato, aqui é uma base nitrogenada. Esta é a estrutura do nucleotídeo que tinha sido determinada em 1912. Isso é um nucleotídeo. Nucleotídeo	Se dirige à lousa para escrever. Desenha a estrutura molecular do nucleotídeo enquanto explica
131	00:15:22	P	É (...) então, da mesma maneira que as proteínas são macromoléculas (...) Qual é a subunidade das proteínas?	
				Murmurinho. Não dá pra identificar se

				alguém responde
132		P	Aminoácidos, né?	
133		P	Então vários aminoácidos ligados formam uma proteína. Assim como carboidratos. "São" uma molécula grande, uma macromolécula, são polissacarídeos, são formados por, pela união de várias subunidades, quais são as subunidades dos carboidratos?	
134		A	Indecifrável	Dá para identificar a fala de alguém
135	00:15:50	P	Os mono (...) sacarídeos, certo?	Fala parte da palavra e espera alguém completar e fala junto com um aluno.
136	00:15:13	P	O DNA, os ácidos nucleicos, o DNA e o RNA também são macromoléculas formadas por subunidades. Quais são as subunidades do DNA e do RNA?	
137	00:16:05	P	Está aqui... [fala baixinho]	Aponta para o esquema de nucleotídeo
138	00:16:09	A	Nucleotídeos	
139	00:16:10	P	Os nucleotídeos! (...) Certo?	Fala praticamente e junto com o aluno quando vê que ele responde certo.
140	00:16:13	P	Então a subunidade do DNA e do RNA são os nucleotídeos. Que São formados pelo quê, por sua vez? Por outras subunidades: um grupo fosfato, por isso que tem muito fósforo no DNA, ligado ao carboidrato que pode ser, se for uma desoxirribose é um DNA ou RNA?	
141	00:16:36	A	DNA	
142	00:16:37	P	DNA! Se for formado por ribose, é DNA ou RNA?	
143		A	RNA	
144	00:16:42	P	RNA! Certo?	Fala praticamente e junto com o aluno quando vê que ele responde certo.
145		P	Por sua vez esse carboidrato está ligado a uma base nitrogenada. Essa base nitrogenada pode ser o que? Pode ser um A, né? Uma adenina, pode ser uma timina, pode ser uma citosina, pode ser uma guanina, certo?	
146		P	No caso do (...) DNA. Pode ser uma adenina, pode ser uma uracila, pode ser uma citosina, pode ser uma guanina no caso do (...) RNA. Ok?	
147		A	Indecifrável	

148		P	Ãh?	
149		A	[Não repete]	
150	00:17:19	P	Aí, quero pular pro [item] 3, porque o [item] 2 vai relacionar o DNA como sendo o material hereditário, tá? Uns experimentos que mostram isso. No [item] 3 a gente continua aí com a estrutura do DNA.	
151	00:17:39	P	Então, determinação da estrutura. Tínhamos algumas informações, não se sabia como isso estava ligado, né? Mas alguns experimentos aí de 1949 a 1953 mostraram algumas, começaram a dar algumas pra finalmente 1953 ser determinada a estrutura do DNA.	
152	00:18:03	P	Então, Erwin Chargaff quantificou as bases nitrogenadas em amostras de DNA de três espécies e diferentes órgãos de indivíduos da mesma espécie. E quais foram as três conclusões a que ele chegou?	Fornecer evidências
153		P	A composição de bases varia de espécie para espécie. Então, se eu pegar o ser humano vai ter um determinado número de bases numa célula. Se eu pegar um chimpanzé, se eu pegar um verme, se eu pegar <i>Drosophila melanogaster</i> , a mosca de fruta, né?	
154		P	Vai ter um outro número de bases, certo?	
155		P	Se eu pegar dentro do ser humano, pegar vários órgãos: músculo, coração, intestino, o olho, se eu pegar vários órgãos humanos, se eu pegar várias células humanas e quantificar o número de bases nitrogenadas, o que é que tem?	
156		P	A mesma quantidade de bases nitrogenadas. E uma outra coisa importante, em qualquer espécie, numa bactéria! Numa barata! Numa ameba e no ser humano! A porcentagem de bases adenina é igual a timina e a porcentagem de bases citosina é igual a de guanina. Ele começou a perceber que a quantidade de A é igual a de T e a quantidade de C é igual à de G. E isso dá o 100% de bases de cada célula, que é igual a todas as células da mesma espécie e diferente nas diferentes espécies, ok?	Dirige-se à lousa e escreve as porcentagens.
157	00:19:51	P	Então, com isso, se começou a perceber o que? Que, né?	
158		P	Depois, com outros dados que a gente já vai falar, que o A se liga com o T pra formar a molécula do DNA e o C se liga com o G, certo?	
159		P	E aí, lá no resto da letra B, 1951, A Rosalind Franklin e o Robins Wilkins (?), por difração de Raios-X determinaram que o DNA tem uma estrutura helicoidal. Então vocês viram lá. Depois que a gente saiu da célula, na exposição, a primeira (...) montagem ali quando a gente entra naquela sala Tinha a foto do Watson e Creek que é a molécula de DNA e tinha a foto de uma mulher, né?	Ao falar helicoidal, a professora faz movimentos no ar imitando a forma de uma helicoidal, várias vezes.
160		P	Com uma foto da difração de raios-X, né?	
161		P	Que é a foto que ela tirou dessa molécula do DNA. E verificou que tinha uma forma helicoidal, né, a forma de uma (...) como se fosse uma escada caracol. Só que o que é que aconteceu?	
162		P	Ela estava muito perto, eles estavam muito perto de chegar nessa estrutura do DNA. Essa forma helicoidal mostrou o que? Que talvez as bases nitrogenadas se ligassem entre si. E os carboidratos e grupos fosfatos ficassem circulando aí em volta das bases nitrogenadas.	

163	00:21:22	P	E foi juntando todas essas informações que, em 1953, ou seja, por (?) pouco tempo atrás, né?	
164		P	Cinquenta e cinco anos, né?	
165		P	James Watson e Francis Creek elaboraram esse modelo do DNA. E o que é que eles identificaram? Que, as bases nitrogenadas são complementares. São complementares seguindo a regra de Chargaff: A se liga com T e C se liga com G, formando duas cadeias de DNA. Essas duas fitas de nucleotídeos. Duas fitas de nucleotídeos. Desta maneira. Certo? Então um nucleotídeo se liga com outro pelas bases nitrogenadas. (indecifrável) ligações de hidrogênio entre as bases nitrogenadas. E além disso, pra formar a cadeia, pra formar as fitas, um nucleotídeo se liga com o fosfato, né?	Ao explicar a estrutura, a professora vai à lousa e completa o desenho do nucleotídeo, ligando-o a outro.
166		P	O carboidrato se liga com o grupo Fosfato de outro carboidrato e outra base nitrogenada aí. Desta maneira aqui. Tem as propriedades de um ácido, né? Quando você mede o pH da água	
167	00:23:18	P	Essa é a estrutura básica, as ligações do DNA. Então se eu tenho A aqui. A gente vai, depois, montar (...) se eu tenho C aqui eu tenho G do outro lado. Então são vários tipos de ligação. Essa estrutura, foram o Watson e Creek que chegaram em 1953. Eles ganharam um prêmio Nobel junto com o Wilkins. A Rosalind Driver, não, Driver, não, [risos] eles entenderam porque é uma pesquisadora que a gente estuda, mas Rosalind Franklin, ela morreu, então o prêmio Nobel é só dado para pessoas vivas, e ela não recebeu o prêmio Nobel.	
FIM DO TRECHO				

Linha	Tempo	Pessoa	Fala	Ações pró-argumentação	Observações
168	00:00:00	P	[começa no meio da fala da professora](...) né? Normalmente fala: o DNA é uma estrutura dupla fita. Porque ela tem essas duas cadeias no nucleotídeo. Continua aqui, né? Ah (...)		O trecho inicia com a professora apontando as estruturas desenhadas na lousa (nucleotídeo)
169		P	Dispostas em hélice ao redor de um eixo imaginário aqui no meio. As duas cadeias mantêm-se unidas por meio de Pontes de Hidrogênio. Na verdade, não é mais ponte de Hidrogênio. Ligações de Hidrogênio é o nome novo, né?		
170		P	Entre os pares de bases específicos. Adenina com timina tem duas ligações de hidrogênio, citosina com guanina tem três ligações de hidrogênio		
171	00:00:37	A	Indecifrável		
172	00:00:38	P	Ah...		
173	00:00:38	A	Indecifrável		
174	00:00:39	P	"P". Fosfato. Aqui é o fosfato, tá?		Escreve o P do grupo fosfato no esquema da lousa e aponta para os grupos

					fosfato do esquema
175	00:00:47	P	Âh (...) As duas cadeias são complementares, o que isso significa?		
176		P	Onde tem um A tem um T, onde tem um T tem um A. onde tem um C tem um G, onde tem um G tem um C. Tá?		Aponta na lousa as bases complementares.
177		P	Então, para decorar, AconTeCe com G. Tá?		
178			A com t, c com g. Isso vocês têm que decorar. O que acontece, eu não sei, mas AconTeCe com G. Tá? [risos]		
179	00:00:15	A	Professora		
180	00:00:19	P	Âh...		
181	00:00:20	A	Aquela bolinha [do esquema] também é P?		
182	00:00:22	P	Também é P. (indecifrável) tá?		Concorda e escreve no esquema
183	00:01:26	P	Outra coisa importante! As duas fitas são antiparalelas. Vocês repararam na direção que eu desenhei aqui os carboidratos? Que, na verdade é uma desoxirribose, um DNA. Uma está com a pontinha lá para cima e outra está com a pontinha aqui para baixo. Então, elas são chamadas de antiparalelas. Elas são paralelas, mas cada uma está em uma direção diferente, ok?		
184	00:01:54	P	E ficou conhecido como modelo da dupla hélice.		
185	00:01:58	P	Então nós vamos fazer a ligação do DNA aqui para todo mundo perceber. É rapidinha, cinco minutos. Todo mundo, a gente vai pra lá [aponta o fundo da sala]		
FIM DO TRECHO - CORTA A FALA NO MEIO					

Linha	Tempo	Pessoa	Fala	Ações pró-argumentação	Observações
186	00:00:01	P	[começa no meio da fala da professora](...) no carboidrato do outro, certo? Então a minha mão no ombro do outro.		Faz um ângulo reto entre o ombro direito e o torso e abre o braço esquerdo a 180° do peitoral.
187	00:00:09	P	E aqui no meio, as ligações de hidrogênio. Não se esqueçam que as fitas são antiparalelas, certo?		
188	00:00:15	P	Então vamos lá, vai. Todo mundo ali no meio para a gente fazer o DNA		

Linha	Tempo	Pessoa	Fala	Ações pró-argumentação	Observações
189	00:00:02	P	[Respondendo a uma aluna] Não precisa, não precisa.		Todos os alunos estão de pé, no corredor entre as duas bancadas de laboratório da sala.

Muitos
conversam.

190	00:00:14	P	Só que as duas fitas são antiparalelas, Então, se uma, se um está virado para lá, uma fileira, para lá, todo mundo virado para lá. E essa fileira [a outra], virada para lá [aponta o lado oposto]
191			[muito barulho - conversas paralelas]
192	00:00:33	P	E aí, vocês têm que se dar a mão aqui no meio. E colocar a mão (indecifrável) [no ombro do colega]
193		A	[os alunos começam a se arrumar e copiam uns aos outros para tentar representar a estrutura]
194	00:00:49	P	Essa é, gente! Cada um de vocês, oh! Fosfato em um [braço], carboidrato no outro [braço]. Aqui no meio (indecifrável) nitrogenadas ligadas pelas ligações de Hidrogênio
195	00:01:23	P	Essa é a estrutura do DNA.
196	00:01:29	P	Essa mão [segurando a mão da aluna da ponta da cadeia] fica solta
197	00:01:32	A	Ah é?
198	00:01:33	P	É. Essa fica solta, aqui pra frente
199	00:01:38	A	Ahhhh [desanimada]
200	00:01:40	P	Está certo?
201	00:01:41	A	E o nosso corpo?
202	00:01:42	P	O corpo nosso é o carboidrato, igual à pentose. Então, fosfato (indecifrável) ["se liga" à pessoa da frente pelo ombro] (indecifrável), tá? E as ligações de hidrogênio aqui, ok?
203	00:01:59	P	Se acaso, depois a gente vai ver o que acontece (indecifrável) com o DNA, tá? Mas posso ter (indecifrável) [passa por entre os alunos "quebrando" as ligações de Hidrogênio]. Vamos supor, aqui, pessoal! Se a Maria for uma Timina, a outra Maria então é uma?
204	00:02:16	A	(indecifrável) [o aluno faz uma piada com a resposta e todos riem]
205		A	Adenina [vários alunos respondem em tempos diferentes]
206	00:02:26	P	Se o João é um C, então o outro João é o?
207		A	G [vários alunos respondem em tempos diferentes]
208	00:02:32	P	Tá? Então essa é a complementariedade, Se por acaso (...) se por um acaso ocorrer algum erro no DNA. Eu expulso a Maria [que havia representado a adenina] e entra um C [a professora representa o C]. A gente vai conseguir se ligar aqui?
209	00:02:50	A	Não
210	00:02:52	P	Não. A gente vai ser uma? Meninos! Vai ser uma mutação [explica para poucos que ouvem], tá?
211	00:03:06	P	Ok? Entenderam a (indecifrável) do DNA? [dispensa a turma - fim da aula] FIM DO TRECHO

Aula 7II - 23/04/2008 – 3ºII

Turno	Tempo	Pessoa	Falas	Ações pró-argumentação	Observações
1	00:01:12	P	Pessoal,		
2	00:01:40	P	é (...) então vamos lá gente. Na aula passada, a gente definiu a estrutura do DNA, não é? Então estamos (...), onde estamos?		
3	00:01:53	P	aqui oh		barulho na sala

4	00:02:05	P	Do indivíduo, fomos para a célula, núcleo da célula, dentro do núcleo da célula, cromatina, cromossomo, é (...) Maria, o que é que é cromatina mesmo?	
5	00:02:25	A	Cro(...)ma (...)	
6	00:02:27	P	Cromatina, pegue seu caderno, fica mais fácil.	
7	00:02:40	P	o que é que é cromatina mesmo?	
8	00:02:44	A	G1, S1 (...) não	risos
9	00:02:49	P	Isso é o ciclo celular	
10		A	Fios (...)	muito barulho junto
11	00:02:55	P	fios do que?	
12	00:02:56	A	de DNA	
13	00:02:57	P	fios de DNA enrolados em proteínas. Isso. Então na verdade nós estamos lá: célula, núcleo da célula, SHHH Joao,	
14	00:03:13	P	núcleo da célula, ow meninos, eu não vou mais chamar a atenção daquelas duas colunas lá.	
15	00:03:24	P	Então na célula, dentro do núcleo da célula. No núcleo da célula nós temos aí fios de DNA que dependendo da fase do ciclo celular podem ser chamados de cromatina ou cromossomo, certo? Então se estivesse no G1, fase S, G2, esses fios são chamados de?	
16	00:03:58	A	Cromatina.	
17	00:03:59	P	Cromatina. Então fios de DNA enrolados nas proteínas, mas eles estão um pouco mais esticados, certo? Se eles estão na mitose, na divisão celular propriamente dita, eles são chamados de?	
18	00:04:14	A	Cromossomos.	
19	00:04:15	P	Cromossomos. Então é um nome diferente pra mesmo estrutura. Só que em estágios diferentes do ciclo celular, tá Maria? Então isso que você falou é o ciclo celular, é o ciclo de vida de uma célula. Tá?	
20	00:04:38	P	E na aula passada, o que a gente fez? A gente pegou isso daqui, falou do que é que é feito a cromatina e o cromossomo? São feitos de DNA. E por sua vez, o DNA é feito do que?	
21	00:04:58	P	Como que ele é feito? Como ele é formado? Qual a estrutura bioquímica do DNA? E aí vocês fizeram um desenhinho parecido com isso, certo?	
22	00:05:16	A	não	
23	00:05:17	P	não assim.	
24	00:05:27	P	Não foi isso?	
25	00:05:29	A	Não	
26	00:05:30	P	Como não?	
27	00:06:04	P	Então o DNA formado por dupla fita, então uma fita aqui e outra fita de uma estrutura chamada de nucleotídeo. Que, por sua vez é formada por, que, por sua vez é formada por um grupo fosfato, um carboidrato, que no caso do DNA, que no caso do DNA qual é o nome do carboidrato?	
28	00:06:37	P	DNA	
29	00:06:40	P	DNA é o DNA é que chama ácido desoxirribonucléico, né? Mas o carboidrato, o açúcar.	
30	00:06:49	P	De - soxirribose	
31	00:06:53	P	E aqui é o que?	

32	00:06:57	P	Um C ou G ou a t que são bases nitrogenadas.
33	00:07:04	P	A desoxirribose é uma subunidade do nucleotídeo, que por sua vez é a subunidade vários nucleotídeos ligados, formam o DNA. Como que os nucleotídeos estão ligados? Um está ligado pelo, com o outro pelo fosfato e açúcar, né? Que nem a gente fez lá, né, lembra da aula passada? Né? Um braço no ombro do colega e também estão ligados pelas bases nitrogenadas. Né?
34	00:07:35	P	Como eles estão ligados pelas bases nitrogenadas?
35	00:07:39	P	qual é a regra de ligação?
36	00:07:42	A	A com T
37	00:07:43	P	A com T, se aqui for A, com certeza aqui é T, se aqui for C, aqui com certeza é g. A(...)
38	00:07:51	P	Professora,
39	00:07:52	P	só pra completar Joao, a e t, Shh a e t são ligados por duas ligações de hidrogênio c e g por três ligações de hidrogênio, ok? Fala Joao
40	00:08:09	A	o que é o nucleotídeo?
41	00:08:10	P	O nucleotídeo é isso daqui olha.
42	00:08:15	P	isso é o nucleotídeo, tá? Essa estrutura é o nucleotídeo. Que é um fosfato, ligado com um açúcar, ligado com uma base nitrogenada. Isso serve tanto pro DNA como pro RNA, tá? Só que aí você tem: se for DNA qual é o açúcar? Desoxirribose. Se for RNA, qual é o açúcar? Ribose.
43	00:08:42	P	As bases nitrogenadas são cinco no total, só que o DNA tem quatro. Quais são as bases nitrogenadas do DNA?
44	00:08:50	A	A
45	00:08:51	P	A, T, C e G. Se for RNA, quais são as quatro bases?
46	00:08:57	A	A
47	00:08:58	P	A, U, C e G, certo? Sempre com essa regra, a com t c com G, ou no RNA a com u, c com g, ok?
48	00:09:12	P	Sendo que outra diferença entre o DNA e o RNA é: o DNA é dupla fita, as bases nitrogenadas estão ligadas por ligações de hidrogênio, certo? O RNA é uma fita única, as bases nitrogenadas ficam soltas aí, tudo bem? Uma outra diferença aí entre o DNA e o RNA, tudo bem? ok?
49	00:09:38	P	Tudo bem, Maria?
50		P	(inaudível)
51	00:09:45	P	No DNA você tem os nucleotídeos, né? Ligados pelas bases nitrogenadas por meio de ligações de Hidrogênio. No RNA não, é uma fita só. Só um lado
52	00:10:01	A	O RNA também tem nucleotídeo?
53	00:10:03	P	Também. Então no núcleo, nós temos dois tipos, lembram, que a gente viu também? No núcleo nós temos dois tipos de ácidos nucléicos. Que é o nome genérico, ácidos nucléicos, no núcleo. Que é o nome genérico para DNA e RNA. A cromatina, vejam prestem bem atenção nisso e anotem isso, a cromatina e o cromossomo, eles são formados só por DNA, tá? O RNA ele vai ter outra função e vai ser encontrado tanto no núcleo como no citoplasma, tá? Quando a gente verificar a função deles, daí vai ficar claro isso. Tá? Mas a cromatina e o cromossomo são fios de DNA enrolados em proteínas. O RNA vai ser

encontrado tanto no núcleo como no citoplasma e vai ter outra função na célula.

54	00:11:10	P	Também são formados, tanto um quanto outro em termos estruturais, são formados por nucleotídeos.
55	00:11:24	P	Sua subunidade é chamada de nucleotídeo, certo? Então DNA e RNA são grandes partículas, grandes moléculas, ligadas é (...) as suas subunidades são ligadas formando aí essa grande molécula. Qual é a subunidade do DNA e do RNA? Os nucleotídeos. Certo?
56	00:11:52	P	Sendo que esses nucleotídeos tem algumas diferenças. É a mesma forma aí, só que o açúcar é diferente e as bases, uma das bases são diferentes também, ok?
57	00:12:11	P	Então isso pra retomar o que a gente já viu. A gente vai ver bastante isso aqui. Então esses nomes também, esses nomes que eu falei hoje são importantes, tá? Tem que decorar, não tem jeito, senão a gente fala, vai falar linguagens diferentes. Tá? A gente tem que se comunicar, vocês tem que saber esses termos, o significado dessas palavras.
58	00:12:30	P	Ah (...) na aula de hoje a gente parte pro item dois dessa ficha. Então determinada a estrutura do DNA, ao mesmo tempo, os pesquisadores queriam entender a função do DNA. Qual é a função do DNA? Uma coisa é a estrutura, tudo bem? O que essa estrutura possibilita? né?
59	00:12:56	P	é (...) e aí, começa a ideia, essa relação entre (...) do DNA como sendo o material hereditário, como sendo a base das informações que passam de uma geração para a outra. Mas como é que os pesquisadores determinaram isso? Como é que isso foi ah (...) não descoberto, mas esclarecido, determinado? Então, por isso que o título é: experimentos que relacionam o DNA com sendo o material genético.
60	00:13:33	P	Então, naquela época, final do século XIX começo do século XX, eles já sabiam muito sobre as proteínas. Eles encontravam proteínas em todas as partes das células. Então, do que é que é feita a membrana plasmática, por exemplo, ou a membrana do núcleo? Lembram? Lipídios e proteínas, então a proteína está lá. Qualquer reação química que acontece na célula depende de enzimas e enzimas são proteínas. Então as enzimas participam de todos os processos celulares, de todos. E existem milhares de tipos diferentes de proteínas. Então eles estavam achando naquela época, final do século dezenove, começo do século vinte, que porque não as proteínas, que fazem parte de toda célula, que fazem parte de todas as reações químicas que acontecem na célula. Por que não as proteínas que contém a informação genética, a informação hereditária? A informação que determina as características daquela célula e que determina a passagem da informação de uma célula para a outra, ou de um ser vivo para o outro.
61	00:14:47	P	Por que não, né? Se as proteínas fazem tudo, por que é que elas não fazem isso também? Mas, alguns
-

			experimentos mostraram que as coisas não eram bem assim. Então a gente vai discutir aí dois grandes experimentos pra verificar isso.	
62	00:15:04	P	Então, aí no item 1: a identificação do material hereditário em bactérias. Então, um pesquisador lá no início do século vinte, ele sabia que (...) uma espécie aí de bactérias, a <i>Streptococcus pneumoniae</i> é o nome dela, né?	
63		A	(inaudível)	reclama em tom de brincadeira
64	00:15:37	P	Eles sabiam que existia duas linhagens dessa espécie de bactérias, de <i>Streptococcus</i> . A linhagem S e a linhagem R, está aí na ficha de vocês. E a linhagem S produz uma cápsula de carboidrato e causa pneumonia em camundongos. E a linhagem R não produz essa cápsula e não causa a pneumonia em camundongos. Então, provavelmente esta cápsula está ligada com a sobrevivência da bactéria no corpo do indivíduo, do camundongo. Se ela tem essa cápsula, ela fica mais resistente lá, né? Às células de defesa do camundongo e acaba se reproduzindo causando um dano no organismo do hospedeiro, certo, causando a doença.	
65	00:16:22	P	Se ela não tem aquela cápsula de carboidratos, então ela fica mais vulnerável ao ataque, por exemplo, né, das células de defesa lá do camundongo, que conseguem matá-la que acaba não se reproduzindo e não causando a doença no camundongo. Certo?	
66	00:16:41	P	Então se sabia dessas informações, se verificava ao microscópio essas bactérias e aí, lá no 1.a. Em 1928, Fred Griffiths ele fez os seguintes experimentos: ele pegou quatro grupos de camundongos.	
67	00:17:00	A	nossa	
68	00:14:03	P	O que é isso?	risos
69	00:17:15	P	camundongos, ratinhos, orelhas,	
70	00:17:19	A	nossa	muitos comentários
71	00:17:33	P	Bom, mas acreditem, isso são camundongos, tá bom, acreditem.	
72	00:17:38	P	é (...) o que é que ele fez, esse cientista? Ele pegou quatro grupos de camundongos e inoculou bactérias diferentes, pegou quatro grupos de camundongos e inoculou.	
73	00:17:58	A	Inoculou?	
74	00:17:59	P	Inoculou, injetou, né? As bactérias no corpo desses camundongos. Tá? É (...) então inocular é inocular uma vacila, tá? Injetar.	
75	00:18:14	P	é (...) so que como ele fez? Ele pegou bactérias da linhagem S vivas e colocou no primeiro grupo de camundongos. O que é que aconteceu com os camundongos?	Conferir evidências
76	00:18:26	P	pegaram pneumonia e morreram	Fornecer evidências
77	00:18:37	P	oh, não, gente, cobaias, tá? Camundongos criados aí pra experimentação, tá? Todos iguais, da mesma linhagem também, pra não haver diferença dos resultados, tá? O que ele mudou aqui foi o que? Foi a forma como as bactérias, né os tipos de bactérias inoculadas. Então, no primeiro grupo de camundongos ele coloca as bactérias S vivas. A S, tá	

			la, causa pneumonia e causa a morte dos camundongos. Então ele inoculou bactérias S vivas e os camundongos pegaram pneumonia e morreram. Aí ele pegou e testou também as R vivas, pegou bactérias R vivas. Ow João, senta direito.		
78	00:19:29	P	Joao,		
79	00:19:38	P	Inoculou, Shh bactérias R vivas no camundongo e o que é que aconteceu?	Conferir evidências	
80	00:19:47	P	Sobreviveu. As R não causam pneumonia e aí eles sobreviveram felizes da vida, né? Não foi dessa vez que eles morreram. O outro grupo de camundongos ele pegou as bactérias S matou as bactérias com calor, certo? Então ele matou as bactérias. E inoculou essas bactérias mortas pelo calor nos camundongos e aí o que a gente espera que acontecesse?	Conferir e fornecer evidências	
81	00:20:20	P	Sobrevivessem.	Fornecer evidências	
82	00:20:21	P	Que eles sobrevivessem. As bactérias S estão mortas e realmente foi isso o que aconteceu. Eles sobreviverem, certo?	Fornecer evidências	
83	00:20:30	P	E, depois, o que é que ele fez? Vejam: ele pegou bactérias S mortas pelo calor mais R vivas. S mortas: ratinho sobrevive, R vivas: ratinho sobrevive. O que é que então, ele esperarei que acontecesse aqui? Que eles sobrevivessem, mas o que é que aconteceu?	Conferir evidências	
84	00:20:59	P	Morreu	Fornecer evidências	barulho na sala
85	00:21:16	P	E aí? Era um resultado esperado?		
86	00:21:22	A	Não professora.		Em tom jocoso.
87	00:21:25	P	Não era um resultado esperado, certo?		
88	00:21:33	P	Vocês entenderam que não era um resultado esperado?		
89	00:21:38	P	Então o que é , quais seriam hipóteses que a gente poderia levantar para explicar esse resultado não esperado?		
90	00:21:58	P	Qual é? Que hipótese a gente(...) O que é que aconteceu gente? Não é a S viva que causa a morte desse camundongo?		
91	00:22:05	P	Aqui as S estão mortas. As R vivas não causam morte do camundongo, não causam pneumonia. Que hipótese pode ser levantada daí. O que é que eles imaginaram quepode ter acontecido?		
92	00:22:23	A	As duas juntas		
93	00:22:24	P	As duas juntas causaram alguma coisa, mas é a bactéria viva, necessariamente? Alguma coisa dessa bactéria que causa a pneumonia		
94	00:22:42	A	a outra causa alguma coisa professora?		
95	00:22:43	P	a outra não causa nada. Né? Tanto é que ele sobreviveu aqui, essa não causa nada.		
96	00:22:51	P	Essa sim, essa causa a morte do bicho. Né? Só que eu matei ela pelo calor. Se eu matei pelo calor, mas as outras estruturas estão lá, certo? Então, o que é que eu imagino aqui?		
97	00:23:07	A	(inaudível)		
98	00:23:09	P	Oi?		

99	00:23:14	P	Não não. Isso aqui é um outro ser vivo, não tem nada a ver. Na verdade, o que é que acontece? Pessoal! É (...) por que é que elas causam pneumonia. Por que é que a S causa pneumonia? Ela se instala ali nas células do sistema respiratório e vai se reproduzindo, a bactéria. E aí, para, nesta reprodução, ela vai aí destruindo aí as células saudáveis do indivíduo, então não tem nada a ver com gripe aqui. Isso é um outro ser vivo, elas mesmas, pela sua reprodução elas vão infectando o organismo, aquele (inaudível), vão pegando todos os nutrientes do ambiente, né? E a células do próprio indivíduo vão morrendo tá? então isso seria a doença, tá?	
100	00:24:13	P	Então a S viva consegue se reproduzir no corpo do indivíduo, certo? por quê? Porque ela não tem lá aquela cápsula de carboidrato, então ela vai, se reproduz, causa uma pneumonia muito forte, então atinge os pulmões e pode até causar a morte do rato. Certo? A R não. Por que é que não? Por que ela não tem aquela cápsula e ela consegue ser morta pelos (...) pelas células de defesa do próprio rato antes de se reproduzir e destruir os tecidos do pulmão. Só que a S morta pelo calor, nós matamos a bactéria, oh pessoal, acompanha o raciocínio aqui João.	Fornecer evidências
101	00:24:55	P	Nós matamos a bactéria, tá? Então colocamos, nós fervemos a cultura de bactérias a mais de 100° elas morreram, certo? E quando isso foi colocado no camundongo, não causou pneumonia, estava morta. Não se reproduziu, né? Pra ela se reproduzir ela precisa estar viva.	
102	00:25:14	P	Só que quando eu juntei bactérias mortas com bactérias R aí tem um resultado completamente inesperado, por que? O ratinho pegou pneumonia e morreu. A gente poderia pensar o que? Que a bactéria S morta ressuscitou, por exemplo, certo? Poderia pensar isso?	
103	00:25:38	P	Mas é plausível? Em termos científicos.	
104		A	Não	Alguns alunos falam juntos, mas alguns deles falam que sim. Não dá pra entender se eles estão falando sério.
105	00:25:43	P	Não. Então eu teria que (...) os cientistas tinham que imaginar uma outra situação, né? Para explicar esse resultado.	
106	00:25:54	P	Para João.	
107	00:25:55	A	Não fui eu.	
108	00:25:58	P	Para explicar esse resultado. O que é que eles imaginaram?	
109	00:26:08	P	Alguma coisa. (inaudível) causa a doença, certo?	
110	00:26:12	P	a S está morta, mas as suas estruturas ainda estão lá. Alguma coisa da S, que aí ficou ainda preservada ali pelo calor, né? Foi incorporada pela R e aí a R que tá viva deve ter se transformado em S viva. Então essa foi a hipótese dos cientistas.	
111	00:26:41	P	O princípio, como eles chamam aí de transformação bacteriana. Porque a bactéria R foi transformada em bactéria S. Então, em contato, sozinho? Do nada?	Fornecer evidências

			Não. Em contato com as bactérias S mortas. Então alguma coisa da S morta, algum princípio transformante, (inaudível) genérico porque eles não sabiam o que era esse princípio transformante. Foi incorporado pela R e a R viva se transformou em S. Certo?	
112		A	(inaudível)	
113	00:27:26	P	Então a R morta, ela vai ser diferente da R viva? A R viva não causa doença. Então a R morta também não. Certo? E a S viva também causa a doença. Então não faz diferença colocar R morta ou R viva. O que importa é a R viva porque ela, na verdade, como ela ta viva, foi ela que se transformou em S por alguma coisa que estava lá na S morta. tá?	
114	00:27:59	P	Então, entenderam aí essa confusão? Essa confusão dele, João.	
115	00:28:08	P	(inaudível) e explica aí por que é que aconteceu isso nesse experimento. Mas eles sabiam do que era feito o princípio transformante?	
116	00:28:16	P	Não sabia. Outros experimentos foram feitos, ainda em 1944, então, outro pesquisador, Oswald Avery, verificou que essa transformação bacteriana ocorria também in vitro. O que significa isso? Que não somente ocorria num ser vivo, mas se eu pegasse num tubo de ensaio, né? E pegasse bactérias S mortas, mais bactérias R vivas, o que é que eu teria depois de um tempo? Se eu fosse analisar as bactérias do tubo de ensaio, eu teria bactérias S vivas então ele notou que isso acontecia também in vitro, fora do corpo dos camundongos, aí, fora do corpo dos seres vivos. isso propiciava que ele poderia fazer uma grande quantidade de bactérias pra poder estudar o que fosse esse princípio transformante.	Fornecer evidências
117	00:29:14	P	O que transformou as bactérias R em S, certo? Então, o que é que ele fez? Próximo item aí.	
118	00:29:24	P	Colocou, pegou essas bactérias R transformadas e	
119	00:29:33	P	Olha, Joao, joao e joao, vou mandar pra fora.	
120	00:29:48	P	Foi, já estou no item 1.c.	
121	00:29:53	P	Então olha só. Por que é que essa historinha também é importante. Não é de uma hora pra outra que o conhecimento é estabelecido.	
122	00:30:03	P	Vc tem lá em 1928 tem esse experimento que chegou a essa hipótese, mas eles não sabiam explicar essa hipótese, né? Da transformação bacteriana, o que é que causava, como acontecia.	
123	00:30:14	P	Aí em 1944 eles viram que aconteceu em tubo de ensaio o que facilitava o experimento, por que? Porque agora ele podia isolar esse princípio transformante. E foi o que eles fizeram. Olha lá no final da página. Um colaborador de Avery verificou que a adição de álcool, ao extrato de bactérias S causava a formação de um precipitado espesso que retinha o princípio transformante. Então o que significa essa frase? Significa o que? que eles pegaram isso daqui, formou um monte de bactérias S vivas, que foram transformadas. Se eles pegassem esse tubo de ensaio e colocassem álcool, né? o que é que ele fazia, separava duas fases, o álcool separava duas fases. Separava uma fase líquida e um precipitado que retinha o princípio transformante.	

			Como é que eles sabiam que retinha o princípio transformante?	
124	00:31:08	P	Se eu pegar isso daqui e colocar em bactérias R, o que é que vai acontecer com essas bactérias R? Vão virar S, portanto, então esse princípio aqui, esse precipitado está transformando as bactérias R em S, certo? Então esse é o princípio transformante, e não o líquido.. certo? então, eles, dessa maneira, colocando o álcool, ele conseguiu isolar uma grande quantidade de princípio transformante pra estudar, e aí o que é elews fizeram, página 2, aí, na página seguinte.	Conferir evidências
125	00:31:43	P	Ainda em 1944 eles isolaram grande quantidade desse princípio e foram testando, colocando um monte de enzimas pra verificar qual é a natureza desse princípio transformante. Então eles pegaram, João!	
126	00:32:08	P	Então eles pegaram esse princípio transformante, colocaram amilase o que é que é amilase?	
127	00:32:18	P	hein?	
128	00:32:21	P	Que substância? Faz o que?	
129	00:32:25	P	hein Maria? Guarda isso.	
130	00:32:34	P	O que é que faz a amilase? Hein?	
131	00:32:47	P	Ninguém sabe?	
132	00:32:54	P	Enzima que digere amido. Quando eu falo isso significa o que?	
133	00:33:03	P	O que é que é digerir?	
134	00:33:08	A	Quebrar.	
135	00:33:09	P	Quebrar.	
136	00:33:10	P	então se o princípio transformante fosse amido, amilase iria quebrar esse princípio transformante, ele iria continuar como princípio transformante? Não ele ia ser destruído. Certo? O que é que aconteceu aí? O que é que está escrito aí no texto? Ele continua como princípio tranformante. É amido?	Conferir evidências
137	00:33:32	A	Não.	
138	00:33:33	P	Não.	
139	00:33:34	P	Nesse princípio transfromante foi acrescentado protease. Proteases são enzimas que digerem?	
140	00:33:44	A	proteínas	
141	00:33:45	P	proteínas. O que é que aconteceu? Continuou como princípio tranformante, são proteínas?	
142	00:33:53	P	Não. Ribonucleases. Ribonucleases são enzimas que digerem.	
143	00:33:59	A	ribonucleicos	
144	00:34:00	P	ribonucleicos o que é que é ribonucleico? RNA, muito bem. Então.	
145	00:34:08	P	Então, ribonucleases continuou com o princípio transformante?	
146	00:34:13	A	Sim	
147	00:34:14	P	Sim. É RNA? Não	
148	00:34:17	P	Desoxirribonuclease. Enzima que digere o DNA,	Conferir

			então quebra o DNA. Perdeu o princípio transformante. Então o princípio transformante é o quê?	evidências
149	00:34:30	A	DNA	
150	00:34:31	P	DNA. Certo? Então, conclusão: Quem transformou a bactéria foi o DNA da outra bactéria. Essa é a conclusão.	
151	00:34:36	P	Aí houve confusão se esse princípio transformante estava contaminado ou não. Em 1952 é que eles conseguiram amostras bem puras desse princípio transformante e verificaram aí que era o DNA. Certo?	
152	00:35:04	P	Muito bom.	
153	00:35:08	P	Questão 2, questão dois não, experimento número dois.	
154	00:35:09	P	então tudo isso gente pra gente caminhar com a ideia de que o DNA é o material hereditário, tá?	
155	00:35:20	P	Aí, o que é que eles fizeram? A gente agora vai ver o material hereditário em vírus. O que são vírus bacteriófagos?	
156	00:35:29	P	Vírus bacteriófagos são vírus que atacam bactérias, tá? Então as bactérias também são atacadas por vírus. Né?	
157	00:35:39	P	Eu acho que o ano passado vocês deveram ter aprendido isso, né? Mas qual é o funcionamento de um vírus bacteriófago? Eu tenho uma bactéria aqui. Certo? Você tem um vírus bacteriófago.	
158	00:36:08	A	Professora,	ela não ouve
159	00:36:12	P	Este é um vírus bacteriófago. O vírus, bacteriófago, ele é feito de DNA. Então ele tem DNA aqui e é formado por uma cápsula de proteínas.	
160	00:36:36	P	Então, shhh	
161	00:36:43	P	Inclusive a discussão se vírus é ser vivo ou não porque ele não tem mais nenhuma outra organela celular. Então ele não tem membrana plasmática, ele não tem núcleo, ele não tem citoplasma ele não tem é (...) retículo endoplasmático, ele não tem mitocôndria, ele não tem absolutamente nada. Só tem DNA e essa cápsula protéica. Certo?	
162	00:37:07	P	E como ele faz? Ah (...) sabia-se que o vírus infecta a bactéria, então coloca alguma coisa dentro da bactéria. Esta coisa que ele coloca, que ou é o DNA ou são as proteínas, tem informação pra ele construir novos vírus, Ele constrói centenas de vírus novos e a bactéria, a célula explode. Certo? Então ele usa todo o mecanismo da célula da bactéria para sua reprodução, porque ele não tem nada lá dentro, só o DNA. Né? Então ele usa toda a estrutura da bactéria para a sua reprodução e até que a célula, até que ele produz centenas aí de vírus e explode, liberando outros vírus que vão infectar novas bactérias e assim é o modo de funcionamento do vírus, tá? Inclusive nas nossas células, nos vírus que infectam a gente. Tá?	
163	00:38:13	P	O que será que entra e que tem a informação pra produzir novos vírus, será que é a proteína ou será que é o DNA?	

164	00:38:25	P	Então , o que é que eles fizeram aí em 1952? Eles marcaram o DNA com fósforo radioativo. Porque o DNA tem fósforo, não tem? Então eles marcaram o DNA com fósforo radioativo. Por quê? A radioatividade é usada nos laboratórios, né, de biologia molecular porque ela emite luz, então você consegue identificar as substâncias aí, certo? Onde é que estão, pra onde foram e tal. Então foi marcado com fósforo radioativo. E a proteína tem enxofre e não tem fosforo, foi marcada com enxofre radioativo.	
165	00:39:25	P	Porque assim, marcando, eles poderiam ver o que é que entra na célula da bactéria. E aí o que é que eles encontraram? Eles encontraram, dentro da célula da bactéria, o fósforo radioativo. Então eles encontraram o fósforo radioativo. Conclusão: o que é que entra na célula?	
166	00:40:00	P	o que é que entra na célula?	
167	00:40:03	P	o DNA. O DNA. E eles também centrifugaram ali a mistura e viram que as cápsulas protéicas, o enxofre, fica, não entra na célula das bactéria. Fica fora da célula das bactérias e só entra o DNA. O que é que eles concluíram?	
168	00:40:24	P	Que a partir dessa, do DNA é que o vírus vai fabricar novos vírus idênticos ao original, certo? Tudo bem?	
169	00:40:46	P	Agora eu pergunto pra vocês: por que é que esses dois experimentos permitem afirmar que o DNA é fonte da informação hereditária, é o portador da informação hereditária?	Incitar justificativa
170	00:41:10	P	Né? Porque você tem ali dois resultados de dois experimentos muito específicos, um com bactéria e outro com vírus. Por que é que, sabendo que é o DNA que tem o princípio transformante que transforma as bactérias, faz com que ele seja o portador da informação genética, da informação hereditária? e por que é que esse experimento do vírus, junto com o experimento da bactéria permite afirmar isso, certo?	Incitar justificativa
171	00:41:40	P	Então eu vou colocar essa questão na lousa.	
172	00:42:09	P	Então copiem essas questões.	
173	00:44:15	P	Anotem a questão, na aula que vem vamos fazer uma pequena discussão em grupos e uma discussão geralzona aí pra vocês produzirem um texto sobre essa questão e me entregarem. FIM DA AULA	

Aula 8II - 28/04/2008 – 3ªII

Turno	Tempo	Pessoa	Falas	Ações pró-argumentação	Observações
1	00:58:42				
2	00:59:32	P	Pessoal! Bom dia! Atenção à chamada.		
3	01:01:13	P	Pessoal! Atenção, que a atividade começa agora.		
4	01:01:19	P	Pessoal! Podemos começar, Maria?		
5	01:01:34	P	Pessoal, óh. Na aula passada, semana passada, vocês (...) Shhh (...) vocês fizeram a discussão em grupo daquela questão. Por que as conclusões dos experimentos (...)		
6		A	Não.		Vários alunos falam

					simultaneamente, negando e cortando a fala da professora
7		A	Você (inaudível).		Muito barulho na sala provocado pelo erro da professora.
8	01:02:04	P	Beleza, lembrei.		Ainda muito barulho na sala
9	01:02:09	P	Então vocês vão fazer, nós discutimos os dois experimentos cujas conclusões levavam a gente a pensar que o DNA é o portador das informações hereditárias.		
10	01:02:26	P	Qual é a atividade de hoje então? Vocês vão discutir essa questão que eu coloquei na lousa, né? Por que as conclusões dos experimentos 1 e 2 dessa ficha, né? Permitem afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias.		
11	01:02:44	P	Então vocês, nós vamos ter duas etapas. Nós vamos fazer a discussão em pequenos grupos. Depois a gente vai abrir a discussão pra colocar o que cada grupo discutiu e aí vocês vão individualmente ter a resposta, fazer a resposta para esta questão. Tá? Pra entregar, para nota, ok?		
12	01:03:09	P	Então, grupos de no máximo 4 alunos, podem se organizar.		
13	01:34:20	P	Fileiras.		Bate palmas para chamar a atenção dos alunos
14		A	Calma professora, a gente vai terminar de escrever.		
15	01:34:40	P	Então roda, vamos lá.		
16	01:35:54	P	Bom pessoal, quero que cada grupo exponha rapidamente pra gente poder ter a discussão, né? É (...) João começa.	Encorajar a ouvir	
17	01:36:09	P	Como cada experimento pode ajudar a gente a dizer que o DNA é o portador das informações hereditárias.		
18	01:36:26	P	Meninas aqui, então, vamos começar por aqui. (...) Vai gente, rápido.		
19	01:36:34	A	A gente conversou e a gente achou (...) não (...) nos dois experimentos eles chegavam (inaudível) que várias substâncias que podem ser supostas (...) que podem conter o material genético e aí eles chegam sempre ao mesmo resultado, que é o único que pode ser o material genético é o DNA (...) tipo, por exclusão mesmo, né?		
20	01:37:07	P	Mas, tá? E meninas, o que significa isso, de ser o material, o DNA o material hereditário, né? Por que é que (inaudível) deles testarem que o material responsável ali pelos experimentos, pelas alterações, pelas mudanças observadas nos experimentos era o DNA. O que é que significa essa conclusão, de que são o material hereditário?		
21	01:37:36	A	Na verdade a gente não (inaudível).		
22	01:37:39	P	Não, tudo bem. Pra ajudar a pensar, né?		
23	01:37:44	A	E aí, (inaudível) depois do (...), como o João falou, que o DNA era o princípio transformante (inaudível) pelas experiências.		
24	01:38:02	P	E isso significa o quê? Ser o princípio transformante significa o quê?		
25	01:38:08	A	Se reproduz.		
26	01:38:09	P	Se reproduz, (inaudível) bactéria?		
27	01:38:12	A	Codifica.		
28	01:38:13	A	O DNA do, o DNA do, da S morta pelo calor eles ficou intacto e in vitro, né? Que era no tubinho de ensaio, eles		

			colocaram S mortas com R vivas (...) só os DNAs né? O DNA da S morta (...) como se diz? Ele modificou o material genético das R vivas e transformou a R vivas em S vivas. E ela começou a se reproduzir, é (...) que acabou infectando os camundongos e mataram eles de pneumonia.	
29	01:38:48	P	Isso. Então essa é a historinha lá das bactérias, né? As bactérias, eu passei em alguns grupos contando um pouco isso. A gente (...) como é que o ser humano passa a informação para outra geração?	
30	01:39:06	P	Oi?	
31	01:39:08	P	Através da reprodução sexuada. Isso significa dizer o quê? Que a informação ela passa de uma geração pra outra e ela vai estar em que células?	
32	01:39:20	A	Nos gametas.	
33	01:39:21	P	Nos gametas. Óvulos e espermatozoides, certo?	
34	01:39:27	A	Que nojo.	Aluno tirando sarro
35	01:39:27	P	Nas bactérias, (...) a forma das bactérias se reproduzirem é pela divisão celular, quando elas se dividem, elas transmitem essa informação para as próximas gerações. Mas, além disso, elas tem a capacidade de (...) captar DNA do ambiente, no caso lá o DNA da bactéria S morta. Ou mesmo de duas bactérias vivas. Então, isso significaria o seguinte: era como se eu pegasse encostasse aqui no João, ele me passasse um pedaço do seu DNA e de repente eu virasse loira, né? Modificaria a minha característica, né? Seria uma maneira mais fácil do que pintar o cabelo.	
36		A	(inaudível)	Algun barulho na sala causado pela explicação de como pegar a característica
37	01:40:24	P	Então, (...) ou vai a parte ruim, né?	Comenta a fala anterior de um aluno
38	01:40:34	P	Então, as bactérias elas tem essa propriedade de captar DNA de trocar DNA entre as bactérias adultas. Isso foi muito útil lá na origem da vida porque isso possibilitou que surgissem diversidade, que aumentasse a diversidade das bactérias. Então no caso da bactéria R e S houve modificação na estrutura física da bactéria? Houve ou não houve?	
39	01:41:04	P	Não?	
40	01:41:07	P	Qual é a diferença entre a S e R?	
41	01:41:10	A	Cápsula.	
42	01:41:11	P	Além de causar a pneumonia ou não causar.	
43	01:41:12	A	A cápsula de (...) a proteção da cápsula de carboidrato.	Não é ouvido pela professora
44	01:41:15	P	Elas têm uma cápsula de carboidrato em volta delas, por isso é que elas causam pneumonia. Por que como elas são resistentes por causa dessa capa, essa cápsula acaba servindo como proteção. Que vai fazer com q ela seja mais resistente no corpo do camundongo. As células do camundongo não conseguem destruir a bactéria q tem essa cápsula. Por isso é: quem tem a cápsula é que consegue se reproduzir no corpo do camundongo, causando a pneumonia, os sintomas da pneumonia, certo?	Fornecer evidências
45	01:41:47	P	Então, o q é q aconteceu lá no princípio transformante? A bactéria R pegou o DNA da bactéria S e o que é que aconteceu com ela?	

46	01:41:57	A	Se transformou (...)		
47	01:47:59	P	Se transformou em R. e o que isso significa?		
48	01:42:02	A	Ela passou a produzir (...)		
49	01:42:03	P	Ela passou a produzir (...) ela não produzia, ela passou a produzir a cápsula de carboidrato, certo? Então o DNA modificou as características da bactéria?		
50	01:42:13	P	Foi o DNA que modificou a estrutura da bactéria, certo? Além disso, quando elas se reproduziram, o que é que aconteceu com essa (...) com as bactérias filhas? Como é que eram essas bactérias filhas?		
51		A	(inaudível)		Muitos alunos falam juntos
52	01:42:29	P	Iguais a que foi modificada (...) a que foi transformada. As filhas ficaram também S ou R?		
53	01:42:38	A	S.		Vários alunos respondem juntos
54	01:42:38	P	S.		
55	01:42:41	P	E isso significa dizer, (...) então quem determinou essas características, tanto da S, quanto das filhas da S?		
56	01:42:53	A	O DNA.		Alguns alunos respondem
57	01:42:54	P	O DNA, tudo bem?		
58	01:42:58	P	E o segundo experimento? Como é que o segundo experimento também pode dizer pra gente que é o DNA que contém a informação hereditária?	Conferir evidências	
59	01:43:09	A	(inaudível) conseguiu entrar na bactéria.		
60	01:43:11	P	Como só o DNA entrou na bactéria.	Fornecer evidências	
61	01:43:13	A	(Inaudível) vírus completos (Inaudível).		
62	01:43:23	P	Ele reproduziu vários vírus completos. Então o que aquele DNA tinha?	Fornecer evidências	
63	01:43:30	A	(Inaudível)		Alguns alunos falam baixo
64	01:43:31	P	A informação para produzir esses novos (...) Fala João.		
65	01:43:36	A	(Inaudível)		
66	01:43:39	P	Tá, mas então repete, vamos reelaborar porque quando você fala, você fala em outras palavras. (Inaudível) em cima delas.		
67	01:43:50	A	Ele injetava o DNA na célula (...)		
68	01:43:52	P	Shh (...) ow		
69	01:43:53	A	Daí a célula foi se reproduzindo com esse DNA (...) foi isso que eu entendi.		
70	01:44:02	P	Tá. Não foi a célula em si... O DNA entrou e aí utilizando lá, as enzimas, a maquinaria da célula da bactéria formou-se novos vírus. Idênticos ao original, então houve o quê? Uma reprodução do vírus, né? Como é (...) da onde veio a informação para a construção desses novos vírus?	Conferir evidências	
71	01:44:29	A	DNA do vírus.		
72	01:44:30	P	Do próprio DNA do Vírus, que aí (...) eles marcando eles conseguiram seguir e viram que só o DNA entrava e não as proteínas, né?	Fornecer evidências	
73	01:44:39	P	Então, nos dois experimentos o que é que aconteceu (...) nos dois experimentos aí? Qual é o resultado?		
74	01:44:50	A	Que o DNA transforma (Inaudível).		
75	01:44:54	P	Por quê?		
76	01:44:55	A	Porque ele faz (Inaudível).		
77	01:44:56	P	Responsável pelo quê?		
78		A	(Inaudível)		

79	01:45:02	P	Que a gente pode ver lá (...) nos experimentos (...) como o quê?	
80	01:45:13		Isso é uma afirmação que a gente enxerga nos experimentos?	
81	01:45:16	A	É.	
82	01:45:18	P	É?	
83	01:45:19	P	Que o DNA tem a informação hereditária?	
84	01:45:21	A	Não, mas que a gente tira (...) da conclusão.	
85	01:45:23	P	Que a gente tira a partir das conclusões dos experimentos. Quais conclusões?	
86	01:45:29	A	Que o DNA tem capacidade de transformar (...)	Professora não escuta esse aluno
87	01:45:31	P	Oi?	
88	01:45:35	A	Várias substâncias foram testadas, só o DNA poderia (...)	
89	01:45:38	P	Várias substâncias foram testadas, só o DNA (...) e era DNA, né? Pelos testes. Sobrou essa opção do DNA, mas isso era pra ver qual era a substância. O que é que aconteceu de importante nos experimentos que permitem a gente concluir que o DNA tem o material, tem a informação hereditária?	Fornecer evidências
90	1;46:02	A	(Inaudível)	
91	01:46:04	P	Se reproduziram (...) seres lá se reproduziram, passaram essa informação pro seu descendente e conseguiram detectar que, qual substância do ser vivo era responsável por isso?	
92	01:46:20	P	Era o DNA.	
93	01:46:22	P	Tudo bem? Dá pra escrever esse texto?	
94		A	Sim, não.	Alguns alunos falam junto
95	01:46:28	P	A resposta a essa questão.	
96	01:46:32	P	Relacionando essas coisas todas?	
97	01:46:35	P	Pra quarta-feira.	
98	01:46:40	P	Oi?	
99	01:46:44	P	As substâncias testadas João, ali por exemplo, naquele experimento o que é que eles fazem? Óh. Importante aqui pra todos.	A professora chama a atenção da sala, pois começa a haver dispersão.
100		A	(Inaudível)	
101	01:46:58	P	Então, no experimento (...) shh (...) ow	
102	01:47:03	P	No experimento das bactérias, o que é que eles fazem? Primeiro eles tem um resultado de que tem transformação bacteriana, só que eles não sabem o que causou a transformação da bactéria. De R pra S. Aí eles conseguem produzir muito desse princípio transformante, dessa substância que causa transformação, e vão testar o que é que é. Aí eles colocam enzimas que digerem amido, se fosse amido, o que é que aconteceria? Perderia o princípio, né?	
103		A	(Inaudível)	
104	01:47:38	P	Tem, eles testaram um monte de coisa, eu dei como exemplo, tá? Daí só aconteceu a modificação com o (...) colocou a enzima que digere o DNA. Tá?	
105		A	(Inaudível)	
106	01:47:59	P	Não dessa forma. Aí a bactéria (Inaudível) a partir disso.	
107	01:48:10	P	Pessoal, outra coisa importante. Essa lição é para quarta-feira e quarta-feira da outra semana, dia 07. (...) Ia ser segunda-feira, tá? Mas aí a outra sala pediu pra ser quarta-feira, eu até deixei, mas só pode ser segunda ou	

108			quarta. É a prova, mas pra vocês é até bom porque (...), tá? (Inaudível)
109	01:48:37	P	Quarta-feira da outra semana (Inaudível).
110	01:48:47	P	Pessoal, quem quiser anotar isso daqui, mas vão colocando as carteiras em fileiras. FIM DA AULA

Apêndice 04 - Argumentos da professora

Categoria	Aula	Linha	Tempo	Pessoa	Fala	Argumento
1	5I	38		P	Não, mas a questão é (...) A determinação, tem o Y é masculino. Não tem, tanto é que lembra aquele que só tem um X? É feminino. Só que também é a Síndrome de Turner que é o X0. Tem o X e não tem o outro X.	Dado que não tem Y e só tem um X, já que quem tem Y é masculino, assim, é feminino.
	5II	22	00:02:16	P	Dado que tem Dois X e um Y	Dado que tem dois X e um Y, assim, a doença é Klinefelter.
		24	00:02:21	P	Assim, a doença é	
		26	00:02:25	P	Klinefelter!	
					Então um dos cariótipos era Síndrome de Klinefelter. Tinha dois X e um Y, né?	
	5II	29	00:02:39	P	Síndrome de Down! Tinha um que era Síndrome de Down, que tinha três cromossomos 21, estava sobrando um!	Dado que tinha três cromossomos 21, estava sobrando um [cromossomo], assim, tinha uma que era síndrome de Down.
	5II	30	00:02:46	P	Então, realmente! Imagina uma das primeiras pesquisas ali, quando eles fizeram, né (...) esses cariótipos, "Ah, nossa, está sobrando um cromossomo". E aí eles foram pesquisar e identificar o que era isso.	Dado que os pesquisadores verificaram que todos tinham algum problema, tinham esse cromossomo a mais, assim, esses cromossomos que vocês identificaram podem indicar a síndrome
		33	00:03:12	P	Eles foram pesquisar alguns pacientes e aí eles verificaram que todos tinham algum problema, tinham esse cromossomo a mais, tá?	
		34	00:03:20	P	Então esses cromossomos a mais que vocês identificaram, pode ser a síndrome.	
2	5I	81	00:20:09	P	E chamou, como essa substância era uma substância ácida, chamou de ácido nucléico, certo?	Dado que a substância era ácida, assim, foi chamada de ácido nucléico.
	5II	62	00:02:38	P	Então, em 1879 [ou 1859?], o pesquisador John Richards identificou em núcleos de glóbulos brancos um composto de natureza ácida, rico em fósforo e em nitrogênio, desprovido de enxofre e resistente à ação da pepsina, enzima que digere proteínas. E chamou esse composto de nucleína, porque ele estava presente no núcleo.	Dado que o composto estava presente no núcleo, assim, o pesquisador o chamou de nucleína.
	5II	92	00:05:53	P	É (...) e rico em fósforo e nitrogênio, tá?	Dado que não era proteína, já que a substância tem fósforo e é ácida, assim, o pesquisador deu o nome de nucleína.
		93		P	As proteínas têm nitrogênio, mas não têm fósforo. E essa substância tem fósforo, tá?	
		94		P	Além disso, é uma substância ácida. Então, com essa, com os experimentos bioquímicos, eles perceberam, ele começou a perceber o que tinha e o que não tinha nessa substância. Como não era uma proteína, ele deu um novo nome aí de nucleína, tá?	

	5II	96	00:06:52	P	Só que, vinte anos depois, na letra B, 1889(?) Richard Altmann é (...) confirmou a natureza ácida desse composto. Repetiu esses experimentos e verificou realmente que era diferente das proteínas. E, como ele era ácido, chamou de ácido nucléico, então ainda é um nome genérico, sem saber muito bem a função, né?	Dado que o composto era ácido, assim, deu o nome de ácido nucléico.
--	-----	----	----------	---	--	---

Categoria	Aula	Linha	Tempo	Pessoa	Fala	Argumento
3	5I	53		P	A informação era quê? Eles achavam que eram as proteínas que tinham as informações hereditárias. Eles começaram a dar muita importância pras proteínas porque tinha proteínas em todos os lugares das células, né?	Dado que tinha proteínas em todos os lugares das células, assim, eles começaram a dar muita importância pras proteínas.
	5I	244			As proteínas estavam em todos os lugares das células, compondo várias estruturas, participando de várias reações químicas, então, por que não elas serem também as portadoras das informações hereditárias? Né?	Dado que as proteínas estavam em todos os lugares das células, que compunham várias estruturas e participavam de várias reações químicas, assim, porque não serem portadoras das informações genéticas?
	5II	67		P	Elas fazem tudo, elas estão em todas as estruturas celulares, então, talvez também sejam as proteínas as responsáveis por guardar a informação hereditária, a informação que passa (...) de uma geração para outra, né?	Dado que as proteínas estão em todas as estruturas celulares, então, talvez, as proteínas sejam responsáveis por guardar a informação hereditária.
	7II	60	00:13:33	P	Então, naquela época, final do século XIX começo do século XX, eles já sabiam muito sobre as proteínas. Eles encontravam proteínas em todas as partes das células. Então, do que é que é feita a membrana plasmática, por exemplo, ou a membrana do núcleo? Lembram? Lipídios e proteínas, então a proteína está lá. Qualquer reação química que acontece na célula depende de enzimas e enzimas são proteínas. Então as enzimas participam de todos os processos celulares, de todos. E existem milhares de tipos diferentes de proteínas. Então eles estavam achando naquela época, final do século dezenove, começo do século vinte, que porque não as proteínas, que fazem parte de toda célula, que fazem parte de todas as reações químicas que acontecem na célula. Por que não as proteínas que contém a informação genética, a informação hereditária? A informação que determina as características daquela célula e que determina a passagem da informação de uma célula para a outra, ou de um ser vivo para o outro.	Dado que eles encontravam proteínas em todas as partes das células, já que a membrana é formada de proteínas, as reações químicas dependem de proteínas, existem milhares de tipos de proteínas, assim, por que não as proteínas conterem a informação hereditária?

Categoria	Aula	Linha	Tempo	Pessoa	Fala	Argumento
4	5I	58	00:17:01	P	Que informações desse parágrafo que permitem a gente concluir que essa substância é diferente de proteína, que não é uma proteína?	Dadas a composição química e a resistência da substância à pepsina, assim, podemos concluir que essa substância é diferente de proteína.
	5I	60		P	A composição química e a resistência à pepsina. Então vamos primeiro analisar a resistência à ação da pepsina. O que é que é a pepsina?	Dado que a composição química é ácida, rico em fósforo, com nitrogênio, desprovida de enxofre, já que proteínas têm pouco fósforo e são ricas em enxofre. Assim, o composto é diferente de proteína.
		77		P	Então isso é um ponto. Outro ponto que a Maria falou lá é a composição química. Composição química ácida, rica em fósforo. Proteína tem pouco fósforo, não tem fósforo. Tem nitrogênio, mas fósforo é pobre em fósforo. E essa substância tinha fósforo. Desprovida de enxofre e proteínas geralmente tem bastante (?) enxofre. Então também a composição química, os elementos químicos encontrados nessa substância são diferentes (?) das proteínas, mesmo assim, muitos pesquisadores não acreditaram nesse (inaudível) Richard. E falaram: "não, isso são proteínas que estão contaminadas com grupos fosfatos, né?"	
	5II	72	00:04:30	P	O que é que está escrito aí na letra A, que me permite afirmar que essas substâncias presentes no núcleo, que, por causa disso ele chamou de nucleína. O que é que me permite dizer que essa substância não é uma proteína?	Dado que a substância presente no núcleo resistiu à ação da pepsina, assim, posso dizer que a substância não é proteína, já que a pepsina digere proteínas.
		73	00:04:47	A	Indecifrável	
		74	00:04:48	P	Ela resistiu à pepsina. E a pepsina o que é?	
		75		A	Indecifrável	
		76	00:04:54	P	Ela digere proteína. Então, se fosse uma proteína, quando eu colocasse (...) quando eu colocasse essa substância em contato com a pepsina, o que é que iria acontecer com essa proteína, João?	
	5II	89	00:05:36	P	Então, o que é que acontece? Resistente à pepsina, então não era proteína. Além disso, desprovido de (...)	Dado que era resistente à pepsina, assim, não era proteína.
	5II	91	00:05:45	P	Enxofre! Em geral, as proteínas também, muitas proteínas têm enxofre na sua composição, Maria.	Dado que o composto era desprovido de enxofre, já que muitas proteínas têm enxofre na sua composição, assim, não era proteína.

Categoria	Aula	Linha	Tempo	Pessoa	Fala	Argumento
5	5I	119		P	Nucleotídeo, que por sua vez, são formadas por: base nitrogenada, um carboidrato, que é chamado de pentose (inaudível) e um fosfato. Se esse carboidrato for a desoxirribose, é DNA ou RNA?	Dado que o carboidrato é desoxirribose, assim, é DNA.
		120		A	DNA	Dado que o carboidrato é ribose, assim, é RNA.

		121		P	DNA. Se for uma ribose?	Dado que a base nitrogenada é a adenina, assim, pode ser RNA ou DNA.
		122		A	RNA	
		123		P	RNA. Se essa base nitrogenada for uma adenina?	
		124		P	Pode ser um dos dois. Tem que ver aqui (inaudível)	
	5I	156			Então, já que era um modelo helicoidal, parecia que o DNA tinha duas cadeias. Duas cadeias de nucleotídeos. Ligadas pelas bases nitrogenadas. De maneira complementar. Sempre A se ligando com T, sempre C se ligando com G. Dessa forma aqui.	Dado que era um modelo helicoidal, assim, parecia que o DNA tinha duas cadeias.
	5II	99	00:07:59	P	Com cinco carbonos, tá? Então, tinha essas bases nitrogenadas, bases nitrogenadas, contém muito o quê?	Dado que tem muito nitrogênio, assim, chama base nitrogenada.
		100		A	Indecifrável	
		101	00:08:10		Nitrogênio! Né? Então tudo se confirmando aquela primeira pesquisa (indecifrável)	
	5II	115		P	Por que desoxirribose? “oxi” de oxigênio, “des” de sem. Então, a desoxirribose tem um oxigênio a menos que a ribose, certo?	Dado que a desoxirribose indica uma ribose sem oxigênio, assim, a desoxirribose tem um oxigênio a menos que a ribose. - Tautológico
	5II	168	00:00:00		[começa nomeio da fala da professora](...) né? Normalmente fala: o DNA é uma estrutura dupla fita. Porque ela tem essas duas cadeias no nucleotídeo. Continua aqui, né? Ah (...)	Dado que tem duas cadeias de nucleotídeos, assim, o DNA é uma estrutura dupla fita.
	5II	142	00:16:37	P	DNA! Se for formado por ribose, é DNA ou RNA?	Dado que é formado por ribose, assim, é RNA.
		143		A	RNA	
		144	00:16:42	P	RNA! Certo?	
	5II	162		P	Ela estava muito perto, eles estavam muito perto de chegar nessa estrutura do DNA. Essa forma helicoidal mostrou o que? Que talvez as bases nitrogenadas se ligassem entre si. E os carboidratos e grupos fosfatos ficassem circulando aí em volta das bases nitrogenadas.	Dado que o DNA tem estrutura helicoidal, assim, talvez, as bases nitrogenadas estejam ligadas entre si e os carboidratos e grupos fosfatos fiquem circulando em volta das bases nitrogenadas.
	7II	42	00:08:15	P	Isso é o nucleotídeo, tá? Essa estrutura é o nucleotídeo. Que é um fosfato, ligado com um açúcar, ligado com uma base nitrogenada. Isso serve tanto pro DNA como pro RNA, tá? Só que aí você tem: se for DNA qual é o açúcar? Desoxirribose. Se for RNA, qual é o açúcar? Ribose.	Dado que é DNA, assim, o açúcar é desoxirribose. Dado que é DNA, assim, o açúcar é ribose.

Categoria	Aula	Linha	Tempo	Pessoa	Fala	Argumento
6	5II	133		P	Então vários aminoácidos ligados formam uma proteína. Assim como carboidratos. São uma molécula grande, uma macromolécula, são polissacarídeos, são formados por, pela união de várias subunidades, quais são as subunidades dos carboidratos?	Dado que as subunidades do carboidrato são os polissacarídeos, assim, os carboidratos são macromoléculas.
7	5I	182		P	Então eles estão em direções opostas, por isso, que foram chamadas de fitas antiparalelas. Certo?	Dado que estão em direções opostas, assim, foram chamadas de fitas antiparalelas.
	5II	190	00:00:14	P	Só que as duas fitas são antiparalelas, Então, se uma, se um está virado para lá, uma fileira, para lá, todo mundo virado para lá. E essa fileira [a outra], virada para lá [aponta o lado oposto]	Dado que as fitas são antiparalelas, assim, se uma fileira está virada para cá, todo mundo vira pra lá, enquanto a outra fileira vira para o outro lado.
	5I	215			Ou se, por exemplo, então eu vou ligar aqui com o João e vou fazer uma ligação certa. Se o João, o João é A, ele é Adenina, certo? Então esse tem que ser o que?	Dado que o João é adenina, assim, esse tem que ser T.
		216		A	Adenina	
		217		A	T	
8	7II	17	00:03:59	P	Cromatina. Então fios de DNA enrolados nas proteínas, mas eles estão um pouco mais esticados, certo? Se eles estão na mitose, na divisão celular propriamente dita, eles são chamados de?	Dado que a célula está na mitose, que é a divisão propriamente dita, assim, os fios são chamados de cromossomos.
		18	00:04:14	A	Cromossomos.	

Categoria	Aula	Linha	Tempo	Pessoa	Fala	Argumento
9	7II	64	00:15:37	P	Eles sabiam que existiam duas linhagens dessa espécie de bactérias, de <i>Streptococcus</i> . A linhagem S e a linhagem R, está aí na ficha de vocês. E a linhagem S produz uma cápsula de carboidrato e causa pneumonia em camundongos. E a linhagem R não produz essa cápsula e não causa a pneumonia em camundongos. Então, provavelmente esta cápsula está ligada com a sobrevivência da bactéria no corpo do indivíduo, do camundongo. Se ela tem essa cápsula, ela fica mais resistente lá, né? Às células de defesa do camundongo e acaba se reproduzindo causando um dano no organismo do hospedeiro, certo, causando a doença.	Dado que a linhagem S produz uma cápsula de carboidrato e causa pneumonia em camundongos. E a linhagem R não produz essa cápsula e não causa a pneumonia em camundongos, assim, provavelmente, esta cápsula está ligada com a sobrevivência da bactéria no corpo do indivíduo.
						Dado que se ela tem essa cápsula é mais resistente às células de defesa do camundongo, assim, acaba se reproduzindo e causando um dano no organismo

						do hospedeiro.
	7II	65	00:16:22	P	Se ela não tem aquela cápsula de carboidratos, então ela fica mais vulnerável ao ataque, por exemplo, né, das células de defesa lá do camundongo, que conseguem matá-la que acaba não se reproduzindo e não causando a doença no camundongo. Certo?	Dado que se ela não tem aquela cápsula de carboidratos ela fica mais vulnerável ao ataque das células de defesa do camundongo, assim, não causa a doença no camundongo.
	7II	100	00:24:13	P	Então a S viva consegue se reproduzir no corpo do indivíduo, certo? Por quê? Porque ela não tem lá aquela cápsula de carboidrato? Então ela vai, se reproduz, causa uma pneumonia muito forte, então atinge os pulmões e pode até causar a morte do rato. Certo? A R não. Por que é que não? Por que ela não tem aquela cápsula e ela consegue ser morta pelos (...) pelas células de defesa do próprio rato antes de se reproduzir e destruir os tecidos do pulmão. Só que a S morta pelo calor, nós matamos a bactéria, oh pessoal, acompanha o raciocínio aqui João.	<p>Dado que a Bactéria S viva tem aquela cápsula de carboidrato, assim, ela consegue se reproduzir no corpo do indivíduo.</p> <p>Dado que a bactéria R não tem aquela cápsula, assim, é morta pelas células de defesa do rato antes de se reproduzir e destruir os tecidos do pulmão.</p>
	8II	44	01:41:15	P	Elas têm uma cápsula de carboidrato em volta delas, por isso é que elas causam pneumonia. Por que como elas são resistentes por causa dessa capa, essa cápsula acaba servindo como proteção. Que vai fazer com q ela seja mais resistente no corpo do camundongo. As células do camundongo não conseguem destruir a bactéria q tem essa cápsula. Por isso é: quem tem a cápsula é que consegue se reproduzir no corpo do camundongo, causando a pneumonia, os sintomas da pneumonia, certo?	<p>Dado que elas [as bactérias S] têm uma cápsula de carboidrato em volta delas, assim, elas causam pneumonia.</p> <p>Dado que elas têm essa cápsula, assim, a cápsula serve de proteção.</p> <p>Dado que as células do camundongo não conseguem destruir a bactéria, já que a bactéria tem essa cápsula, assim, as bactérias que tem cápsula conseguem se reproduzir no corpo do camundongo, causando pneumonia.</p>

Categoria	Aula	Linha	Tempo	Pessoa	Fala	Argumento
10	5I	260		P	Mas o que é que ele fez? Ele pegou aqui e inoculou nos ratinhos ele inoculou bactérias S vivas, o que é que aconteceu com o ratinho?	Dado que ele inoculou os ratinhos com bactérias S vivas, assim, o ratinho morreu.
		261		A	Morreu	
	5I	265		P	Aí ele pegou e inoculou com R vivas (inaudível), certo? O que é que aconteceu com o ratinho?	Dado que ele inoculou com R vivas, assim, nada aconteceu com o ratinho.
		266		A	Nada	
	7II	77	00:18:37	P	Oh, não, gente, cobaias, tá? Camundongos criados aí pra experimentação, tá? Todos iguais, da mesma linhagem também, pra não haver diferença dos resultados, tá? O que ele mudou aqui foi o que? Foi a forma como as bactérias, né os tipos de bactérias inoculadas. Então, no primeiro grupo de camundongos ele coloca as bactérias S vivas. A S, tá lá, causa pneumonia e causa a morte dos camundongos. Então ele inoculou bactérias S vivas e os camundongos pegaram pneumonia e morreram. Aí ele pegou e testou também as R vivas, pegou bactérias R vivas. Ow João, senta direito.	Dado que ele inoculou bactérias S vivas, já que a S causa pneumonia e causa a morte dos camundongos, assim, os camundongos pegaram pneumonia e morreram.
	7II	79	00:19:38	P	Inoculou, Shh bactérias R vivas no camundongo e o que é que aconteceu?	Dado que inoculou bactérias R vivas no camundongo, já que as R não causam pneumonia, assim, o camundongo sobreviveu.
		80	00:19:47	P	Sobreviveu. As R não causam pneumonia e aí eles sobreviveram felizes da vida, né? Não foi dessa vez que eles morreram. O outro grupo de camundongos ele pegou as bactérias S matou as bactérias com calor, certo? Então ele matou as bactérias. E inoculou essas bactérias mortas pelo calor nos camundongos e aí o que a gente espera que acontecesse?	Dado que inoculou essas bactérias mortas pelo calor nos camundongos, assim, os camundongos sobreviveram.
		81	00:20:20	P	Sobrevivessem.	
		82	00:20:21	P	Que eles sobrevivessem. As bactérias S estão mortas e realmente foi isso o que aconteceu. Eles sobreviverem, certo?	
	7II	83	00:20:30	P	E, depois, o que é que ele fez? Vejam: ele pegou bactérias S mortas pelo calor mais R vivas. S mortas: ratinho sobrevive, R vivas: ratinho sobrevive. O que é que então, ele esperarei que acontecesse aqui? Que eles sobrevivessem, mas o que é que aconteceu?	Dado que ele pegou bactérias S mortas pelo calor mais R vivas, já que S mortas: ratinho sobrevive, R vivas: ratinho sobrevive, assim, esperava-se que os ratinhos sobrevivessem.
		84	00:20:59	P	Morreu	
	8I	20	00:00:45	A	Podemos afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias porque no primeiro experimento quando foi colocada a bactéria que causava a doença morta e a que não causava viva, esperava-se que o ratinho não morresse. Mas as informações hereditárias da bactéria morta passou para a outra bactéria. Assim o DNA foi modificado e (inaudível) igual ao da bactéria mãe. No segundo experimento concluiu-se que o DNA é portador das informações pois encontraram fósforo radioativo dentro da bactéria, sendo que ele havia sido colocado antes no DNA do vírus. O vírus se reproduziu e matou a bactéria. Observa-se que em ambas as situações, foi por meio do DNA que houve as mudanças, concluindo que as informações (inaudível).	Dado que no primeiro experimento quando foi colocada a bactéria que causava a doença morta e a que não causava viva, esperava-se que o ratinho não morresse, assim, Podemos afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias.

						Dado que encontraram fósforo radioativo dentro da bactéria, sendo que ele havia sido colocado antes no DNA do vírus, assim, No segundo experimento concluiu-se que o DNA é portador das informações.
--	--	--	--	--	--	--

Categoria	Aula	Linha	Tempo	Pessoa	Fala	Argumento
11	7II	99	00:23:14	P	Não, não. Isso aqui é um outro ser vivo, não tem nada a ver. Na verdade, o que é que acontece? Pessoal! É (...) por que é que elas causam pneumonia. Por que é que a S causa pneumonia? Ela se instala ali nas células do sistema respiratório e vai se reproduzindo, a bactéria. E aí, para, nesta reprodução, ela vai aí destruindo aí as células saudáveis do indivíduo, então não tem nada a ver com gripe aqui. Isso é um outro ser vivo, elas mesmas, pela sua reprodução elas vão infectando o organismo, aquele (inaudível), vão pegando todos os nutrientes do ambiente, né? E a células do próprio indivíduo vão morrendo tá? Então isso seria a doença, tá?	Dado que a bactéria S se instala ali nas células do sistema respiratório e vai se reproduzindo, a bactéria. E aí, para, nesta reprodução, ela vai aí destruindo aí as células saudáveis do indivíduo, assim, ela causa pneumonia.
12	7II	111	00:26:41	P	O princípio, como eles chamam aí de transformação bacteriana. Porque a bactéria R foi transformada em bactéria S. Então, em contato, sozinho? Do nada? Não. Em contato com as bactérias S mortas. Então alguma coisa da S morta, algum princípio transformante, (inaudível) genérico porque eles não sabiam o que era esse princípio transformante. Foi incorporado pela R e a R viva se transformou em S. Certo?	Dado que a bactéria R foi transformada em S, assim, eles chamam de transformação bacteriana.
13	5I	341			Que a amilase vai destruir o amido. Então, se for amido. Se quando eu pegar esse princípio e juntar com bactérias R, a bactéria R vai se transformar em S?	Dado que ao colocar amilase a bactéria R se transformou em S, já que a amilase destrói amido o princípio podia ser amido. Assim, o princípio transformante não é amido.
		342			Se for amido?	
		344		P	Mas o que é que ele fez? Ele colocou a amilase, colocou na bactéria R, só que a bactéria R se transformou em S. É amido?	
	5I	349		P	Depois ele colocou proteases. Proteases são enzimas que digerem o quê?	Dado que ao colocar protease o princípio transformante continuou ativo, assim, o princípio transformante não é protease.
		353			É (...) continuou com o princípio transformante, ou seja, se eu pegar isso daqui, juntas com bactérias R elas vão se transformar em S. São proteínas?	
	5I	354		P	Não. Se ele colocou lá num outro tubo de ensaio, um outro princípio transformante com ribonucleases. Ribonucleases digerem o que?	Dado que após tratar com ribonuclease juntou as Bactérias R e elas se transformaram em S, assim, não é RNA.
		357			Ribonuclease digere ribose, quem é formado por ribose é o RNA, tá? Ah (...) Juntou com bactérias R, essas R se transformaram em S. É RNA?	
	5I	360		P	Colocou o princípio transformante com desoxirribose. Desoxirribonucleases. Desoxirribonucleases são enzimas que digerem?	Dado que ao colocar o princípio transformante com desoxirribonuclease as bactérias continuaram R, assim, a
		361		P	DNA, certo? Então quebram e cortam o DNA. Pegou esse princípio agora, colocou com bactérias R. O que é que aconteceu?	

		362			Elas continuaram R.	substância transformante é o DNA.
		365			O que é que era o princípio transformante?	
		368			Então, a substância transformante é o DNA. Agora, ãh (...) eu quero que vocês me respondam a seguinte pergunta. Para a próxima aula. Tá, então vejam gente. Uma coisa específica, um experimento específico que, de transformação bacteriana. Que mostrou que o princípio transformante, que faz transformar bactérias R em S é o DNA. Por que é que isso foi um experimento que demonstra que o DNA é o material que contém as informações hereditárias?	
	8I	30	00:03:18	P	A capacidade de causar doença. Onde estava essa capacidade?	Dado que eles separaram o princípio transformante e viram que esse princípio era feito de DNA, assim, a capacidade de causar doença estava no DNA.
		31	00:03:22	A	No DNA	
		32	00:03:23	P	No DNA, porque eles separaram lá o princípio transformante e viram que esse princípio era feito de DNA. Então as bactérias, elas tem essa capacidade, são os únicos seres vivos que têm essa capacidade, então aquelas que estão no meio de um monte de bactérias, essa que tem a capacidade de pegar o DNA de outra bactéria, não é? Nós não (...)	
	7II	136	00:33:10	P	Então se o princípio transformante fosse amido, amilase iria quebrar esse princípio transformante, ele iria continuar como princípio transformante? Não ele ia ser destruído. Certo? O que é que aconteceu aí? O que é que está escrito aí no texto? Ele continua como princípio transformante. É amido?	Dado que se o princípio transformante fosse amido, amilase iria quebrar esse princípio transformante e ele não continuaria agindo como princípio transformante, assim, o princípio transformante não é amido.
		137	00:33:32	A	Não.	
		138	00:33:33	P	Não.	
	7II	139	00:33:34	P	Nesse princípio transformante foi acrescentado protease. Proteases são enzimas que digerem?	Dado que nesse princípio transformante foi acrescentado protease e continuou sendo o princípio transformante, já que proteases são enzimas que digerem proteínas, assim, não é proteína.
		140	00:33:44	A	Proteínas	
		141	00:33:45	P	Proteínas. O que é que aconteceu? Continuou como princípio transformante, são proteínas?	
	7II	142	00:33:53	P	Não. Ribonucleases. Ribonucleases são enzimas que digerem.	Dado que adicionou ribonuclease e continuou com o princípio transformante, já que Ribonucleases são enzimas que digerem RNA, assim, não é RNA.
		143	00:33:59	A	Ribonucleicos	
		144	00:34:00	P	Ribonucleicos, o que é que é ribonucleico? RNA, muito bem. Então.	
		145	00:34:08	P	Então, ribonucleases continuou com o princípio transformante?	
		146	00:34:13	A	Sim	
		147	00:34:14	P	Sim. É RNA? Não	
	7II	148	00:34:17	P	Desoxirribonuclease. Enzima que digere o DNA, então quebra o DNA. Perdeu o princípio transformante. Então o princípio transformante é o quê?	Dado que a adição de Desoxirribonuclease fez perder o princípio transformante, já que desoxirribonuclease é a enzima
		149	00:34:30	A	DNA	

						que digere o DNA, assim, o princípio transformante é o DNA.
--	--	--	--	--	--	---

Categoria	Aula	Linha	Tempo	Pessoa	Fala	Argumento
14	7I	91	00:17:25	P	Ele tem apenas essa cápsula proteica, uma cápsula de proteínas, e ele tem DNA no seu interior. Existem vírus de RNA também, mas esse vírus bacteriófago ele é um vírus de DNA, certo?	Dado que o vírus tem uma estrutura tão simples, já que é formado por uma cápsula de proteínas e o DNA no seu interior, assim, há uma discussão se ele é um ser vivo ou não.
		92	00:17:45	P	Tanto é que é uma estrutura tão simples que há uma discussão se ele é um ser vivo ou não. Porque se a gente considerar que o vírus é um ser vivo, que ele é formado de célula (inaudível) ter enzimas, que realizam reações químicas. O vírus não tem nada disso. (inaudível) pode ser considerado um ser vivo ou não. Mas isso é uma outra discussão.	
	7II	161	00:36:43	P	Inclusive a discussão se vírus é ser vivo ou não porque ele não tem mais nenhuma outra organela celular. Então ele não tem membrana plasmática, ele não tem núcleo, ele não tem citoplasma ele não tem é (...) retículo endoplasmático, ele não tem mitocôndria, ele não tem absolutamente nada. Só tem DNA e essa cápsula protéica. Certo?	Dado que o vírus não tem nenhuma outra organela células, já que ele não tem membrana plasmática, ele não tem núcleo, ele não tem citoplasma ele não tem é (...) retículo endoplasmático, ele não tem mitocôndria, ele não tem absolutamente nada. Só tem DNA e essa cápsula protéica, assim, há uma discussão sobre vírus ser um ser vivo ou não.
15	7II	162	00:37:07	P	E como ele faz? Ah (...) sabia-se que o vírus infecta a bactéria, então coloca alguma coisa dentro da bactéria. Esta coisa que ele coloca, que ou é o DNA ou são as proteínas, tem informação pra ele construir novos vírus, Ele constrói centenas de vírus novos e a bactéria, a célula explode. Certo? Então ele usa todo o mecanismo da célula da bactéria para sua reprodução, porque ele não tem nada lá dentro, só o DNA. Né? Então ele usa toda a estrutura da bactéria para a sua reprodução e até que a célula, até que ele produz centenas aí de vírus e explode, liberando outros vírus que vão infectar novas bactérias e assim é o modo de funcionamento do vírus, tá? Inclusive nas nossas células, nos vírus que infectam a gente. Tá?	Dado que o vírus não tem nada lá dentro, só o DNA, assim, ele usa todo o mecanismo da célula da bactéria para sua reprodução.

Categoria	Aula	Linha	Tempo	Pessoa	Fala	Argumento
16	7II	164	00:38:25	P	Então , o que é que eles fizeram aí em 1952? Eles marcaram o DNA com fósforo radioativo. Porque o DNA tem fósforo, não tem? Então eles marcaram o DNA com fósforo radioativo. Por quê? A radioatividade é usada nos laboratórios, né, de biologia molecular porque ela emite luz, então você consegue identificar as substâncias aí, certo? Onde é que estão, pra onde foram e tal. Então foi marcado com fósforo radioativo. E a proteína tem enxofre e não tem fosforo, foi marcada com enxofre radioativo.	Dado que a radioatividade é usada nos laboratórios de biologia molecular porque ela emite luz, então você consegue identificar as substâncias, assim, marcaram o DNA com fósforo radioativo.
	7II	165	00:39:25	P	Porque assim, marcando, eles poderiam ver o que é que entra na célula da bactéria. E aí o que é que eles encontraram? Eles encontraram, dentro da célula da bactéria, o fósforo radioativo. Então eles encontraram o fósforo radioativo. Conclusão: o que é que entra na célula?	Dado que se marcassem, assim, poderiam ver o que é que entra na célula da bactéria.
	7I	117		P	Eles marcaram com substâncias radioativas a proteína e o DNA do vírus. Por que é que eles marcaram com substâncias radioativas? As substâncias radioativas emitem radioatividade e isso pode ser detectado, né?	Dado que eles marcaram a proteína e o DNA do vírus com substâncias radioativas, assim, podem ser detectadas.
17	8II	19	01:36:34	A	A gente conversou e a gente achou (...) não (...) nos dois experimentos eles chegavam (inaudível) que várias substâncias que podem ser supostas (...) que podem conter o material genético e aí eles chegam sempre ao mesmo resultado, que é o único que pode ser o material genético é o DNA (...) tipo, por exclusão mesmo, né?	Dado que excluímos as outras substâncias, assim, o único que pode ser o material genético é o DNA.
18	5I	140		P	Ele verificou que a composição de bases varia de espécie para espécie, então se eu pegar uma célula humana eu tenho um determinado número de bases nitrogenadas. Se eu pegar uma célula de um rato, eu tenho outro número de bases nitrogenadas. E assim por diante, certo? Então	Dado que a composição de bases varia de espécie para espécie, assim, se eu pegar uma célula humana eu tenho um determinado número de bases e se eu pegar uma célula de um rato, eu tenho outro número de bases, assim por diante.
	5I	141		P	Então ele chegou nessa conclusão.	Dado que a proporção de bases é constante dentro da espécie, assim, se eu pegar diferentes órgãos ou diferentes células de vários indivíduos da mesma espécie, o número de bases é o mesmo.
		142		P	Outra conclusão que ele chegou, a proporção de bases é constante dentro da espécie. Então se eu pegar diferentes órgãos diferentes células, de vários indivíduos da mesma espécie, o número de bases é o mesmo. Então se eu pegar aí, de um indivíduo, meu coração, meu olho, meu pé, a minha pele, meu estômago vai ter o mesmo número de bases nitrogenadas. Certo?	

Categoria	Aula	Linha	Tempo	Pessoa	Fala	Argumento
19	7I	79	00:14:41	P	Além disso, foi feito um outro experimento. (inaudível) vírus bacteriófagos. O que são vírus bacteriófagos?	Dado que vírus bacteriófagos são aqueles que atacam bactérias, assim, bactérias também são atacadas por vírus.
		80		P	Bacteriófago é o nome do vírus. Vírus bacteriófagos são aqueles que atacam bactérias. Então bactérias também são atacadas por vírus, tá?	

20	8I	40	00:04:56	P	É (...) as bactérias (...) a gente falou o ser humano e outros seres vivos. Como é que a informação passa para outro ser vivo? Por meio (...) vocês responderam, por meio da reprodução, junta o espermatozoide, junta o óvulo, se juntam, formam a primeira célula do indivíduo, certo? E aí, então, nós temos um novo indivíduo, informação que gera um novo indivíduo. Então, da onde vem a informação que gera um novo indivíduo? Dos gametas. Então das células sexuais, espermatozoide do macho, óvulo da fêmea, certo? As bactérias, elas se reproduzem por reprodução assexuada, então elas se dividem em duas. Quando elas se dividem em duas, a informação dessas duas são idênticas à informação da célula-mãe, da bactéria mãe. Certo, ok?	Dado que junta o espermatozoide, junta o óvulo, se juntam, formam a primeira célula do indivíduo, assim, a informação que gera um novo indivíduo vem dos gametas.
21	8I	47	00:06:36	P	Então, as bactérias elas tem essa capacidade, inclusive foi essa capacidade, lá na origem da vida, que permitiu a diversidade de seres vivos, por quê? Passando o DNA de uma pra outra, ela vai adquirir as características daquele outro DNA. No caso da bactéria que causa pneumonia, a bactéria que não causa pneumonia pegou o DNA da outra, e agora passou a ter essa característica. Causar a pneumonia, certo?	Dado que passando o DNA de uma pra outra, ela vai adquirir as características daquele outro DNA, assim, essa capacidade, lá na origem da vida, que permitiu a diversidade de seres vivos.
22	8I	72	00:13:02	P	Aí, qual era a informação importante aí, então, na verdade, ela adquiriu uma estrutura, que foi o DNA, descobriram que foi o DNA pelos experimentos. Esse DNA o que é que ele fez? Duas coisas ele fez. Ele fez uma coisa que a Maria colocou ali, ele provocou mudanças na própria bactéria, certo? Então ele determina a característica Física da bactéria? Sim, né? Então isso é uma das conclusões que a gente pode tirar, o DNA ele está associado com as características físicas ali da própria bactéria.	Dado que o DNA provocou mudanças na própria bactéria, assim, ele está associado com as características físicas da própria bactéria.

Categoria	Aula	Linha	Tempo	Pessoa	Fala	Argumento
23	8I	73	00:13:40	P	Que outra coisa aconteceu. Se suas filhas, suas filhas estão lá. Na hora que ela se reproduziu, ela vai ter as mesmas características da mãe. Com o novo DNA?	Dado que as bactérias filhas pegaram o DNA que conferiu as mesmas características da mãe, assim, quem tem a informação que passa de uma geração pra outra é o DNA.
		74	00:13:57	P	Sim. Por que é que eu posso concluir que é com o novo DNA ? Porque, não causou a pneumonia? E pra causar a pneumonia eu tenho que ter muitas bactérias. Daquele mesmo tipo, né, certo? Então o que é que eu posso admitir? Que, na reprodução, essas bactérias pegaram também aquele DNA, certo? Se pegaram DNA que conferiu as mesmas características da mãe, então quem tem a informação que passa de uma geração pra outra?	
		75	00:14:29	A	(inaudível)	
		76	00:14:30	P	É o DNA, né?	
24	8I	77	00:14:34	P	Já dá pra concluir que é o DNA. Assim como no caso do vírus. O que é que o experimento mostrou? Quem entra na célula e tem a informação para construir novos vírus?	Dado o experimento, assim, quem entra na célula e tem a informação para construir novos vírus é o DNA.
		78	00:14:48	P	O DNA.	

Apêndice 05 - Relação entre argumentos fornecidos e produzidos

Aluno	Argumento	Categorias temáticas no dado	Categorias temáticas na justificativa	Categorias temáticas na conclusão
1	A1	10	-	-
	A2	16	16	-
	A3	-	-	-
2	A1	9b, 10, 12, A	-	-
	A2	13	13	5
	A3	-	-	-
3	A1	-	5, 9a, 12, 13, A	-
	A2	-	-	-
4	A1	-	-	-
	A2	-	-	16
	A3	-	-	-
5	A1	-	9b, 10	-
	A2	13	13	-
	A3	-	-	-
6	A1	12	-	-
7	A1	12	11	-
	A2	16	-	-
8	A1	3	-	3
	A2	16	-	-
	A3	-	-	-
9	A1	12	-	12
	A2	12	9b	-
	A3	16	16	-
	A4	-	-	-
10	A1	-	-	-
11	A1	-	16	-
	A2	-	-	-
12	A1	16	-	-
13	A1	10	-	-
14	A1	9b	-	-
	A2	10, 13	12	-
15	A1	17	17	17
	A2	-	-	16
	A3	-	-	-
17	A1	-	10	-
18	A1	12	-	-
	A2	-	-	-
	A3	16	-	-
	A4	-	-	-
20	A1	5, 9b, 10, 13	-	-
22	A1	-	-	-
23	A1	-	-	-
24	A1	5, 9b, 10	-	-
	A2	12	-	-
25	A1	-	-	-
26	A1	-	-	-
	A2	-	-	-
	A3	-	-	-
	A4	-	-	-
27	A1	-	-	-

28	A1	-	-	-
	A2	5	5	-
29	A1	3	-	3
	A2	-	-	-
	A3	3	-	3
30	A1	-	-	-
31	A1	-	-	-
32	A1	-	11,16	-
	A2	16	-	-
34	A1	-	-	-
35	A1	-	9b, 10	-
	A2	-	-	-