Universidade de São Paulo

Instituto de Física

Instituto de Química

Instituto de Biociências

Faculdade de Educação

# O conhecimento mobilizado por estudantes do Ensino Médio na formulação de argumentos sobre temas científicos e sociocientíficos.

Rafael Gonçalves Pereira

Silvia Luzia Frateschi Trivelato

orientadora

São Paulo

2010

Universidade de São Paulo

Instituto de Física

Instituto de Química

Instituto de Biociências

Faculdade de Educação

# O conhecimento mobilizado por estudantes do Ensino Médio na formulação de argumentos sobre temas científicos e sociocientíficos.

Rafael Gonçalves Pereira

Silvia Luzia Frateschi Trivelato

orientadora

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências – modalidade Biologia

São Paulo

2010

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

Pereira, Rafael Gonçalves

O conhecimento mobilizado por estudantes do ensino médio na formulação de argumentos sobre temas científicos e sócio científicos São Paulo, 2010.

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: Ensino de Ciências

Unitermos: 1. Ensino e aprendizagem, 2. Argumentação,
3. Ensino de Ciências; 4. Enculturação.

USP/IF/SBI-055/2010

*À minha mãe, por todo o carinho, incentivo e amor.*

*"Assim como casas são feitas de pedras, a ciência é feita de fatos. Mas uma pilha de pedras não é uma casa e uma coleção de fatos não é, necessariamente, ciência."*

Jules Henri Poincaré

Agradecimentos

Agradeço à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP – pela concessão da bolsa de estudos que me possibilitou dedicação integral aos estudos durante o mestrado.

À Prof.ª Dr.ª Silvia Trivelato pela orientação deste estudo, pelo carinho e pela contribuição em meu amadurecimento profissional e, principalmente, pessoal.

Às professoras Maria Elena Infante Malachias e Anna Maria Pessoa de Carvalho pelas importantes contribuições em meu exame de qualificação.

Agradeço à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo pela cessão dos equipamentos de vídeo e áudio durante a etapa de coleta de dados.

Agradeço, também, à direção da Escola de Aplicação pela abertura das portas e pela autorização para a realização da coleta de dados.

Aos meus amigos de grupo de pesquisa – GEPEB – que contribuíram de inúmeras maneiras. Obrigado: Bruno, Erica, Paula, Zé, Patty, Sarah e Sandra.

Agradeço, especialmente, à Renata pela paciência matinal durante a etapa de coleta de dados, agradeço à Daniela que, além de ser a professora da turma investigada, proporcionou diversos momentos para o amadurecimento do trabalho. Agradeço, ainda, à estagiária Vanessa pela enorme contribuição com as transcrições analisadas.

Aos meus amigos: Juliana, Juliano e Renata que, na ausência de irmãos, proporcionaram momentos de leveza em alguns momentos difíceis durante o caminho.

Agradeço à grande amiga Amanda, pelo auxílio em diversos momentos deste estudo e pelo apoio incondicional em todos os momentos.

Agradeço à Denise e à Natasha pela acolhida em um momento fundamental de produção deste estudo.

Resumo

PEREIRA, R. G. O conhecimento mobilizado por estudantes do ensino médio na formulação de argumentos sobre temas científicos e sociocientíficos. Dissertação – Programa de pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, 2010.

Em muitos momentos na sociedade contemporânea, a ciência se mostra importante para que as pessoas critiquem, argumentem e se posicionem, para tanto, conhecer os mecanismos de funcionamento e de produção desta forma de conhecimento é importante. Atualmente, a ciência é reconhecida como uma forma de cultura com os seus próprios valores, linguagem, práticas, percepções, teorias e crenças. No ensino de Ciências, diversos autores têm utilizado a ideia da aprendizagem de ciências como enculturação. Tal concepção prevê o desenvolvimento de múltiplas práticas em sala de aula, de modo a facilitar a aproximação dos alunos nessa cultura, proporcionando a aquisição de novos conhecimentos. Em relação à linguagem da ciência, a argumentação é uma característica marcante e, na interface argumentação e ensino de Ciências, muitas pesquisas apontam que há poucas oportunidades para que jovens desenvolvam sua habilidade de construir argumentos. Com este cenário, este estudo analisou argumentos gerados por turmas do Ensino Médio, com o intuito de identificar, entre os conhecimentos mobilizados pelos estudantes para a construção de suas falas, a relação com o conhecimento científico; buscou, também, caracterizar tais argumentos, verificando se o conhecimento demonstrado evidencia o trânsito entre a cultura científica e o conhecimento científico enunciado na escola. Utilizamos como referências para análise dos dados o *layout* de argumento de Toulmin (2006) e, para caracterizar o conhecimento mobilizado pelos alunos em suas falas, refêrencias que analisam a dimensão epistêmica da aprendizagem em Ciências Jimenez-Aleixandre et al. (1998, 2000). Analisamos duas sequências didáticas para coleta de dados, de tais sequências, utilizamos duas aulas, em especial, como universo gerador de dados; na primeira, os alunos discutiam sobre um problema científico e, na segunda, sobre um problema sociocientífico. Nossos dados evidenciaram que quando os alunos discutem sobre temática científica, esses demonstram em suas falas, resgatar o conhecimento científico. Já quando discutem sobre um problema sociocientífico, resgatam, parcialmente, o conhecimento científico, evidenciando, também, conhecimento de distintos campos. Tais observações corroboram com os dados discutidos pela literatura levantada, contudo, observamos a necessidade de maiores estudos e reflexões acerca das características do conhecimento mobilizado em discussões de natureza científica e sociocientífica.

Palavras chave: Argumentação - Ensino e aprendizagem – Ensino de Ciências – Enculturação.

Abstract

PEREIRA, R. G. The Knowledge Mobilized by high school students in formulating arguments about scientific and social-scientific issues – thesis – Postgraduate in interdisciplinary science education, University of São Paulo, 2010.

In contemporary society, science proves important for people to criticize, argue, and position themselves. It is, therefore, important to understand the mechanisms of operation and production of this form of knowledge. Currently, science is recognized as a form of culture with its own values, language, practices, perceptions, theories and beliefs. In science education, several authors have used the idea of science learning as enculturation. This design provides for the development of multiple practices in the classroom in order to facilitate alignment of the students in this culture and foster the acquisition of new knowledge. Regarding the language of science, the argument plays a distinctive feature, and it has been shown by many researches that, in terms of the interface between argumentation and science teaching, there are few opportunities for students to develop their argument-building skills. With this background, this study examined the arguments raised by secondary education classes, in order to identify, among the knowledge mobilized by the students to construct their speeches, the relationship with scientific knowledge. We also sought to characterize such argumentsby analyzing whether they ratify the link between scientific culture and the scientific knowledge transmitted at school. . Our reference to analyze the data is the argument's layout as presented by Toulmin (2006) and, to analyze the knowledge mobilized by students, we used references that work with the epistemic dimension of science education, namely Jimenez-Aleixandre et al (1998, 2000). We analyzed two teaching sequences for data collection, out of which two specific classes were thoroughly analyzed. In the first class students were discussing a scientific problem and, in the second, a social-scientific one. Our data showed that when students discuss scientific issues, they refer to scientific knowledge on their speeches.. However when they discuss a social-scientific issue, they partially refer to scientific knowledge, resorting to other fields of knowledge as well. These observations corroborate the data discussed on our reference literature, however, further studies are required, as well as reflection on the characteristics of knowledge mobilized in scientific and social-scientific discussions.

Keywords: Science Education - Enculturation – Arguments

# Índice de Figuras e Tabelas

Figura 1 Layout de argumento (Toulmin, 2006)..... 34
Figura 2: Exemplo de argumento de acordo com Toulmin (2006). ..... 36
Figura 3: Sala de aula.....42
Figura 4: Sala de aula.....42
Figura 5: Planta da sala de aula extraída de Tonidande (2008) ..... 43

Tabela 1: síntese das categorias de análise dos operadores epistêmicos ..... 41
Tabela 2: Sequência de aulas de Biologia para coleta de dados..... 44
Tabela 3: Seqência de aulas de Biologia para coleta de dados..... 45
Tabela 4: quadro exemplo da apresentação dos dados ..... 52
Tabela 5: Argumento 1 do grupo 1 ..... 54
Tabela 6: Argumento 2 grupo 1 ..... 56
Tabela 7: Argumento 3 grupo 1 ..... 57
Tabela 8: Argumento 4 grupo 1 ..... 59
Tabela 9: Argumento 1 grupo 2 ..... 61
Tabela 10: Argumento 2 grupo 2 ..... 62
Tabela 11: Argumento 1 grupo 3 ..... 63
Tabela 12: Argumento 2 grupo 3 ..... 64
Tabela 13: Argumento 3 grupo 3 ..... 65
Tabela 14: Argumento 1 grupo 1 ..... 67
Tabela 15: Sequência de tês argumentos grupo 2..... 68
Tabela 16: Argumento 4 grupo 2 ..... 69
Tabela 17: Argumento 5 grupo 2 ..... 70
Tabela 18: Sequência de cinco argumentos grupo 3 ..... 71
Tabela 19: Sequência de cinco argumentos grupo 3 ..... 72
Tabela 20: Sequência de cinco argumentos grupo 3 ..... 73
Tabela 21: Sequência de cinco argumentos grupo 3 ..... 73

Sumário

1. Introdução e objetivos ..... 11

2. Algumas considerações teóricas ..... 16

*2.1 Ensino de Ciências por enculturação ..... 16*

*2.2 A Ciência entendida como uma Cultura ..... 18*

*2.3 A Biologia entendida como uma cultura ..... 21*

*3.4 Sobre a linguagem e a argumentação na cultura científica ..... 24*

*2.5 Os temas científicos e a argumentação ..... 27*

*2.6 Os temas sociocientíficos e a argumentação ..... 29*

*2.7 Referenciais teóricos para a análise dos dados ..... 34*

*2.7.1 Estrutura de argumento de Toulmin ..... 34*

*2.7.2 Caracterizando as explicações através das operações epistêmicas ..... 37*

4. Metodologia ..... 42

*4.1 A Escola ..... 42*

*4.2 A professora e os alunos ..... 43*

*4.3 As aulas e a Sequência de Ensino ..... 43*

*4.4 Coleta de dados ..... 45*

*4.4.1 Nosso recorte de análise de dados ..... 46*

*4.5 Contexto das aulas investigada – delimitando nosso recorte para análise dos dados ..... 47*

*4.5.1 Atividade versando sobre temática científica ..... 47*

*4.5.2 Atividade versando sobre temática sociocientífica ..... 50*

*4.4 Compilação e análise de dados ..... 51*

5. Dados obtidos e Discussão ..... 53

*5.1 Dados provenientes da discussão sobre assunto científico ..... 53*

*5.1 Dados provenientes da discussão sobre assunto sociocientífico ..... 66*

*5.2 Síntese das discussões e observações* ..... 74

6 Conclusões ..... 78

7. Referências Bibliográficas ..... 83

8. Anexos ..... 87

*Anexo I ..... 87*

Anexo II ..... 98

# 1. Introdução e objetivos

Minha prática docente nas disciplinas de Ciências e Biologia na Educação Básica e o contato com jovens nesta fase de formação têm evidenciado que estes se utilizam de múltiplas fontes para manterem-se informados.

Muito se discute sobre esse fenômeno, o do consumo da informação, atualmente, os jovens possuem vasta oferta de informações além da escola, por meio das mídias eletrônica, impressa, televisiva, entre outras. E muito do que é veiculado por esses meios é fruto da divulgação do conhecimento científico, estimulando o professor a apresentar esses assuntos de maneira a possibilitar que o aluno associe a realidade do desenvolvimento científico atual com os conceitos básicos do pensamento biológico.

Um desafio que se desenha com isso seria a formação do indivíduo com um sólido conhecimento de Biologia e com raciocínio crítico. Cotidianamente, a população, embora sujeita a toda sorte de propagandas e campanhas, e mesmo diante da variedade de informações e posicionamentos, sente-se pouco confiante para opinar sobre temas polêmicos e que podem interferir diretamente em suas condições de vida, como o uso de transgênicos, a clonagem, a reprodução assistida, entre outros assuntos.

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino de Biologia, o ensino desta ciência deveria nortear o posicionamento do aluno frente a essas questões, além de outras, como as suas ações do dia a dia.

Na sociedade atual, o conhecimento científico é necessário para que as pessoas possam questionar, argumentar e discutir as implicações e consequências que a ciência e a tecnologia trazem para o desenvolvimento econômico e socioambiental.

Frente a essa realidade, a compreensão da ciência e de seus processos é essencial para a participação dos jovens na sociedade. Apesar disso, muitos estudantes não têm conseguido alcançar o conhecimento científico e desenvolver as habilidades próprias da ciência durante sua escolarização.

Carvalho (2007) aponta que uma recente pesquisa realizada com o apoio do Ministério da Ciência e Tecnologia, pelo Museu Vida-Casa de Oswaldo Cruz, pela Academia Brasileira de Ciências e por órgãos internacionais, revela que assuntos relacionados à ciência e à

tecnologia interessam mais à população brasileira do que temas como política ou moda, e despertam quase o mesmo interesse que esportes. Entretanto, para 37% dos entrevistados, não existe interesse pelas ciências porque alegam não entender do assunto. Neste contexto, é necessário fazer com que o ensino de Ciências produza condições e estímulos para uma aproximação dos jovens aos processos científicos, entendendo suas regras, valores e formas de linguagem, permitindo-se, assim, o acesso dos estudantes à cultura científica.

No exame realizado em 2006 pelo *Programme for International Student Assessment* com especial atenção às ciências (OECD, 2007), os resultados mostram que a maioria dos estudantes brasileiros está abaixo do nível 1 criado pela OCDE – *Organisation for Economic Co-Operation and Development*. Neste nível, os alunos seriam capazes de aplicar o conhecimento científico em limitadas situações cotidianas e apresentar explicações científicas óbvias e que têm relação explícita com as evidências.

Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2000), o conceito de alfabetização científica tem um caráter mais amplo, principalmente no que diz respeito ao entendimento e às habilidades requeridas para uma atuação efetiva na vida cotidiana. O indivíduo alfabetizado seria capaz de não apenas ler o que está sendo apresentado, mas também de compreender seu significado real e utilizar tais conteúdos na tomada de decisões do cotidiano.

Cachapuz et al. (2005) destacam que o objetivo das escolas fundamental e média não é formar futuros cientistas, mas permitir que os alunos possam entender o mundo, discutindo e compreendendo os fenômenos científicos e tecnológicos.

De acordo com as "Orientações curriculares para o Ensino Médio" do Ministério da Educação – MEC (2006), a argumentação é uma das competências que deve ser desenvolvida durante o Ensino Médio.

*Competência IV - ENEM*

*"Relacionar informações representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente*

De acordo com o mesmo documento, as avaliações realizadas, como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), apontam que os alunos não têm conseguido produzir respostas coerentes a partir de um conjunto de dados que exigem interpretação, leitura de

tabelas, quadros e gráficos, e não conseguem fazer comparações ou fundamentar seus julgamentos.

Assumimos que uma adequada aprendizagem é capaz de promover um pensamento coerente e fundamentado em argumentos sobre determinado contexto. Essa capacidade é básica, porém não é inata nem de desenvolvimento espontâneo, portanto, precisa ser construída na relação pedagógica.

No âmbito das pesquisas em Ensino de Ciências, diversos autores têm se ocupado em analisar os argumentos formulados nas aulas de Ciências, Scarpa (2009), Tonidandel (2008), Sasseron (2008), Costa (2008), Jiménez-Aleixandre e Agraso (2006), Jiménez-Aleixandre e Diaz de Bustamante (2003), Driver et al. (2000), Simonneaux (2000) e Jiménez Aleixandre et al. (1998).

Algumas dessas investigações têm apontado para a existência de poucas oportunidades para que jovens desenvolvam sua habilidade de construir argumentos. Muitas dessas investigações, em que se identificam os tipos de argumentos utilizados pelos alunos a partir do modelo desenvolvido por Toulmin (2006)[1], mostram o emprego de argumentos de qualidade pouco elevada, com pouco uso de justificativas e de conhecimentos básicos (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE E DIAZ DE BUSTAMANTE, 2003).

Outra consideração importante no que tange as pesquisas relacionadas aos argumentos sobre questões sociocientíficas é que múltiplas áreas do conhecimento são mobilizadas por estudantes, tais como moral, ética, economia, religião, dentre outras.

Ainda se faz importante destacar que as pesquisas que têm por objeto de estudo a argumentação em situações de ensino e de aprendizagem na área de Ciências, em linhas gerais, buscam a compreensão dos tipos de argumento formulados quanto a sua estrutura e em atividades de caráter experimental.

Pouco se sabe a respeito da estruturação e das características dos argumentos formulados em aulas de Ciências e de Biologia que contemplem modalidades didáticas além daquelas inspiradas em atividades investigativas, como no caso de discussões em sala de aula.

Dentro de uma concepção de aprendizagem como enculturação, acredita-se que o espaço para a fala dos alunos e o estímulo para a argumentação em sala de aula sejam fundamentais. Através da oportunidade de ensaiar o uso de uma nova linguagem, que carrega

[1] Utilizaremos nesta pesquisa a referência Toulmin (2006) que se refere à versão traduzida para o português de "Os Usos do Argumento". Os trabalhos pesquisados se utilizam da versão original em inglês "The uses of argument" de 1958 e o referenciam como Toulmin (1958).

consigo características da cultura científica, o estudante pode adquirir desenvoltura dentro dessa, bem como experimentar e ponderar as vantagens de sua utilização em contextos adequados (DRIVER et al., 2000).

Pretende-se que o Ensino de Ciências estimule a formulação de questões, o diagnóstico e a proposição de soluções para problemas reais a partir de elementos das ciências naturais, visando à prática de conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar a partir da combinação de leituras, observações, experimentações e registros, comparação entre informações, organização, comunicação e discussão de fatos.

Diante dessas considerações o presente estudo visa a entender de onde vem o conhecimento mobilizado por alunos do Ensino Médio na formulação de argumentos. Seria esse embasamento apoiado no conhecimento científico transmitido na escola? Ou talvez nas interações entre alunos e seus pares e professores? Ou mesmo no conhecimento circulado no âmbito do senso-comum traduzido por notícias? Há relação entre o conhecimento científico e o conhecimento evidenciado nos argumentos formulados pelos alunos em situações de discussão?

Destacamos também que o presente estudo busca a compreensão das características dos argumentos em contextos particulares de sala de aula, como os argumentos formulados em interações discursivas que ocorrem a partir da leitura e interpretação de textos, discussões abertas e, até mesmo, aqueles que, eventualmente, possam surgir em aulas expositivas.

Questões como estas estimulam este estudo a buscar esclarecimentos e a compreensão sobre os processos de formulação de argumentos por alunos do Ensino Médio visando a produzir conhecimentos que possam somar aos já produzidos nesta área e, até mesmo, fomentar estratégias didáticas que estimulem a prática argumentativa nas aulas de Ciências.

Assim, o presente trabalho objetivou investigar quais as características dos argumentos formulados por alunos do Ensino Médio em assuntos científicos e sociocientíficos quanto aos conhecimentos mobilizados. Sobretudo, como se caracterizam as justificativas empregadas por estes alunos quando discutem assuntos desta natureza.

Com o intuito de caracterizar o conhecimento mobilizado pelos alunos para fomentar sua argumentação em assuntos científicos e sociocientíficos este estudo:

a) Analisou os argumentos identificados, dando especial atenção à caracterização dos elementos *dado, justificativa* e *conclusão*, com o intuito de identificar, entre os

conhecimentos mobilizados pelos estudantes para a construção de argumentos, a relação com o conhecimento científico;

b) Buscou, também, a partir de operadores epistêmicos, caracterizar tais falas, verificando se o conhecimento demonstrado evidencia o trânsito entre a cultura científica e o conhecimento científico enunciado na escola.

# 2. Algumas considerações teóricas

## *2.1 Ensino de Ciências por enculturação*

Nos últimos anos, diversos autores que se dedicam a investigar os processos de ensino de Ciências como Carvalho (2004), Driver et al. (2000), Newton (1999), Erduran et al. (2004) têm utilizado o conceito da aprendizagem de Ciências como enculturação. Esta pesquisa adota tal concepção, aproximando-se dos processos de ensino e de aprendizagem numa perspectiva sociocultural.

Dentro dessa concepção teórica, entende-se a Ciência como uma cultura que tem suas regras, valores e linguagem próprios (SUTTON, 1997 e CARVALHO, 2004). A concepção do ensino de Ciências como enculturação prevê o desenvolvimento de múltiplas práticas em sala de aula de modo a facilitar a introdução dos alunos nessa cultura científica, proporcionando novos conhecimentos, além de novas linguagens.

Duit e Treagust, (1998) *apud* Capecchi (2004) e Cobern e Aikenhead (1998) e apontam que as pesquisas em Ensino de Ciências têm se afastado de uma abordagem psicológica, voltada aos aspectos individuais da construção do conhecimento, para uma abordagem sociológica, em que essa construção do conhecimento é considerada dentro dos contextos sociais. Os autores destacam que, no Construtivismo tradicional o enfoque principal das pesquisas é o desenvolvimento de atividades de ensino geradoras de conflitos cognitivos nos indivíduos, numa análise sob a perspectiva social, ganham atenção os contextos em que os conflitos são gerados e a forma como explicações são construídas e compartilhadas entre estudantes em sala de aula.

Duit e Treagust (1998) *apud* Capecchi (2004), discorrem ainda que os modelos de ensino visando à mudança conceitual, estavam voltados para a extinção e substituição das concepções prévias por aquelas corretas do ponto de vista científico. Os modelos de ensino contemporâneos, têm caminhado para a criação de meios que proporcionem a construção de explicações contextualizadas por parte dos alunos. Com isso, ao invés de uma concepção de ensino que visa à substituição de concepções, passa-se à busca de uma convivência entre diferentes concepções, de maneira que o sujeito adquira a consciência da adequação de cada uma das suas concepções em situações específicas. Esta mudança de enfoque acrescenta

novos fatores aos estudos sobre aprendizagem, dentre eles a linguagem utilizada em sala de aula.

Na perspectiva social da construção do conhecimento científico, os modelos de conhecimento e modos de entender o mundo natural são construções humanas e não podem ser observados diretamente na natureza. Assim, para permitir o aprendizado dessa forma de ver e entender o mundo, não basta somente dar acesso aos fenômenos e apresentá-los aos alunos, mas permitir uma introdução na forma como esses modelos são construídos e na forma particular como o mundo pode ser representado (DRIVER et al., 2000).

Cobern e Aikenhead (1998), Jiménez-Aleixandre et al. (1998, 2000) chamam a atenção para a crescente influência que a abordagem antropológica vem exercendo nas pesquisas em Ensino e Aprendizagem de Ciências, oferecendo novas interpretações. A concepção da Ciência como um tipo de cultura nos permite contemplar características importantes do conhecimento científico, tais como sua construção e sua validação social e os termos específicos que compõem sua linguagem. Desta forma, a aprendizagem de Ciências pode ser considerada como uma forma de enculturação, em que o estudante é aproximado de uma nova forma de ver os fenômenos e uma linguagem específica para explicá-los (DRIVER et al., 2000; DRIVER et al., 1997; LEMKE, 2001 e CAPECCHI E CARVALHO, 2006).

A concepção de ensino por enculturação pode ser entendida como a aproximação dos estudantes a uma nova cultura, promovendo o acesso às formas que a ciência possui para a construção dos conhecimentos, como a linguagem ou o conjunto de suas práticas (DRIVER et al., 2000; DRIVER et al., 1994; LEMKE, 2001, e CAPECCHI E CARVALHO, 2006)

Cobern e Aikenhead (1998) e Capecchi e Carvalho (2006) destacam que é importante que essa enculturação não seja considerada como uma simples aquisição das características de uma nova cultura, em detrimento das culturas pré-existentes e vivenciadas, formadas no cotidiano. Para evitar tal interpretação, Capecchi e Carvalho (2006) denominaram *enculturação autônoma* aquela em que o estudante transpõe as fronteiras entre sua cultura cotidiana e a cultura científica, e aprende a utilizar-se das vantagens de cada uma em contextos específicos, ou seja, o estudante passaria a julgar o potencial das explicações científicas e passa a utilizá-las dentro dos contextos adequados, sem anular toda sua experiência anterior.

## *2.2 A Ciência entendida como uma Cultura*

Quando o termo *ciência* é utilizado, em geral, designa um modo específico de conhecimento adotado pelo mundo ocidental moderno. Apesar de encontrar antecedentes na filosofia grega da Antiguidade, admite-se a origem da Ciência moderna no que se convencionou chamar de Revolução Científica, cujos expoentes são Copérnico, Galilei, Bacon, Harvey, Kepler, Newton, Malpighi, Descartes, Leibniz, entre outros (MAYR, 2008, e ROSSI, 2001 *apud* SCARPA, 2009).

Desde a Revolução Científica, no século XVII, a ciência e a cultura têm sido vistas como diferentes, e até como opostas. A ruptura entre ciência e cultura que se produziu com a Revolução Científica aprofundou-se, à medida em que avançaram a profissionalização e a especialização de uma nova comunidade intelectual, a dos cientistas naturais.

A Cultura foi, assim, paulatinamente relegada ao âmbito da emoção, das crenças, dos mitos, das artes, e do cultivo da sensibilidade espiritual. A Ciência, por outro lado, transformou o método científico em sua própria identidade, passando da ciência contemplativa, que separava a teoria da prática, a uma nova atividade integralmente dirigida, que começa a se caracterizar pela aplicação prática de suas ideias, pela redução da natureza a conceitos matemáticos e pela obtenção de provas por meio da experimentação (VESSURI, 2000).

Snow (2005) aponta o reconhecimento dos cientistas como autoridades em assuntos de ciência e tecnologia, e caracteriza um público leigo, afastado das discussões que acontecem no mundo da ciência e incapaz de tomar posição em relação a elas. Essa polarização faz com que a noção de duas culturas, distanciadas por uma lacuna de conhecimento entre elas, tome força:

> *Num pólo, a cultura científica é realmente uma cultura, não somente em sentido intelectual, mas também em sentido antropológico. [...] No outro pólo, o leque de atitudes é mais amplo. [...] Mas acredito que o pólo de incompreensão total da ciência irradia sua influência a todo o resto. Essa incompreensão total introduz, de forma muito mais profunda do que imaginamos, para nós que vivemos nela, um sabor não-científico em toda a cultura 'tradicional', e esse sabor não-científico muitas vezes, muito mais do que admitimos, está a ponto de se tornar anticientífico. [...] Essa polarização é pura perda para todos nós. Para nós como pessoas e para a nossa sociedade. É ao mesmo tempo perda*

*prática, perda intelectual e perda criativa, e repito que é errôneo imaginar que esse três aspectos são claramente separáveis.* (SNOW, 2005).

Atualmente, a ciência pode ser reconhecida como uma forma de cultura (Roth e Lawless, 2002), com os seus próprios valores, linguagem, práticas, percepções, teorias e crenças.

A formação dos cientistas é um processo complexo e longo que se configura progressivamente em lances de uma subcultura sustentada pela atividade comum dos grupos praticantes (KUHN, 1962). A perpetuação dessa forma cultural implica em mecanismos de socialização e transmissão do conhecimento, procedimentos para extrair significados e representações, e métodos para ratificar as inovações aceitas e legitimadas. Os membros da cultura científica devem manter ativos estes elementos para que seus conceitos e representações possam persistir.

Um crescente interesse de áreas como Sociologia, Etnografia e Antropologia pelas práticas científicas tem ampliado a compreensão da Ciência como uma cultura. Particularidades materiais, sociais, linguísticas e práticas passam a ser compreendidas como elementos da "cultura científica" (KUHN, 1962).

Para tanto, tais particularidades vão além de um cenário para a investigação científica, a própria pesquisa científica, no sentido de uma atividade mental ativa, somente se torna possível quando se tem internalizados os conteúdos culturais relevantes. Não que os problemas e as técnicas existentes não sejam específicos de tal contexto cultural, mas também faz parte da configuração cultural os modos de perceber e de conceitualizar a realidade, as formas de inferências e de analogias, os padrões e precedentes para a emissão de juízos e avaliação que se empregam no curso da investigação científica.

A Ciência não é vista apenas como um conjunto de valores universais, que possui descrições verdadeiras e inferências válidas em diferentes contextos culturais. Sua autoridade e controle não operam para garantir uma interação livre entre a razão e a experiência. Os padrões são parte de uma cultura específica, a autoridade e o controle são essenciais para regular a racionalidade desta forma específica de produção humana. A formação científica, com suas características dogmáticas e autoritárias, baseada em livros e artigos científicos, ajuda a compreender como ocorre o processo de transmissão do conhecimento e procedimentos existentes. Podemos dizer que proporciona os recursos culturais necessários

para a pesquisa científica (BARNES, 1982). Contudo, não se podem generalizar cisões entre a criatividade e o rigor lógico, o que se faz é equipar o cientista para que seja possível ser criativo e rigoroso no contexto desta forma específica de cultura.

Alguns filósofos, historiadores e sociólogos da ciência a idealizam, em certa dose, purificando-a de seus entraves sociais, maravilhando-se com seus êxitos, sem considerar a contribuição de seus critérios pragmáticos, contextuais, o trabalho artesanal, a tecnologia dos ensaios e o erro. De fato, muitos atuam como idealistas da Ciência em seus esforços por vezes excessivos por captar uma imagem ideal dos métodos, do conhecimento e das teorias científicas. Tais estudiosos tendem a duvidar de que a ciência está submetida a diversas influências sociais e culturais que dão forma a sua organização social e a seus valores compartilhados, tais como a especialização, a burocratização, o eclesiastismo, o autoritarismo, a competição excessiva, o elitismo, as hierarquias, os entraves financeiros, entre outros (CHUBIN E RESTIVO, 1983).

*2.3 A Biologia entendida como uma cultura*

Uma definição que poderíamos utilizar é a de que "*a ciência é o esforço humano para alcançar o entendimento melhor do mundo por observação, comparação, experimentação, análise, síntese e conceituação*" (MAYR, 2005). Nessa perspectiva, a primeira característica comum a todas as Ciências, segundo o autor, "*é a organização e a classificação do conhecimento com base em princípios explicativos*".

Mayr (2005) argumenta que a Biologia possui princípios explicativos básicos compatíveis com os da Física e da Química. Ou seja, nenhum dos fenômenos do mundo vivo está em conflito com as leis produzidas por essas Ciências. Apesar das semelhanças que validam a Biologia como ciência, Mayr (2005) diferencia a Biologia das outras Ciências devido a algumas características particulares, como a importância do acaso, o foco no estudo do mesocosmos, em detrimento do microcosmos (partículas subatômicas), e do macrocosmos (nível astronômico), pensamento holístico e noção de biopopulação.

No que diz respeito aos detalhes da Biologia, Mayr (2005) considera que esta possui dois campos bem diferentes de pesquisa: a biologia funcional e a biologia histórica ou evolucionista, cada qual com características específicas.

A biologia funcional preocupa-se em estudar experimentalmente as causas próximas que atuam no nível do organismo, explicando-nos como ocorrem os fenômenos vitais dos seres vivos. Para tanto, busca material para investigação em áreas como a fisiologia de todas as atividades dos organismos, os processos celulares e também os processos envolvidos com o genoma dos indivíduos.

A biologia histórica ocupa-se em reconstruir, por métodos comparativos e inferências históricas, o porquê dos fenômenos biológicos, atuando em nível populacional. É aquela em que o foco de pesquisa são as explicações de todos os aspectos do mundo vivo que envolvem a dimensão do tempo histórico e aspectos da evolução (MAYR, 2005).

Para ilustrarmos a distinção entre essas duas correntes de investigação presentes na Biologia, podemos pensar em um fenômeno concreto, como o dimorfismo sexual. Imaginemos, então, que se quer explicar a alguém as causas das diferenças morfológicas entre o leão e a leoa. Se recorrermos ao campo funcional da Biologia para responder a tal questão,

poderemos afirmar que as diferenças sexuais são produzidas por fatores hormonais e que estes, por sua vez, podem ser analisados e explicados por mecanismos moleculares, envolvendo fatores genéticos e processos bioquímicos.

Por outro lado, a biologia histórica nos fornecerá uma explicação que remonta a um conjunto de fatores ambientais e evolutivos. Nesse caso específico, a presença da juba e outras características morfológicas e comportamentais diferentes no macho e na fêmea da espécie estudada poderiam ser explicadas principalmente como resultado da seleção sexual.

É importante, então, que se entendam essas duas abordagens, pois, dependendo dos objetivos da pesquisa do biólogo, os procedimentos investigativos adotados e os dados empíricos a serem coletados são bastante distintos. O tipo de questão mais usual para a biologia funcional é “como” e, para a biologia evolucionista, “por quê”. Assim, desenvolveram-se metodologias diferentes para diferentes níveis de aproximação dos fenômenos biológicos estudados.

Em linhas gerais, nota-se que as diferenças entre essas duas vertentes na Biologia se relacionam ao tipo de questão de investigação e também às diferentes estratégias metodológicas aplicadas ao estudo dos seres vivos. As questões da biologia funcional se aplicam ao “aqui e agora”, ou a fenômenos passíveis de reprodução e constatação empírica, como a ação de uma droga no organismo de um camundongo. Dessa forma, a principal técnica da qual se vale o biólogo que estuda temas da biologia funcional é o experimento.

Não ocorre o mesmo nos estudos em biologia histórica. As pressões evolutivas sofridas pelas espécies que atuam ao longo de grandes períodos não são passíveis de reprodução em laboratório e se manifestam não apenas no indivíduo, mas em nível populacional.

Segundo essa corrente da Biologia, quando as perguntas de pesquisa não demandam uma descrição das causas funcionais dos fenômenos, elas devem ser respondidas em função de fatores e processos evolutivos que, por suas dimensões populacionais e por estarem ausentes, não podem, em geral, ser investigadas por métodos experimentais. Nesses casos, o estudo requer a adoção de procedimentos comparativos que também podem ser caracterizados como formas de observação controlada.

Outros autores também tratam dessa temática dentro da Biologia e falam de duas biologias ou dois eixos que dariam lugar a duas correntes na biologia contemporânea (JACOB, 1973; LAUDAN, 1977; MAYR, 1980; ROGER, 1983 *apud* CAPONI, 2001).

A vertente evolucionista observa o organismo como integrante de uma população e ocupa o lugar de uma Biologia interessada em descrever e explicar as relações que os seres vivos mantêm com seu meio e entre si do ponto de vista histórico. Em contrapartida, a corrente funcional considera o organismo individualizado e busca explicar os seres vivos no nível dos fenômenos vitais, estudando as relações causais entre elementos como órgãos, tecidos, reações químicas e estruturas moleculares.

Podemos dizer, então, que, se um eixo considera os seres vivos como elementos de um vasto sistema de dimensões globais, o outro se ocupa com os sistemas que formam cada ser vivo. Para a biologia evolutiva, o organismo estudado deve ser sempre considerado em função de suas relações com o meio e com os outros organismos. Além disso, nessa área de pesquisa, os dados analisados são constituídos, principalmente, por evidências da trajetória histórica traçada por uma determinada população ou espécie, presentes em fósseis, relações ecológicas ou homologias, por exemplo. No segundo caso, o biólogo direciona seu foco ao estudo dos indivíduos, órgãos, células ou partes de células, e os dados empíricos são aqueles resultantes de um desenho experimental.

Com todas as características descritas, reconhecemos que a Biologia comunga também das generalidades culturais das ciências experimentais, tais como forma de produção, validação e comunicação de conhecimento, entre outras.

Contudo, são particularidades, como as formas de estudo, especificidades dos objetos de investigação, instrumentos, formas de validação do conhecimento e mesmo as questões de investigação em cada uma das vertentes de estudo na Biologia, que configuram tal ciência, assim como as demais ciências da natureza, um universo cultural específico.

*3.4 Sobre a linguagem e a argumentação na cultura científica*

Como exposto anteriormente, a cultura científica é permeada de particularidades e características. Um aspecto abordado é a forma de conhecimento por meio de publicações dos cientistas em periódicos e livros.

Latour (2000) nos apresenta uma análise interessante sobre a representação do papel da linguagem na ciência. Da mesma maneira que antropólogos estudam comunidades distantes e isoladas, ele explora a atividade científica preocupado não com seus produtos finais, ou seja, com o que já está pronto, mas com os passos dos cientistas para a elaboração desses produtos.

Nesse processo, identifica que a linguagem vai se tornando mais complexa e mais técnica quanto mais se aproxima dos locais onde o conhecimento é produzido. Quanto mais se aproxima da atividade científica, mais controvérsias aparecem e surge a necessidade de se lançar mão de textos, arquivos e documentos cada vez mais especializados (LATOUR, 2000).

Para o autor, mesmo os textos mais técnicos não estão impregnados de racionalidade pura, mas, na verdade, mostram que a retórica, como forma de persuasão, é muito presente. Quando analisa o artigo científico, ressalta três aspectos que tornam esse o veículo retórico mais importante da Ciência: em primeiro lugar, o artigo científico não é um texto isolado, há várias pessoas engajadas na sua publicação e muitas outras são explicitamente citadas de acordo com a autoridade que representam; além disso, há uma grande quantidade de referências que dão sustentação à tese; e, finalmente, os autores devem ser tomados como referência em textos posteriores para que seu texto ganhe o *status* de fato. Latour (2000) conclui que, nesse percurso, a linguagem científica se torna peculiar, e só passa a compreendê-la quem faz parte dessa cultura.

Latour coloca retórica e ciência lado a lado ao entender a atividade científica como uma forma de retórica que mobiliza um grande número de aliados – dados, fatos, instrumentos, inscrições, outros cientistas e sua própria equipe – em favor de um argumento.

O referido autor ressalta que os argumentos utilizados nos artigos científicos são construídos em laboratórios ou em locais em que se possam coletar dados. Para convencer o leitor, o cientista necessita não apenas de habilidades retóricas utilizadas na produção de seu

texto, mas também que ele saiba manejar os instrumentos, obter deles registros e interpretá-los.

Em um primeiro nível, há os instrumentos de coleta de dados que permitem a realização de *inscrições* – formas de registro que servirão de ferramenta de análise para os cientistas, tais como traços, gráficos, tabelas, números de registro e histogramas – que, por sua vez, são utilizadas como dados em um texto científico (LATOUR, 2000).

Dessa forma, para a construção de afirmações científicas, não basta que o cientista registre suas observações e deduza conclusões, mas que, num processo de argumentação em relação à situação hipotetizada e vivenciada pelo cientista, relacione os dados às teorias, construa evidências e avalie as restrições de suas afirmações. Assim, a atividade-chave dos cientistas é confrontar teorias e evidências, e produzir uma afirmação com explicação convincente para um determinado fenômeno da natureza (SCARPA, 2009).

Além desse aspecto, sob o prisma do processo social da ciência, os conhecimentos construídos pelo cientista só se tornam públicos quando são verificados e investigados, de forma crítica, por seus pares. As publicações dependem da revisão de editores e de bancas de examinadores. Todo esse processo de avaliação crítica envolve a argumentação como regra central por parte dos cientistas, que precisam elaborar relações válidas entre dados, teorias e conclusões (SCARPA, 2009).

Segundo Driver et al. (1994), essa abordagem da ciência como produção social de conhecimento indica que a prática discursiva é uma regra central no processo de estabelecimento e transmissão de conhecimentos. Observações e experimentos não são os alicerces sobre os quais a ciência é construída, mas sim a atividade racional de geração de argumentos a partir do conhecimento produzido.

Ao analisar os artigos de três áreas (Biologia, Sociologia e Literatura), Bazerman (1988) concluiu que os textos de Biologia são codificados e fixados, com uma linguagem de rótulos. Além disso, esses artigos são problematizados e compostos no gênero argumentativo, produzindo afirmações que, geralmente, não são discutidas de forma explícita por muitos tipos de referências bibliográficas, exceto para as afirmações feitas e evidências apresentadas que estão diretamente relacionadas ao mote da afirmação.

Bazerman (1988) configura a linguagem presente nos textos dos cientistas como uma escrita estável, definida e apoiada em bases experimentais e evidências. Por exemplo, no

artigo de Watson e Crick, pode-se perceber como são importantes as evidências experimentais para a construção da conclusão dos autores e como essas evidências são produzidas, representadas e aplicadas em cada situação. No final do trabalho experimental, a elaboração do artigo científico usa os dados empíricos para sustentar as afirmações.

Nas considerações finais que são construídas nos relatórios científicos, geralmente, não são apresentadas muitas implicações das afirmações feitas, pois a audiência está dentro do contexto, e supõe-se que conheça o quadro de referências sobre o assunto.

A refutação que aparece na afirmação construída pelo cientista surge como restrição da afirmação com relação aos dados que foram observados e extraídos a partir da observação (BAZERMAN, 1988 e LATOUR, 2000).

Adotando o papel do cientista, indivíduos comprometem-se a criar novas afirmações científicas persuasivas para outros cientistas capacitados e formados no mesmo tipo de conhecimento e com experiência no mesmo tipo de atividade. Eles precisam se debruçar sobre suas leituras, suas experiências empíricas e suas interações com seus pares e, então, usar o sistema simbólico para colocar o fenômeno previsto em símbolos, de maneira consistente, reprodutível, identificável e persuasiva para seus pares.

Ao final de cada período de trabalho, os cientistas escrevem seus relatórios com registros de sua experimentação, que formarão evidências, tornando-se resultados que sustentarão a afirmação científica, justificada pelo conhecimento teórico específico. Esse texto literário produzido é uma ferramenta final que os capacita a convencer os outros de que o que eles fazem é importante, o que eles dizem é “verdade” e o que eles propõem é significativo (LATOUR, 2000 e BAZERMAN, 1988).

*2.5 Os temas científicos e a argumentação*

Nos últimos anos, novas abordagens foram acrescentadas aos estudos sobre ensino e aprendizagem de Ciências, entre as quais se destaca o papel das diferentes linguagens e discursos que circulam na sala de aula (CAPECCHI, 2004; SCARPA, 2002; MORTIMER & MACHADO, 1997 e LEMKE, 1997 e 2001).

Para Sutton (1997), a imagem da ciência transmitida aos estudantes por meio dos livros, laboratórios e aulas está relacionada com a linguagem dos professores. Esse autor defende a utilização da linguagem como um sistema interpretativo, em que as palavras são escolhidas pelo locutor, de acordo com determinado contexto e significado, e cuja intenção é persuadir, e não apenas informar, nomear, descrever ou transmitir. Somente a partir desse sistema linguístico, o aluno poderia compartilhar de uma visão histórica da Ciência, restabelecendo a importância da voz do cientista na construção contínua de um conhecimento sempre inacabado.

Como visto até aqui, um aspecto relevante relativo à cultura científica é a linguagem, e as novas orientações das pesquisas em educação têm mostrado a importante contribuição das investigações que privilegiam a análise da dimensão discursiva dos processos de ensino e aprendizagem de Ciências. Essas pesquisas demonstram o papel da linguagem como elemento fundamental para a aquisição do conhecimento científico escolar (MORTIMER, 2000 e LEMKE, 1997).

Podemos considerar a linguagem como a forma principal de manifestação de uma cultura. Scarpa (2009) aponta que, sem a linguagem, a cultura não se traduz socialmente, uma vez que, sem seus símbolos sociais, a cultura perde legitimidade.

Ao considerarmos a Ciência como uma produção social de conhecimento, podemos inferir que a prática discursiva é uma regra central no processo de estabelecer conhecimentos (DRIVER *et al.*, 2000). A modalidade argumentativa de linguagem se estabelece em inúmeros momentos da produção científica. A partir de argumentos, os cientistas caminham da observação dos dados empíricos à experimentação na produção de hipóteses e, após essa fase, argumentam a partir dos resultados obtidos, como chegaram à determinada conclusão.

No aspecto social da Ciência, os conhecimentos científicos só são validados quando analisados de forma crítica por seus pares. Ao publicar os dados de sua pesquisa, um cientista

sofre críticas de revisores e editores. Todo esse processo se baseia na argumentação científica, que questiona quais bases teóricas o cientista usa para validar a conclusão que produziu a partir dos dados empíricos observados e testados (TONIDANDEL, 2008).

A argumentação aqui é compreendida como a capacidade de conectar dados e conclusões. Essa prática envolve justificar afirmações, escolher entre posições conflitantes, entre evidências mais adequadas para cada caso e também a defesa social de conclusões pessoais e teorias (SADLER e FOWLER, 2006; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE e DÍAZ de BUSTAMANTE, 2003).

Kuhn (1993) propôs que a argumentação fosse um dos tópicos do ensino de Ciências, baseada justamente no modo de funcionamento da ciência. Seria melhor ensinar Ciências mostrando aos alunos como ela é construída ao invés de tentar abarcar todas as inovações científicas no conteúdo curricular da disciplina, o que gera explicações descontextualizadas e desconectadas do pensamento humano.

O raciocínio argumentativo é relevante para o ensino de Ciências, já que um dos fins da investigação científica é a geração e a justificativa de enunciados e ações que buscam a compreensão da natureza, razão pela qual o ensino de Ciências deveria dar a oportunidade de desenvolver, entre outras, a capacidade de raciocinar e argumentar (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE e DÍAZ de BUSTAMANTE, 2003).

Segundo Driver et *al*. (2000), para fornecer uma educação científica adequada para os jovens, é necessário repensar as práticas de ensino de Ciências, de modo a retratar o conhecimento científico como socialmente construído. Para atingir tal objetivo, nós devemos dar mais atenção às práticas discursivas, principalmente à argumentação. A capacidade de apresentar argumentos coerentes e de avaliar outros, principalmente aqueles que são veiculados pela mídia, é importante, considerando que os estudantes devem entender as bases do conhecimento com o qual são confrontados. Além disso, em nossa sociedade contemporânea e democrática, é essencial que os jovens recebam uma educação que os ajude a construir e analisar argumentos relativos às aplicações sociais e implicações éticas da ciência.

A linguagem científica, com suas características particulares, não pode ser dissociada do conhecimento científico em si, pois dá estrutura e mobilidade ao pensamento científico (VILLANI & NASCIMENTO, 2003). Ao contrário do que os estudantes acreditam, os

cientistas não fazem descobertas a partir de suas experiências, mas sim constroem novas ideias a partir de suas experiências se utilizando da linguagem científica como base (SUTTON, 2003).

### *2.6 Os temas sociocientíficos e a argumentação*

Os pesquisadores da área definem questões sociocientíficas como dilemas sociais com relações conceituais, procedimentais ou tecnológicas com a ciência. (Sadler, 2004; Sadler e Zeidler, 2004). Elas são de natureza geralmente polêmica ou controversa, podem ser consideradas por uma série de perspectivas, não possuem conclusões simples e, na maioria das vezes, envolvem aspectos morais e éticos.

Seguindo esses parâmetros, diversos temas relacionados à saúde, à biotecnologia e à genética, à responsabilidade ambiental e aos impactos de tecnologias podem ser considerados sociocientíficos. Para Sadler (2004), a ciência e a sociedade não representam entidades independentes, mas, pelo contrário, todos os aspectos da ciência são inseparáveis da sociedade da qual eles surgem. A importância das questões sociocientíficas na sociedade contemporânea evidencia que há uma necessidade de melhorar e aprofundar a compreensão dos cidadãos sobre a natureza do conhecimento científico.

Aikenhead (1985) considera que a informação científica leva consigo juízos morais e políticos sobre, por exemplo, o que constitui uma interpretação aceitável dos fatos. Assinala que há valores éticos, ideológicos e culturais relacionados aos contextos sociais da ciência, e propõe também haver um espectro de questões científicas, mais ou menos, carregadas de valores.

Perante essa situação, Costa (2008) discorre a respeito da necessidade das escolas estimularem os estudantes ao uso de uma racionalidade crítica e argumentativa que os capacite para desempenhar um papel ativo e construtivo no desenvolvimento da própria sociedade. Torna-se importante formar cidadãos responsáveis com capacidade crítica, que possam avaliar a informação recebida, que estejam conscientes do impacto dos seus procedimentos e dos outros, e que sejam capazes de argumentar com fundamento na hora de tomarem decisões.

Muitos trabalhos na área de ensino de Ciências relacionados argumentação tem se dedicado a compreender quais são as características dos argumentos formulados pelos alunos em assuntos dessa natureza.

Kuhn (1993) destaca que assuntos sociocientíficos são interessantes para criação de atividades argumentativas no ensino de Ciências, já que são assuntos nos quais as pessoas se enxergam como competentes para manter opiniões e fazer julgamentos. Patronis *et al*. (1999) acrescentam que a interação dos diferentes tipos de argumentos na discussão dos estudantes é essencial para que os alunos encarem a complexidade das questões sociais.

Sadler (2004) realizou uma extensa revisão a respeito dos temas sociocientíficos aplicados ao ensino de Ciências. Descreveu que parte dos estudos existentes envolve análise dos argumentos após instrução explícita dos sujeitos sobre argumentação e questões sociocientíficas. Tais trabalhos revelam duas tendências diferentes: aumento no nível de conhecimento científico sem melhorias nas habilidades argumentativas (Kortland, 1996), e; melhorias relacionadas tanto em relação à aquisição de conhecimento científico quanto ao desenvolvimento de habilidades argumentativas. (Zohar e Nemet, 2002).

Kortland (1996) investigou a argumentação de alunos de 13 e 14 anos, discutindo a respeito de questões ambientais relativas à destinação de resíduos e reciclagem. Os alunos ofereceram critérios válidos para dar suporte às afirmativas, mas não forneciam refutadores e argumentos com clareza. O autor concluiu que os estudantes possuíam a habilidade de construir um argumento básico, apesar de notar limitações no que se refere à alcance, à clareza e a aplicações dos argumentos apresentados. O nível dos argumentos se manteve o mesmo após uma intervenção focada em formação de argumentos e conteúdo, mas o entendimento da questão sociocientífica foi melhorado, levando a decisões mais coerentes.

Zohar e Nemet (2002) observaram resultados melhores tanto na argumentação quanto no entendimento conceitual. Nessa pesquisa, os alunos foram expostos a uma intervenção com conceitos relacionados à Engenharia Genética. Os autores também elegeram um grupo experimental, para o qual foi fornecida instrução explícita sobre habilidades argumentativas, além do conteúdo de genética.

Nesse estudo, testes anteriores à intervenção mostraram que a maioria dos alunos conseguia formular argumentos simples, definidos como afirmativas sustentadas por alguma justificação, apesar de apenas alguns fazerem referência a conhecimentos específicos e

corretos de Biologia para sustentarem suas posições. Após a fase instrucional, todos os alunos melhoraram seus conhecimentos de genética, sendo que aqueles que receberam instruções sobre argumentação tiveram melhores notas. Além disso, o grupo experimental demonstrou melhoria qualitativa no uso de habilidades argumentativas, mostrando que um currículo desenhado adequadamente integrando conteúdo sociocientífico e argumentação pode melhorar tanto o entendimento conceitual como a própria capacidade argumentativa dos alunos.

No trabalho de Sadler (2004), o autor aponta também para outra vertente dos estudos com argumentação sociocientífica: aqueles nos quais não é oferecida instrução explícita sobre habilidades argumentativas aos sujeitos, mas sim a análise dos argumentos a partir da exposição e discussão dos temas sociocientíficos. Dois exemplos típicos dessa área são os trabalhos de Patronis et al. (1999) e Jiménez-Aleixandre et al. (2000).

Patronis et al. (1999) estudou uma situação em que alunos gregos da faixa de 14 anos discutiam a respeito de um problema referente ao planejamento de uma estrada a ser construída perto da escola. De forma contrária aos resultados de Kortland (1996), aqui, os estudantes parecem desenvolver argumentos bem formulados sobre questões sociocientíficas.

Baseados no padrão de argumento desenvolvido por Toulmin (1958), os autores identificaram argumentos qualitativos, semiquantitativos ou quantitativos.

Argumentos qualitativos poderiam ser considerados como ferramentas de pensamento baseadas em aspectos sociais, ecológicos, econômicos ou práticos da situação discutida. Geralmente também envolvem valores, como conservação do ambiente natural, importância do dinheiro, felicidade pessoal ou bem-estar coletivo. Argumentos semiquantitativos seriam representados quando os estudantes utilizam quantidades variáveis, isoladamente ou em relações. Tal dimensão seria importante por ajudar o estudante a focalizar os aspectos essenciais de uma questão, sem envolver a complexidade de relações exatas. Por fim, argumentos quantitativos apresentariam cálculos baseados em fórmulas ou estimativas, presentes no referido estudo quando os alunos discutiam o desenho de uma ponte, por exemplo.

Patronis et al. (1999) concluíram que os alunos são aptos para formular argumentos e atingir decisões quando encontram uma situação com a qual realmente estão envolvidos.

Assim, ligações pessoais com as questões discutidas poderiam levar a habilidades argumentativas melhoradas.

Jiménez-Aleixandre et al. (2000) analisaram alunos em pequenos grupos discutindo questões relacionadas à genética. Dois aspectos principais foram observados nas interações: as “operações argumentativas” e as “operações epistêmicas”. As primeiras representavam a estrutura dos argumentos dos estudantes como definida por Toulmin (1958), composta por dados, garantias, conclusões, apoios, qualificadores e refutadores. A análise das operações epistêmicas concentrava-se no tipo de conhecimento ou operação cognitiva usada em um argumento, como, por exemplo, procedimentos explicativos, relações causais, definições, classificações, consistência, plausibilidade, apelos a analogias, exemplares e autoridade, todas que podem ser interpretadas como características dos processos de construção de conhecimento em ciências experimentais.

As discussões nos pequenos grupos de alunos mostraram variados padrões de argumentação no que se refere à qualidade. Os argumentos variaram de sofisticados, quando incluíam justificações e apoios, a simples, quando continham afirmativas isoladas sem o suporte de dados ou apoios. No geral, a maioria dos argumentos apresentados não era de boa qualidade, havendo baixa ocorrência de garantias e nenhum qualificador ou refutador. Os alunos se mostraram limitados em termos de operações epistêmicas também, com a maioria de seus argumentos focando em relações de causalidade e apelos a analogias, enquanto poucos se preocuparam com questões de consistência e plausibilidade.

Segundo Jiménez-Aleixandre e Agrasso (2006), a resolução de problemas sociocientíficos, suscita perguntas sobre o que os diferencia dos problemas científicos convencionais, entre elas: quais conhecimentos são necessários para um posicionamento em problemas desta natureza?

Sobre a natureza dos dilemas sociocientíficos e os conhecimentos que são requeridos para sua resolução, Jiménez e Pereiro (2002) indicam que os valores são uma base importante para emitir um juízo, mas também é necessário o conhecimento conceitual para comparar as vantagens e desvantagens das opções. Os valores não podem se desenvolver num vazio desconectado do conhecimento escolar.

Esta perspectiva é complementar à de Sadler e Zeidler (2004), para quem as dimensões científicas não bastam, e que as implicações sociais e morais das decisões

relacionadas com a pesquisa científica também devem ser levadas em consideração. Sadler, e Zeidler (2004) mostram que os estudantes confiam mais nas informações, fatos e dados que confirmam as suas crenças.

Jiménez-Aleixandre et *al.* (2004) assinalam em seu estudo sobre um dilema socioambiental aplicado a uma situação de ensino que, para os alunos decidirem entre as predições, é necessário apelar aos conceitos científicos. Suas decisões também envolvem contrastar hierarquias de valores ambientais em face de valores econômicos, avaliarem decisões políticas e considerar aspectos afetivos.

A argumentação dos alunos sobre dilemas sociocientíficos apresenta algumas características particulares, além da resistência em abandonar as crenças mostrada por Sadler (2004), por exemplo, os argumentos combinam justificações de distintos campos.

Utilizando um referencial teórico apoiado na Sociologia e na Antropologia, Simonneaux (2000), analisando argumentos sobre Biotecnologia, mostra que os campos disciplinares em que se apoiam os argumentos são Ciência, Economia, Ecologia, Política e Medicina, entretanto estavam ausentes aspectos legais, éticos e genéticos. O autor também destaca que outro aspecto importante é a influência dos meios e dos debates públicos na argumentação dos estudantes, e as dificuldades para que possam construir o seu próprio discurso.

## *2.7 Referenciais teóricos para a análise dos dados*

Neste tópico, buscaremos abordar os referenciais teóricos que permitirão identificar e analisar os componentes contemplados nos nossos objetivos.

Para permitir uma analise estrutural dos argumentos produzidos pelos alunos em situação de discussão, utilizaremos o modelo de argumento proposto por Toulmin (2006) em que o autor descreve um *layout* para a estrutura de argumentos. E utilizaremos também os referencias que buscam identificar as operações epistêmicas da Ciência relacionadas à justificação e explicação.

### *2.7.1 Estrutura de argumento de Toulmin*

Partindo da premissa de que a argumentação é uma prática humana, Stephen Toulmin, em sua obra intitulada "*Os usos do argumento*", desenvolveu um padrão para a análise de argumentos que identifica, além dos elementos básicos que os compõem, as relações entre esses elementos. Um esquema de argumento completo, segundo Toulmin, (2006) é demonstrado a seguir:

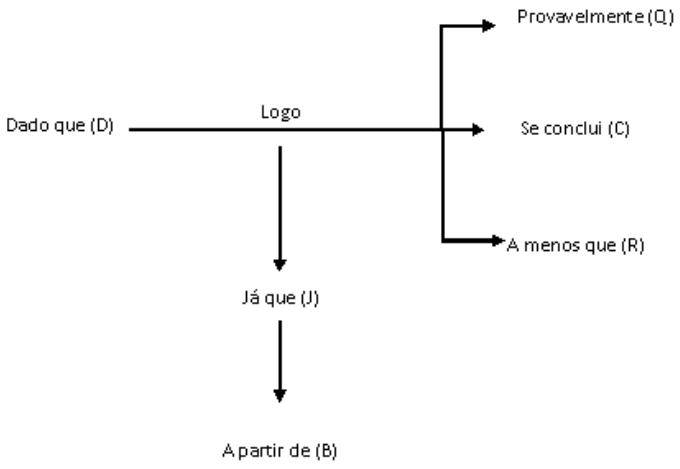


**Figura 1 Layout de argumento (Toulmin, 2006).**

Os elementos básicos de um argumento, segundo tal padrão, são o *dado*, a *conclusão* e a *justificativa*. É possível apresentar um argumento contando apenas com estes elementos, em que a estrutura básica é: "a partir de um dado D, já que J, logo C".

Podemos, então, definir que os dados são os elementos que fundamentam as conclusões, as conclusões são as afirmações cujos méritos se procura estabelecer; e, são as justificativas que nos permitem entender o raciocínio utilizado na passagem de dado às conclusões.

As justificativas são as informações a partir das quais argumentamos, são informações gerais relacionadas ao campo em que as conclusões devem ser estabelecidas.

Além dos elementos já citados, a justificativa, que apresenta um caráter hipotético, pode ser apoiada em uma alegação categórica baseada em uma lei, por exemplo, ou em alguma especificação científica. Essa alegação que dá suporte à justificativa é denominada *conhecimento básico* (B). O conhecimento básico é uma garantia baseada em alguma autoridade, uma lei jurídica ou científica, por exemplo, que fundamenta a justificativa. O conhecimento básico (B) dá aval às justificativas, dando autoridade a essas, ou seja, apoia as justificativas do argumento.

Para que um argumento seja considerado completo, pode-se especificar em que condições a justificativa apresentada é válida ou não, indicando um “peso”. Assim, podem ser acrescentados ao argumento qualificadores modais (Q), ou seja, especificações das condições necessárias para que uma justificativa seja válida. Da mesma forma, é possível especificar em que condições a justificativa não é válida ou suficiente para dar suporte à conclusão. Nesse caso, é apresentada uma refutação (R) da justificativa. Os qualificadores e as refutações dão os limites de atuação de uma determinada justificativa, complementando a ligação entre dado e conclusão.

Observamos, com isso, o seguinte exemplo:

Podemos considerar que as orcas são mamíferos?

Poderíamos afirmar que, certamente, sim, da seguinte maneira: dado que a orca é um cetáceo e que os cetáceos são mamíferos, conforme o sistema de classificação atual, então,

certamente, podemos concluir que as orcas são mamíferos, exceto se uma orca botar ovos e não produzir leite.

Com este exemplo, podemos ilustrar, de acordo com o padrão de argumentação proposto por Toulmin, a seguinte estrutura argumentativa:

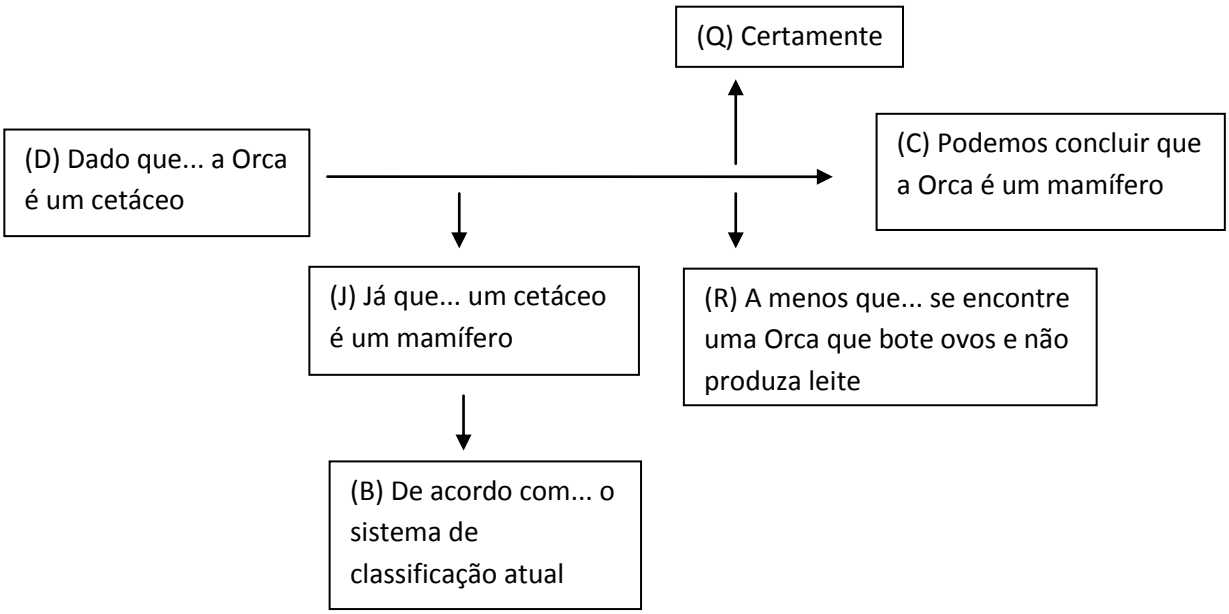


Figura 2: Exemplo de argumento de acordo com Toulmin (2006).

No exemplo acima, o Dado (D) e a Conclusão (C) se encontram relacionados pela justificativa (J), que nos permite verificar uma generalização do dado sustentada por uma teoria do campo científico (B).

### *2.7.2 Caracterizando as explicações através das operações epistêmicas*

Nosso ensaio inicial de análise dos dados nos mostrou que apenas a identificação dos elementos constantes nos argumentos não é suficiente para caracterizar o conhecimento mobilizado pelos alunos na formulação de seus argumentos.

Para tanto, apoiaremo-nos nos trabalhos que analisam as interações discursivas sob a ótica das práticas epistêmicas. O interesse por tal referencial de análise se deu inspirado no estudo de Jiménez-Aleixandre et al. (2000) em que os autores utilizam as práticas relacionadas aàprodução, comunicação e avaliação na ciência para analisar situações de ensino. As análises de Jimenez-Aleixandre et al. (2000) evidenciaram aos autores, através da identificação dos operadores epistêmicos, aspectos da cultura e do conhecimento científico presentes nas falas dos alunos.

Acreditamos que a identificação dos operadores epistêmicos seja eficiente para a identificação e a diferenciação do conhecimento científico dos demais tipos de conhecimento que, eventualmente, surgem nos argumentos dos alunos

Os autores consideram que compreender a dimensão epistêmica na aprendizagem em Ciências permite avaliar de que forma os alunos compreendem e aplicam o conhecimento científico na (re)construção e avaliação desse em situações de aprendizagem em ciência.

Nos últimos anos, diversas pesquisas vêm utilizando as operações epistêmicas como ferramenta de análise das interações que ocorrem nas aulas de Ciências como Sandoval (2005), Sandoval e Morrison (2003), Kelly (2005) e Jiménez-Aleixandre et *al*. (2000).

Em linhas gerais, as operações epistêmicas podem ser definidas com as práticas envolvidas na produção, comunicação e avaliação do conhecimento. Kelly (2005) define práticas epistêmicas como as formas específicas em que os membros de uma comunidade propõem, justificam, avaliam e legitimam enunciados de conhecimento num determinado marco disciplinar.

Há um crescente interesse de pesquisas em torno de aspectos epistêmicos no ensino de Ciências justificado pela premissa de que este não deve se restringir apenas a promover no aluno aquisição de conceitos, procedimentos e atitudes, mas também possibilitar uma compreensão acerca da natureza da Ciência. Nessa perspectiva, espera-se que a Ciência seja compreendida como uma prática situada socialmente, em que os cientistas elaboram e negociam valores para o que podem ser consideradas como questões apropriadas, métodos e respostas adequadas. Tais práticas são, portanto, inerentemente epistêmicas.

Para Jiménez-Aleixandre (2006), a construção do conhecimento científico é uma atividade epistêmica, na qual são relevantes os *critérios* acerca de que conhecimento é aceitável. Aprender Ciências é ser aprendiz das práticas discursivas da comunidade científica escolar uma vez que a essa aprendizagem inclui uma linguagem própria e critérios para avaliar conhecimentos e métodos. Para a autora, as operações epistêmicas podem ser consideradas uma das dimensões da apropriação da linguagem científica.

Tal concepção de Ciência é ancorada, principalmente, em estudos da Filosofia da Ciência, como Brown (1977), e estudos sociológicos da ciência profissional, os quais apresentam descrições de investigações científicas reais conduzidas em laboratórios, como Latour (1987) e Latour e Woolgar (1986). Esses estudos apresentam a Ciência como prática que se sustenta em critérios estabelecidos discursivamente, os quais dão legitimidade aos modos de produção e natureza dos seus conhecimentos, de modo que estes possam ser avaliados e aceitos como tal pela comunidade científica.

Jimenez-Aleixandre et al. (2000) explicam que as operações epistêmicas são aquelas relacionadas às práticas de divulgação e avaliação do conhecimento científico, tais como procedimentos explicativos, relações causais, analogias, comparações, entre outras.

Existem diversas categorias elaboradas por muitos autores. Algumas das operações epistêmicas estão relacionadas com a produção do conhecimento, como a manipulação de objetos e instrumentos, a observação, e a construção e interpretação dos dados. Outras operações epistêmicas se associam à divulgação e avaliação do conhecimento. Essas estão relacionadas à como o cientista confronta dados com os conhecimentos produzidos e elabora suas explicações e conclusões.

O presente estudo utiliza categorias elaboradas por Jiménez-Aleixandre et al. (1998), que são aquelas associadas com o trabalho de explicação e justificação dos cientistas.

Nossas categorias de análise relacionadas às operações epistêmicas estão descritas a seguir.

**Definição:** Conforme os autores, há diferentes instâncias de definição. Em algumas ocasiões, está relacionada a termos e conceitos em referências como livros, aulas ou no material de consulta. É possível verificar também, a utilização de definições quando há a aplicação de conceitos para promover explicações.

Para efeito de análise dos dados nesta pesquisa, consideramos **definição** como sendo a enunciação explícita de conhecimento científico conceitual na fala dos alunos. Tal categoria nos possibilitará verificar a presença ou ausência de conceitos científicos nas falas dos alunos.

**Explicações:** Em linhas gerais, nas situações em que ocorrem explicações, pode-se observar o resgate de conhecimentos ou a associação com conhecimentos prévios para efetuar uma explicação.

Esta categoria está subdividida em duas subcategorias:

Apelo ao objeto – quando se utiliza das características de um objeto ou organismo para realizar uma explicação. Apelar ao objeto significa resgatar aspectos relacionados a cor, características físicas, propriedades, qualidades e particularidades de organismos, objetos, ou procedimentos na elaboração de uma explicação;

Apelo à autoridade - apelar ao discurso de autoridade, como do professor ou do material de apoio.

**Coerência:** Os autores afirmam que a coerência é um importante operador epistêmico em ciências naturais, porque, a fim de compreender o mundo natural, existe a necessidade de reconhecer a universalidade das explicações. A coerência em uma explicação implica em reconhecer as generalizações em uma determinada área, ou seja, em um conjunto de princípios que serão necessários para sustentar uma explicação

Isso é necessário para associar fenômenos e fatos a teorias. Em sua pesquisa, quando os alunos realizam conexões entre os fatos e o conhecimento científico, considera-se que sua afirmação é coerente. Caso os alunos demonstrem conhecimentos e fatos, ou realizem conexões entre estes, diferentes daqueles relacionados com a ciência, considera-se que esses estejam realizando afirmações coerentes com outros saberes.

**Plausibilidade:** Os autores descrevem que a plausibilidade está associada ao tipo de explicação enunciada em um determinado campo. A plausibilidade está associada à avaliação e aplicação de conhecimentos do campo em questão. Tem a ver com o que Toulmin (2006) associa com campo-dependência. Uma explicação é plausível em Ciência quando carrega explicações e conceitos razoáveis e aceitos pela comunidade científica. Na ciência, quando uma explicação carrega explicações distantes do campo científico, consideram-se tais explicações, implausíveis.

Para tornar mais claro nosso sistema de classificação, podemos resgatar nosso exemplo anterior:

*As Orcas são cetáceos e os cetáceos são mamíferos, conforme o sistema de classificação atual, então, certamente as orcas são mamíferos, exceto se uma orca botar ovos e não produzir leite.*

Podemos verificar no trecho: "*As orcas são cetáceos"*, o reconhecimento e a aplicação de um conceito, portanto, de acordo com nosso critério de análise, o classificaríamos como definição.

Já no trecho: "*conforme o sistema de classificação atual"* se observa o apelo à autoridade, que, neste caso, remete-se ao sistema de classificação biológica. Nosso universo de análise se restringe a situações de sala de aula, assim, o mais esperado é que o apelo à autoridade mais presente seja o discurso da professora, dos manuais de ensino, dos textos didáticos ou demais atores do processo de ensino. O mesmo trecho também demonstra coerência com o saber científico uma vez que há relação com os princípios científicos de classificação biológica atuais.

No trecho "*exceto se uma orca botar ovos e não produzir leite*", nota-se o apelo a atributos do objeto, neste caso, a características dos mamíferos, ou seja, há o reconhecimento que mamíferos possuem a capacidade de produzir leite e que não botam ovos em seu processo reprodutivo.

Tomemos um contra exemplo:

*A primeira descrição de uma Orca foi da autoria de Plínio, na sua História Natural, escrita cerca de 50 a.C. Ao assistir à matança pública de uma Orca encalhada no porto de Roma, Plínio escreveu: "As Orcas (cuja aparência não há imagem que consiga expressar, não era mais que uma enorme massa de carne selvagem com dentes) são inimigas das outras baleias. Atacam-nas e rasgam-lhes a carne como navios de guerra em golpes bélicos."*

No trecho inicial deste exemplo: *"A primeira descrição de uma Orca foi da autoria de Plínio, na sua História Natural, escrita cerca de 50 a.C."*, verificamos o apelo à autoridade, a primeira descrição das Orcas data de 50 a. C. e é de autoria de Plínio.

Há o apelo às características de comportamento das Orcas em outro trecho *"As Orcas (cuja aparência não há imagem que consiga expressar, não era mais que uma enorme massa*

*de carne selvagem com dentes) são inimigas das outras baleias*, assim, verificamos o apelo às características do objeto, neste caso, características das Orcas.

Em um último exemplo, podemos citar Gênesis 1:21: "*E Deus criou grandes baleias*" no qual podemos verificar uma afirmação referente a um campo distinto da Ciência. Assim, podemos classificá-lo como coerente com outros saberes, pois está em desacordo com as teorias científicas de origem da vida. Podemos verificar também que os conhecimentos expressos no trecho acima são implausíveis do ponto de vista científico.

Os exemplos acima ilustram como nossas categorias de análise nos permitem verificar a aquisição ou o resgate do conhecimento científico e também uma diferenciação do conhecimento científico de outros nas falas dos alunos.

O quadro a seguir demonstra, sinteticamente, nossas unidades relacionadas às operações epistêmicas analisadas.

| Operação epistêmica | | Implica em |
|---|---|---|
| Definição | | Indicação ou aplicação de conceitos |
| Explicação | Recorrer ao objeto | Atributos do objeto ou de organismos como exemplos |
| | Recorrer à autoridade | Referência ao material didático, professor ou outros recursos de aprendizagem. |
| Coerência | Com o saber científico | Conexão coerente com o conhecimento científico |
| | Com outros saberes | Conexão coerente com outros conhecimentos |
| Plausibilidade | Plausível | Explicações aceitáveis do ponto de vista científico |
| | Implausível | Explicações não aceitas do ponto de vista científico |

**Tabela 1: síntese das categorias de análise dos operadores epistêmicos**

## 4. Metodologia

Esta pesquisa é de natureza qualitativa e investigou sequências de aulas de Biologia. Tais sequências incluíram tópicos em Citologia, Biologia Molecular, Biotecnologia e Bioética, contemplando assuntos de cunho científico e sociocientífico. A delimitação deste estudo envolve vários aspectos, como descrito a seguir.

### *4.1 A Escola*

A coleta de dados foi realizada na Escola de Aplicação da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

A escola possuía, em 2008, cerca de 740 alunos. Esses alunos são aceitos e matriculados a partir de um sorteio: um terço das vagas é reservado aos filhos de funcionários da Universidade, um terço aos filhos de professores da Faculdade de Educação e um terço para demais interessados da comunidade próxima à Universidade.

As salas de aula são denominadas salas ambiente, ou seja, cada disciplina possui uma sala específica para a realização das aulas. No caso da disciplina na qual foram desenvolvidas as atividades de coleta de dados relacionadas a esta pesquisa, a sala se configura ampla, com duas bancadas para as atividades de laboratório ao fundo, como é demonstrado nas figuras 1 e 2. As carteiras ficam na frente, onde há a lousa, como demonstra a figura 3.

Figura 3: Sala de aula

Figura 4: Sala de aula

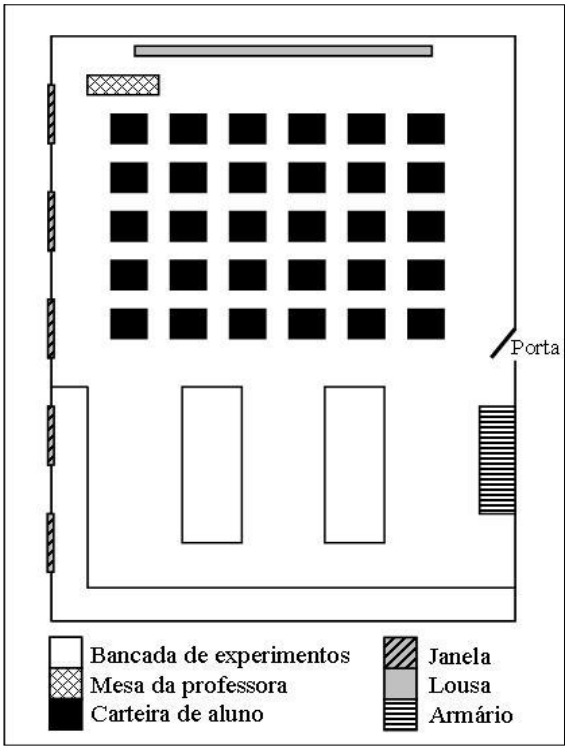


Figura 5: Planta da sala de aula extraída de Tonidande (2008)

*4.2 A professora e os alunos*

A professora da turma acompanhada durante a coleta de dados é Licenciada em Ciências Biológicas e Doutora em Educação. Durante o período de coleta de dados, ela também se encontrava em atividade de pesquisa, além de ser integrante do grupo de estudos do qual faço parte.

Foram acompanhadas para coleta de dados duas turma do 3º ano do Ensino Médio da referida escola. A faixa etária média dos alunos era de 17 anos de idade.

*4.3 As aulas e a Sequência de Ensino*

As aulas acompanhadas para a coleta dos dados deste estudo apresentaram uma diversidade de ações e ocorreram ao longo de dois períodos. O primeiro, entre os meses de abril e maio de 2008, como demonstra a tabela 2; e o segundo período entre os meses de setembro e novembro do mesmo ano, como pode ser observado na tabela 3. Foram, então, utilizadas duas sequências didáticas da professora como “cenário” para a coleta e registro das interações entre alunos e professora.

| DATA | CONTEÚDO | ATIVIDADE |
|---|---|---|
| 02/04/08 | O estabelecimento da teoria celular e sua relação com hereditariedade | **Discussão de roteiro de leitura do texto "A descoberta da célula"** |
| 07/04/08 | O estabelecimento da teoria celular e sua relação com hereditariedade | **Continuação da discussão das questões sobre o texto.** |
| 09/04/08 | ▪ ciclo celular<br>▪ estrutura do núcleo celular<br>▪ organização dos cromossomos durante o ciclo celular | **Aula expositiva com apresentação em *slides*.** |
| 14/04/08 | ▪ classificação dos cromossomos<br>▪ cariótipo e idiograma<br>▪ doenças cromossômicas | **Aula expositiva com apresentação em *slides*.**<br>**Atividade para casa: montagem de idiograma (cariótipo) com diagnóstico de síndromes.** |
| 16/04/08 | Aspectos históricos sobre a elucidação da estrutura do DNA. | **Aula expositivo-dialogada baseada na ficha: "A descoberta do DNA".** |
| 23/04/08 | Aspectos históricos da determinação do DNA como sendo o portador das informações hereditárias. | **Aula expositivo-dialogada baseada na ficha: "A descoberta do DNA".** |
| 28/04/08 | Aspectos históricos da determinação do DNA como sendo o portador das informações hereditárias. | **Atividade em grupo com discussão da questão:**<br>**Por que as conclusões dos experimentos 1 e 2 (que o DNA é o princípio transformante em bactérias e que o DNA de vírus penetra em bactérias) permitem afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias?** |
| | | |
| 30/04/08 | Aspectos históricos da determinação do DNA como sendo o portador das informações hereditárias. | **Discussão com a sala inteira sobre a questão discutida em grupo da aula anterior.** |
| 05/05/08 | Estrutura do DNA e do RNA. | **Montagem de modelo do DNA e do RNA em grupos.** |
| 07/07/08 | **Avaliação individual sem consulta.** | |

Tabela 2: Sequência de aulas de Biologia para coleta de dados

| DATA | CONTEÚDO | ATIVIDADE |
|---|---|---|
| **01/10** | Introdução aos conteúdos relacionados à Biotecnologia | **Discussão sobre as obras "Gatacca" e "Admirável Mundo Novo"** |
| **03/11** | Clonagem – técnicas e diferentes aplicações | **Leitura do artigo "Admirável mundo novo da clonagem"** |
| **05/11** | Temas gerais em Biotecnologia – Clonagem, Organismos Transgênicos, células-tronco. | **Resolução de questões** |
| **10/11** | Temas gerais em biotecnologia – Clonagem, Organismos Transgênicos, células-tronco. | **Discussão e correção das questões** |
| **17/11** | Temas gerais em Biotecnologia – Clonagem, Organismos Transgênicos, células-tronco. | **Discussão e correção das questões** |
| **19/11** | Utilização de células-tronco | **Organização dos grupos para a atividade de júri simulado.** |
| **24/11** | **Utilização de células-tronco** | **Atividade de Júri simulado** |

**Tabela 3: Seqência de aulas de Biologia para coleta de dados**

Essas sequências didáticas versavam sobre temas teóricos referentes aos conteúdos de Citologia e Biologia Molecular, tais como: conceito e histórico de célula, ciclo celular, estrutura nuclear, organização cromossômica, modelo e estrutura de DNA, hereditariedade e aspectos de caráter sociocientífico, tais como Biotecnologia e Bioética.

### *4.4 Coleta de dados*

Dada a complexidade do fenômeno de ensino-aprendizagem, foram utilizadas duas diferentes formas para registrar as atividades dos estudantes durante a pesquisa: gravação em vídeo, com três filmadoras, e gravação em áudio, com pequenos gravadores.

Duas câmeras filmadoras ficaram fixas, em tripés, focalizando toda a sala de aula, uma delas possibilitou a visão frontal da sala e a outra a visão posterior da sala de aula.

A outra filmadora, móvel, foi utilizada com o intuito de gravar as ações dos estudantes em seus grupos, durante todos os contextos das sequências didáticas. Esta mostrou ser também uma forma de coletar outros tipos de linguagem, como a gestual, e a participação em diferentes momentos dos indivíduos em aula.

De forma simultânea, foram distribuídos pela sala de aula, durante a coleta de dados referentes aos discursos dos alunos, gravadores de áudio, para garantir a audição das discussões na análise dos dados.

Os dados utilizados por este estudo são resultantes das aulas dos dias 28 e 30/04/2008 e dos dias 19 e 24/11/2008.

Os dados coletados, conforme autorização da direção da escola, encontram-se arquivados no laboratório de ensino de Biologia da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo e disponíveis para futuras pesquisas.

### *4.4.1 Nosso recorte de análise de dados*

Dentro das sequências didáticas expostas, duas atividades foram identificadas como nosso recorte de análise de dados. A primeira delas, no primeiro período de coleta de dados, ocorreu entre os dias 28 e 30/04/2008, e a outra, no segundo período, entre os dias 19 e 24/11/2008.

Nosso material para análise resultou do segundo momento da primeira atividade e do segundo momento da segunda.

Em ambos os casos, identificou-se que os alunos teriam que formular seus argumentos com uma estrutura argumentativa similar nos dois problemas propostos. A professora da turma forneceu as conclusões a que os alunos deveriam chegar e, em ambos os problemas, os alunos deveriam levantar dados e hipóteses, justificá-las e estas deveriam ser plausíveis e coerentes com as conclusões já definidas.

### *4.5 Contexto das aulas investigada – delimitando nosso recorte para análise dos dados*

#### *4.5.1 Atividade versando sobre temática científica*

A aula foi desenvolvida em nosso primeiro momento de coleta de dados, entre os dias 28 e 30 de abril de 2008.

A atividade foi elaborada e conduzida pela professora da turma em três momentos. No primeiro, a professora leu em conjunto com a classe os tópicos I e II de um texto didático com conteúdo de história da Ciência, conforme demonstrado a seguir.

Aplicação FEUSP

**Escola de Aplicação da FEUSP**

**I. Determinação dos componentes do núcleo**

a) 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**.
b) 1889 – Richard Altmann confirmou a natureza ácida desse composto, chamando-o de **ácido nucleico**.
c) De 1880 a 1900 – verificou-se que o ácido nucleico continha **bases nitrogenadas** (adenina, timina, citosina e guanina) e **carboidratos** (do tipo pentose, com cinco carbonos).
d) 1900 – verificou-se a existência de dois tipos de ácidos nucleicos: um com a base nitrogenada **uracila** e o carboidrato **ribose** – **á**cido **ri**bo**n**ucleico (**RNA**) e outro com a base **timina** e o carboidrato **desoxirribose** – **á**cido **d**esoxirribo**n**ucleico (DNA).

1912 – Phoebis Levene e Walter Jacobs concluíram que 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).

**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.

1. 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, conseguiram-se amostras com apenas 0,02% de proteínas.

2. 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 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.

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?

a) 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.

b) 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 **antiparalelas**, 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**.

No segundo momento da aula, os alunos foram divididos em pequenos grupos com a tarefa de discutir com base nas informações contidas no texto lido coletivamente a seguinte questão proposta pela professora da turma: "*Por que os experimentos I e II permitem concluir que o DNA é o portador das informações hereditárias?"*.

O terceiro momento da atividade se configurou por uma discussão coletiva da sala para a socialização das observações realizadas na ocasião anterior.

Como dito anteriormente, os alunos tinham conclusões fechadas para os argumentos formulados. A professora, no momento em que propõe a atividade, fornece a conclusão de que *"o DNA é o portador das informações hereditárias".*

*4.5.2 Atividade versando sobre temática sociocientífica*

A aula foi desenvolvida em nosso segundo período de coleta de dados entre os dias 19 e 24 de novembro de 2008.

A aula se baseou em uma atividade denominada júri-simulado. Esse tipo de atividade permite o debate acerca de um tema definido, levando os participantes a tomar um posicionamento, exercitar a expressão, o raciocínio e o amadurecimento do senso crítico.

O tema discutido nessa atividade foi a ADIN – ação direta de inconstitucionalidade sobre o artigo 5º da Lei de Biossegurança (Lei 11105/05), que permite a utilização, para fins de pesquisa, de células-tronco embrionárias fertilizadas *in vitro*.

A ação direta de inconstitucionalidade foi aditada no Supremo Tribunal Federal pelo então procurador geral da união Cláudio Fonteles, pois ele entendia que as pesquisas com células-tronco embrionárias feriam o direito constitucional à vida.

A regulamentação de tal artigo prevê que embriões oriundos de tratamentos de fertilização assistida, quando não utilizados e congelados há três anos ou mais e com a devida autorização do casal, sejam doados para pesquisas com células-tronco.

No ano em que foi realizada a nossa coleta de dados, este era um tema em evidência, pois o que os alunos simularam em uma atividade didática foi, de fato, debatido e votado no Supremo Tribunal Federal para a regulamentação de tal artigo.

A atividade se desenvolveu em dois momentos:

No primeiro momento, os alunos foram divididos em seis grupos para discutirem o tema. O posicionamento dos grupos foi estabelecido previamente pela professora, ou seja, dos seis grupos existentes, três deveriam se posicionar favoráveis e três grupos deveriam se posicionar contrários a ADIN, de modo que os alunos deveriam utilizar argumentos para sustentar tais pontos de vista.

Todos os alunos foram orientados a pesquisarem livremente informações contrárias e favoráveis nas mais variadas fontes para estruturarem seus argumentos.

O segundo momento da atividade se configurou pela atividade de júri. É neste momento em que se concentram nossas análises deste conjunto de dados

Os seis grupos foram separados em lados opostos da sala de aula, de um lado, os favoráveis à ADIN e, do outro, os grupos dos contrários.

Foi dado a cada grupo um tempo estabelecido de cinco minutos para que fizessem suas arguições e destacassem seus argumentos para sustentar suas teses.

Foram destacados, ainda, cinco alunos, que formavam o grupo dos jurados que, ao final das arguições, deveriam votar e justificar seus votos favoráveis ou contrários à ação direta de inconstitucionalidade.

*4.4 Compilação e análise de dados*

Como segunda etapa de pesquisa, as interações resultantes dessas duas aulas foram transcritas e codificadas conforme anexos I e II.

As interações verbais foram avaliadas quanto aos elementos que caracterizam os argumentos conforme o padrão de Toulmin (2006), dando especial atenção às características dos elementos *dado, justificativa* e *conclusão* dos argumentos formulados.

Aos argumentos destacados, foram aplicadas as categorias inspiradas em Jiménez et al. (1998) destacadas nos nossos referenciais para análise dos dados.

Os dados se encontram apresentados em tabelas como no exemplo a seguir, seguidos por nossos comentários.

| Turno | Pessoa | Fala | Operador Argumentativo | Operador Epistêmico |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

Tabela 4: quadro exemplo da apresentação dos dados

**Turno**: Sequência de falas enunciadas ao longo da discussão

**Pessoa**: Agente do discurso – Aluno e professor

**Fala**: Discurso enunciado

**Operador Argumentativo**: Elementos referentes ao *Layout* do argumento de Toulmin (2006).

**Operador Epistêmico**: Categorias de análise inspiradas em Jiménez et al. (1998)

# 5. Dados obtidos e Discussão

Nesta seção, apresentaremos os dados obtidos seguidos por nossos comentários possibilitados por nosso referencial teórico.

Os dados se encontram divididos em dois grandes conjuntos: dados provenientes da discussão sobre assunto científico e dados provenientes da discussão sobre assunto sociocientífico. Tais conjuntos se encontram subdivididos em conjuntos menores de acordo com os grupos de alunos observados.

Ao final da seção, apresentamos uma síntese de nossas observações e discussões.

## *5.1 Dados provenientes da discussão sobre assunto científico*

Em seguida, apresentamos os dados analisados referentes aos argumentos de três grupos em discussão sobre assunto científico.

Reiteramos que tais dados são provenientes dos alunos discutindo em pequenos grupos a questão proposta pela professora.

### *Sequência referente ao grupo 1*

O grupo 1, em discussão, elabora quatro argumentos conforme destacado nas tabelas a seguir:

| Turno | Pessoa | Fala | Operador Argumentativo | Operador epistêmico |
|---|---|---|---|---|
| ***4*** | *A3* | *Por que as conclusões dos experimentos dos experimentos um e dois... Pega o experimento um e dois* | | |
| ***5*** | *A4* | *Das...* | | |
| ***6*** | *A3* | *Das linhagens...* | | |
| ***7*** | *A3* | *A pergunta está mais relacionada com o experimento que eles colocaram as S vivas e as R mortas e eles não morreram... Por que eles pegaram substâncias lá, amilase... protease...* | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ***8*** | *A4* | *Daí eles tinham que inserir o lá...* | | |
| ***9*** | *A3* | *Eles não sabiam qual era o princípio transformante...* | *Dado* | |
| | | *Daí eles pegaram o princípio transformante... e colocaram amilase, e se a amilase reagisse ia ser amido... Protease, se a protease reagisse ia ser proteína... Aí a ribonuclease... Se a ribonuclease reagisse ia ser RNA. O único que perdeu o princípio transformante... Foi a desoxirribonuclease...* | *Justificativa 1* | ***Coerência*** |
| | | *Por que era DNA – O DNA é formado pelo ácido desoxirribonucleico e o RNA é formado pelo...* | *Justificativa 2* | ***Plausibilidade*** |
| ***10*** | *A4* | *Nada a ver...* | *Refutação* | |
| ***11*** | ***A3*** | ***Não, eu to falando a verdade... Por que é assim ó, se reagisse com a desoxirribonuclease, seria DNA.*** | ***Conclusão*** | ***Coerência*** |

Tabela 5: Argumento 1 do grupo 1

No trecho acima destacado, os dois alunos, A3 e A4, constroem um argumento conforme o padrão de Toulmin (2006); podemos observar os operadores argumentativos: dado, justificativa e conclusão. O aluno A4, na fala 10, refuta a construção elaborada pelo aluno A3 nas falas anteriores e o aluno A3 conclui seu argumento na fala 11.

Na justificativa 1, bem como na conclusão do argumento, o aluno A3 demonstra coerência com saber científico. É possível perceber que esse reconhece, nas informações presentes no texto sobre as reações enzimáticas, que se configura como uma generalização. O aluno compreende que o princípio transformante não reage com outras enzimas e sim com a desoxirribonuclease, assim, o princípio transformante apenas poderia ser DNA.

Na fala destacada na justificativa 2, o aluno faz uma afirmação do campo das Ciências Biológicas, *"o DNA é formado pelo ácido desoxirribonucleico*", tal asserção se configura plausível do ponto de vista científico.

Na sequência abaixo, destacamos outro trecho da discussão do grupo um:

| Turno | Pessoa | Fala | Operador Argumentativo | Operador epistêmico |
|---|---|---|---|---|
| **60** | A3 | *A bactéria S morta ela morre e perde o DNA?* | Dado | **Autoridade** |
| **61** | E | *O DNA é mais resistente. A estrutura do DNA não quebra com o calor, a bactéria morre, mas a estrutura permanece.* | Dado | |
| **62** | E | *Então, foi a partir daqui que sofreu a transformação bacteriana.* | Dado | |
| **63** | A3 | *Então, o que aconteceu de uma bactéria para outra?* | | **Autoridade** |
| **64** | E | *O DNA dessa "S" modificou o DNA da outra...* | Dado | |
| **65** | A3 | *Então, modificou uma R e fez o que com ela?* | Dado | **Autoridade** |
| **66** | E | *Transformou em S...* | Dado | |
| **67** | E | *E essa, quando ela se reproduz, então, ela faz o que? Volta pra questão e volta pra esse ponto.* | | |
| **68** | A1 | *Só o DNA foi transferido do vírus pra bactéria, logo, só ele pode ter...* | | |
| **69** | A3 | *Porque o DNA tem as informações genéticas... porque ele alterou as informações genéticas da S da S pra R* | Dado | |
| **70** | A4 | *Da R?* | Dado | |
| **71** | A3 | *Da S morta pra R* | Dado | |
| **72** | A3 | *Então, aqui oh, primeiro S vivas camundongo morre, R vivas camundongo sobrevive, S morta pelo calor camundongo sobrevive por quê?* | Dado | |
| | | *Porque aqui não tinha... Aqui ela já tava morta, mas o DNA dela não poderia afetar o organismo do rato. Agora aqui não, S morta pelo calor mais R vivas...* | | |
| | | *O DNA da S morta passou pra R viva, modificando seu material genético que era o DNA e ela acabou se tornando S viva e começou a se reproduzir...* | Justificativa | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | *A partir disso, ela infectou o camundongo. Aí, assim, quando ela passou a ser S vivas ela passou a produzir a cápsula de carboidrato que causava a pneumonia em camundongos, aí, o camundongo morreu em consequência disso...* | Conhecimento básico | **Definição** |
| | | *Então, a gente pode afirmar que o DNA é o portador das informações hereditárias...* | Conclusão | |
| **73** | **A4** | ***Ele é o princípio transformante e contém a informação... Ele transformou a R e deu a R as características da S entendeu?*** | **Conclusão** | **Coerência** |

Tabela 6: Argumento 2 grupo 1

No trecho demonstrado acima, podemos observar que entre as falas 60 e 68, o aluno A1, está em interação com a estagiária "E" que acompanhava a atividade. Na discussão, há o estímulo para a construção do dado do segundo argumento do grupo um.

Na fala 72, o aluno A3 elabora um argumento contendo os operadores argumentativos: dado, justificativa, conhecimento básico e conclusão. Na fala destacada: "*Aí, assim, quando ela passou a ser S vivas ela passou a produzir a cápsula de carboidrato que causava a pneumonia em camundongos, aí, o camundongo morreu em consequência disso"* reconhecemos como conhecimento básico o conceito de síntese proteica, o que configura ainda o operador epistêmico definição, ou seja, o aluno aplica conceito em sua fala.

Sobre os outros operadores epistêmicos, houve o apelo à autoridade na formulação dos dados, entre os turnos 60 e 68, o aluno recorre ao discurso da estagiária, no desdobramento argumentativo, percebe-se que o discurso de autoridade foi necessário para a construção do dado pelos alunos.

É possível perceber que o aluno faz uma afirmação coerente com o conhecimento científico no turno 73. Em sua conclusão, esse reconhece que o DNA foi o responsável pelo fenômeno da transformação bacteriana, um princípio fundamental de hereditariedade.

No trecho abaixo, temos destacada a sequência que deu origem ao terceiro argumento do grupo um:

| Turno | Pessoa | Fala | Operador Argumentativo | Operador epistêmico |
|---|---|---|---|---|
| **75** | A3 | *Bactéria S morta aqui está morta pelo calor certo? Agora eu só quero saber uma coisa, qual foi o processo que ela fez pra entrar dentro do corpo do camundongo?* | | **Autoridade** |
| **76** | E | *Vocês estão confundindo, isso foi feito in vitro, não é?* | | |
| **77** | A3 | *Ah, tá certo...* | | |
| **78** | A3 | *Aqui é o tubo de ensaio* | | **Recorre ao objeto** |
| **79** | A4 | *Só tinha o princípio transformante dentro do tubo.* | | **Recorre ao objeto** |
| **80** | A3 | *Ah é, só tinha o princípio transformante dentro do tubo. Aqui é só uma bola preta oh, só o DNA.* | | |
| **81** | A4 | *Ela falou na última aula que a bactéria englobava...* | | **Autoridade** |
| **82** | A3 | *O DNA da S morta...* | | |
| **83** | E | *Bactérias conseguem pegar material genético umas das outras. Então ela "vê" um material genético de outra bactéria disponível... Então ela "pega" pra ela. Essa é a historinha simples.* | | |
| **84** | A3 | *Então, esse DNA (bactéria S) de algum jeito modificou o DNA dessa aqui.* | Dado | |
| **85** | A4 | *Herdou as características da que morreu!* | Dado | |
| **86** | A3 | *Quando o DNA da S morta passou pra R viva... Igual ela falou se o DNA tiver dando sopa a bactéria vem e "pega"...* | Justificativa 1 | **Autoridade** |
| **87** | A3 | *Foi aqui que ocorreu a transformação a bacteriana. A partir do momento em que o DNA entrou modificou o material genético daqui, toda a informação genética hereditária daqui passou pra cá. A partir disso, começou a reproduzir e surgiu outra S agora aqui só era S não era mais R e aqui já deu origem a mais uma...* | Justificativa 2 | **Definição** |
| **88** | A4 | *Um monte...* | | |
| **89** | A3 | *Aí já era um monte, daí dominou o organismo do camundongo... e matou todas as células dele...* | Conclusão | |
| **90** | A1 | *Mas matou ele?* | | |
| **91** | **A3** | ***Não, deu pneumonia, infectou ele...*** | **Conclusão** | **Definição** |

Tabela 7: Argumento 3 grupo 1

Entre as falas 75 e 83, ocorre uma série de interações. A primeira delas, entre o aluno A3 e a estagiária nas falas 75 e 76, o aluno recorre à autoridade para a interpretação do

exercício. No segundo momento, os alunos A3 e A4 promovem, com base no questionamento da estagiária, algumas explicações. Para isso, nas falas 78 e 79, recorrem ao objeto: “tubo de ensaio” e princípio “transformante” para esclarecer o experimento elaborado pelo cientista.

Na fala 81, o aluno A4 apela ao discurso de autoridade enunciado anteriormente, “as bactérias englobam o DNA disponível”. Reforçado pela fala da estagiária, no turno 83, que acompanhava a discussão.

A discussão prévia demonstrada nos parágrafos anteriores parece ter sido crucial para a elaboração dos dados levantados pelos alunos A3 e A4, nas falas 84 e 85. A interação entre autoridade e alunos, bem como as explicações realizadas por esses, mostraram ser importantes no desencadeamento do argumento.

Entre as falas 84 e 91, observa-se a estruturação de um argumento contendo os operadores: dado, justificativa e conclusão.

A justificativa 1 exposta pelo aluno A3 no turno 86 demonstra ser reflexo do discurso de autoridade pautado na discussão com a estagiária. O aluno utiliza as mesmas palavras utilizadas pela estagiária: “*Então ela “pega” pra ela”*.

No turno 87, o aluno A3 enuncia uma segunda justificativa para seu argumento. Em tal fala, observamos a presença do operador epistêmico definição. Observa-se que o aluno aplica os conceitos de transformação bacteriana quando este afirma que a bactéria incorpora DNA de outra e sofre modificação; e também o conceito de hereditariedade, quando na reprodução bacteriana as características são transmitidas aos descendentes.

As conclusões expressas nas falas 89 e 91 pelo aluno A3 demonstram também a aplicação de conceito. Esse aluno compreende que a característica que causa pneumonia está sendo produzida, logo, a bactéria teria herdado tal característica do DNA da bactéria morta.

| Turno | Pessoa | Fala | Operador Argumentativo | Operador epistêmico |
|---|---|---|---|---|
| **98** | A3 | *Eles sabiam que tinha um princípio transformante e que ocorria a transformação bacteriana, mas não sabiam o que era aí vem essa hipótese, poderia ser... Amido, proteína que era o que mais tinha essa daqui acho que foi in vitro, foi no tubo de ensaio.* | Dado | **Autoridade** |
| **99** | A3 | *Eles colocaram o material genético oh o princípio transformante. Eles colocaram amilase, daí continuava com o princípio transformante... colocaram protease, aí ele continuava com o princípio transformante ele colocou ribonuclease ele continuou com o princípio transformante... então, não poderia ser nem amido, nem proteína nem RNA, daí eles colocaram desoxi-ri-bo-nu-cle-ase... aí ele perdeu o princípio transformante.* | Justificativa | **Coerência** |
| | | *Conclusão disso, substância transformante é o DNA e se o DNA tem a capacidade de transformar as características hereditárias das bactérias, ele deve ser o próprio material genético.* | Conclusão | **Coerência** |
| **100** | A4 | *e aí ele que passa* | | |
| **101** | A3 | *ele, com as informações genéticas, vai transferir pra... outra bactéria... pronto, conclusão.* | Conclusão | **Autoridade** |
| **102** | **A3** | ***conclusão, se o DNA tem a capacidade de transformar a bactéria R em bactéria S, ele é o próprio material genético.*** | **Conclusão** | **Autoridade** |

Tabela 8: Argumento 4 grupo 1

Entre as falas 98 e 102, o grupo um elabora um quinto argumento. O argumento é composto por dado, justificativa e conclusão.

No dado levantado pelo aluno A3, observa-se o apelo à autoridade. A fala relacionada ao princípio transformante expressa por esse: "*poderia ser... Amido, proteína que era o que mais tinha"*, é reflexo do que está presente no texto didático.

Na fala seguinte, o mesmo aluno justifica seu argumento com uma elaboração coerente com o conhecimento científico. Assim como no primeiro argumento do grupo, o aluno reconhece nas informações presentes no texto sobre as reações enzimáticas que se

configura como uma generalização. O aluno também compreende que o princípio transformante não reage com outras enzimas mas sim com a desoxirribonuclease.

Na primeira conclusão do argumento do aluno A3, observamos que esse aplica, novamente, o princípio de transformação bacteriana, evidenciando, assim, coerência com o conhecimento científico. Já nas conclusões dos turnos 101 e 102, o aluno A3 utiliza as conclusões expostas no texto didático, demonstrando, com isto, apelo à autoridade.

*Dados referentes ao grupo 2*

O grupo 5, em discussão, elabora dois argumentos, um deles enunciado pela aluna A1 e o outro enunciado pelo aluno A2.

| Turno | Pessoa | Fala | Operador Argumentativo | Operador epistêmico |
|---|---|---|---|---|
| **03** | A1 | *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 no número de indivíduos, a reprodução assexuada.*<br>*Já a divisão celular nos organismos pluricelulares produz um crescimento dos indivíduos pelo aumento do número de células em seu corpo, ou conduz a reparação de células perdidas, ou, ainda, capacita a reprodução de sua espécie, através da produção de células especiais, como os gametas.* | Justificativa | Definição<br><br>Recorre ao objeto |
| | | *Portanto, conclui-se que o DNA é um princípio transformante e que, por serem inoculadas em bactérias, essas... E por serem inoculados em bactérias,*<br><br>*essas se reproduzem transmitindo as bactérias-filhas as informações genéticas incorporadas pelo transplante.* | Conclusão | Definição<br><br>Recorre ao objeto |
| | | *Esse processo sempre ocorre porque o DNA, depois de sucessivas divisões, proporciona a formação de um novo organismo, este dotado com as informações hereditárias da sua mãe e seu pai, essas células serão iguais.* | Dado | Definição |

**Tabela 9: Argumento 1 grupo 2**

No primeiro argumento, elaborado pela aluna A1, o dado levantado demonstra a aplicação de conceitos. Essa aluna considera que as características são herdadas e que o genótipo é semelhante ao dos pais, no caso das bactérias, igual.

Para justificar seu argumento, a aluna faz considerações sobre os mecanismos de herança genética em organismos unicelulares e em organismos pluricelulares, diferenciando-os, para tanto, descreve particularidades dos dois processos, evidenciando o apelo às características dos organismos. Em suas considerações, a aluna diferencia, ainda, o processo de mitose e meiose, e explica que o processo reprodutivo de bactérias ocorre por divisão celular

É possível perceber na conclusão do argumento que a aluna relaciona os fatos relatados no experimento com seu conhecimento prévio sobre os mecanismos de herança genética. Essa aluna descreve o processo pelo qual as bactérias englobam DNA exógeno e os mecanismos de transmissão dos caracteres hereditários, evidenciando que recorre às características do objeto. Quando essa explicita o mecanismo de reprodução bacteriana como o responsável pela transmissão das características genéticas, podemos perceber que está aplicando conceitos.

| Turno | Pessoa | Fala | Operador Argumentativo | Operador epistêmico |
|---|---|---|---|---|
| **A2** | | *por causa das divisões celulares... E o que mostrou as duas experiências, na bactéria, que foram que entraram lá os negocinhos na bactéria. Isso mostra que o DNA é um fator transformante.* | Dado | Autoridade |
| **A3** | | *é...* | | |
| **A2** | | *porque ele transformou o S lá, que era viva, as R vivas em S vivas, ela é transformante [...] e quando ele, quando ele se injeta no indivíduo, ele passa seu DNA, então, forma outros indivíduos, igual o que jogou lá o DNA, o bichinho lá... Entendeu?* | Justificativa | Coerência |
| | | ***Conclusão da atividade: O DNA é o portador das informações hereditárias.*** | Conclusão implícita | |

Tabela 10: Argumento 2 grupo 2

O segundo argumento do grupo 5 é enunciado pelo aluno A2. É possível observar que para a construção do dado, o aluno recorre à autoridade. Isso é perceptível pela própria fala desse quando enuncia: *"... E o que mostrou as duas experiências, na bactéria, que foram, que entraram lá os negocinhos na bactéria*", ou seja, um dos experimentos relatados no texto demonstram que a bactéria tem suas características modificadas quando engloba DNA exógeno. Tal fala evidencia que esse aluno recorreu a elementos do texto didático para a construção do dado de seu argumento.

Para a formulação da justificativa de seu argumento, o aluno A2 descreve as características relacionadas ao mecanismo de transformação bacteriana, bem como o princípio da hereditariedade, tal fato demonstra que o aluno reconhece tais princípios, evidenciando coerência com o conhecimento científico.

O dado levantado e a justificativa elaborada nos levam a inferir que a conclusão do argumento seria a conclusão proposta pela atividade: O DNA é o portador das informações hereditárias.

*Dados referentes ao grupo 3*

O grupo 3, em discussão, elabora três argumentos conforma destacado nas tabelas a seguir:

| Turno | Pessoa | Fala | Operador Argumentativo | Operador epistêmico |
|---|---|---|---|---|
| **1** | A2 | *Podemos afirmar que o DNA carrega as características que,* | Conclusão | |
| | | *pela experiência, vimos que a bactéria que causa morte tinha em seu DNA características que deixavam o ratinho doente e passou para a bactéria viva,* | Dado | Autoridade |
| | | *assim, com sua característica modificada, ela pôde contaminar o ratinho.* | Justificativa | Coerência com o saber científico |

Tabela 11: Argumento 1 grupo 3

O aluno A2 destaca elementos do texto e dá a eles *status* de dado em seu argumento, o mesmo recorreu à autoridade expressa no texto didático na construção do dado de seu

argumento. Identifica-se, assim, que o dado empírico relatado no experimento atua como dado também para o argumento do aluno.

A justificativa do argumento destacado demonstra ter conexão com o conhecimento científico, pode-se observar que o aluno elabora, em sua fala, correta associação dos fatos com o fenômeno da transformação bacteriana, bem como os princípios de hereditariedade.

| Turno | Pessoa | Fala | Operador Argumentativo | Operador epistêmico |
|---|---|---|---|---|
| **2** | A1 | *Aquele do ratinho é pra mostrar bem a coisa da hereditariedade, não muito da característica, mas bem da hereditariedade, porque passa de um pro outro.* | Justificativa | Coerência com o saber científico |
| | | *Aqui dá pra mostrar bem que tá carregando as características pra fazer o indivíduo, porque eles mostram que é o DNA que tá aqui que vai transferir pro outro.* | Dado | Autoridade |
| | | ***Conclusão da atividade*** | Conclusão | |

Tabela 12: Argumento 2 grupo 3

O aluno A1 elabora um argumento semelhante ao argumento 1 enunciado pelo aluno A2. O aluno utiliza os elementos presentes no texto na construção de seu dado. Com a fala: "*porque eles mostram que é o DNA que tá aqui que vai transferir pro outro"* observa-se que esse também recorre à autoridade do texto didático, incorporando-a a seu argumento.

A justificativa explicitada pelo aluno A1 no argumento destacado demonstra coerência com o saber científico, pois esse demonstra compreender que as características presentes no DNA são transferidas de uma bactéria para outra.

No argumento acima, o aluno não demonstra uma conclusão de forma explícita, porém, podemos inferir que os elementos: dado e justificativa conduzem à conclusão da atividade proposta pela professora, ou seja, o DNA é o portador das informações hereditárias.

| Turno | Pessoa | Fala | Operador Argumentativo | Operador epistêmico |
|---|---|---|---|---|
| **3** | A1: | *Quando ele vai pra célula. Vai várias características dele pra sua célula. Professora, como é o vírus vai passar a pneumonia? Já pensou se eu comesse uma maçã eu ia virar uma* | | Autoridade |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | *maçã? Do jeito que ela falou parecia ó... Assim que o DNA entra em suas células, esta se transforma nas características desse novo DNA.* | | |
| **4** | P | *então, mas nos seres humanos isso não ocorre. [...] Porque, na verdade, o DNA entra na célula, ai lá dentro esse DNA utiliza as organelas da célula para produzir outros iguais a ele, e quando essa célula explode, a gente tem ai muitos daquele vírus, eles vão atacar outras células do pulmão e, assim, ele vai ficar doente, vai ficar com a pneumonia.* | | Autoridade |
| **5** | A1 | *o que eu queria falar é dessa coisa assim, da informação hereditária, assim, a primeira experiência, ela é da hereditariedade, a bactéria morreu lá e o DNA dela passa pra outra, né?* | Dado | Autoridade |
| **6** | P | *na verdade, é o calor, é ele que mata a bactéria. O calor mata a bactéria. Mas não acontece nada com o DNA, só que ele tem um princípio transformante que eles concluíram ser o DNA, então, eles vão procurar um dado que esteja bastante estável. Então, aí, o DNA vai para outra bactéria, muda as características dessa bactéria?* | Dado | |
| **7** | A1 | *algumas vai.. Ela se transforma na outra...* | Justificativa | Coerência com o saber científico |
| **8** | P | *aquela propriedade e tantas outras que forem determinadas pelo DNA* | | Autoridade |
| **9** | A2 | *então ela acaba se transformando na outra.* | Conclusão | Coerência com o saber científico |

**Tabela 13: Argumento 3 grupo 3**

No trecho destacado, os alunos A1 e A2 discutem com a professora para a elaboração de um argumento. No turno 3, o aluno A1 recorre ao discurso de autoridade da professora para compreender o fenômeno da incorporação do DNA pelas bactérias. No turno 4, a professora fornece tais informações.

No turno 5, o aluno A1 destaca as evidências trazidas pelo texto para formulação do seu dado e solicita, novamente, como um reforço de seu dado o discurso de autoridade do professor.

O trecho acima descrito evidencia que a interação entre aluno e autoridade parece ser fundamental para o desencadeamento do argumento e para a construção do dado.

Na continuação da discussão, no turno 7, o aluno responde a questão proposta pela professora: "*Então, aí, o DNA vai para outra bactéria. Muda as características dessa*

*bactéria?"*, evidenciando em sua resposta coerência com o saber científico, resposta esta que configura uma justificativa para o argumento. O aluno demonstra compreender o fenômeno da transformação bacteriana.

Ao final da discussão, no turno 9, o aluno A2 faz uma asserção que conclui o argumento elaborado em parceria com o aluno A1 e com a professora da turma. Demonstrando, também em sua fala, coerência com o conhecimento científico, uma vez que também evidencia compreender o fenômeno da transformação bacteriana.

*5.1 Dados provenientes da discussão sobre assunto sociocientífico*

*Dados referentes ao grupo 1*

O grupo 1, em discussão sobre assunto sociocientífico, elabora um argumento conforma destacado na tabela a seguir:

| Turno | Pessoa | Fala | Operador Argumentativo | Operador epistêmico |
|---|---|---|---|---|
| **6** | A2 | *Bom, então a gente tá aqui pra falar porque apoiar a utilização dos embriões, e, mano, eu acho que é simples, né, esse tema não tem nem o que discutir, porque, não, óbvio porque a vantagem é muito grande, e* | Conclusão | |
| | | *Normalmente, o que se contesta nesse tema é clonagem de ser humano, mas tem que ver como a gente ta tentando utilizar a célula, porque falam que é o desperdício de uma vida e não sei o quê, vai jogar a vida fora, e não é bem assim.* | Justificativa 1 | Coerência com o conhecimento científico |
| | | *E a intenção na utilização do embrião é, mais ou menos, essa, você pega uma célula que já tá, inutilizada, congela ela e você faz o uso pra fins terapêuticos e medicinais, não pra outro ser, outra...* | Dado | Recorre ao objeto |
| | | *Você pode, com pesquisas, não é nada, tipo, a gente não ta falando de clonagem.* | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | *A gente tá falando de pesquisa e desenvolvendo a pesquisa você pode desenvolver muitas coisas, por exemplo, reconstituição de órgãos, sei lá, é, muitas coisas ai.* | Justificativa 2 | Coerência com o conhecimento científico |

**Tabela 14: Argumento 1 grupo 1**

O grupo 1 apresenta um argumento enunciado pelo aluno A2. Na elaboração do dado, esse recorre às características do objeto: "células que estão inutilizadas e congeladas".

O aluno utiliza duas justificativas em seu argumento. Tanto na justificativa 1 quanto na justificativa 2 esse faz elaborações coerentes do ponto de vista científico. A fala da justificativa 1: *o que se contesta nesse tema é clonagem de ser humano,*. Uma re-leitura possível desta fala seria: já que as pesquisas não envolveriam clonagem, somos a favor desse tipo de pesquisa.

Outro aspecto importante em tal fala é o reconhecimento e a diferenciação das duas técnicas de pesquisa; as técnicas relacionadas aos procedimentos de clonagem são diferentes dos processos de células-tronco.

Na justificativa 2, o aluno faz uma elaboração coerente do ponto de vista científico, quando reconhece uma possível aplicação com a pesquisa e o desenvolvimento das pesquisas com células-tronco uma vez que as pesquisas com células-tronco embrionárias possibilitariam a reconstituição de órgãos e tecidos.

Assim, a conclusão do argumento é favorável às pesquisas com células-tronco embrionárias.

*Argumentos grupo 2*

*O grupo 2, em discussão, elabora cinco argumentos conforme destacado nas tabelas a seguir:*

| Turno | Pessoa | Fala | Operador Argumentativo | Operador epistêmico |
|---|---|---|---|---|
| **13** | A4 | *Eu, a gente tem vários argumentos aqui, pela defesa da não pesquisa com células-tronco embrionárias.*<br>*Do ponto de vista econômico, o Brasil já tem pouquíssimas verbas disponibilizadas pra pesquisa com células-tronco e,* | Dado | Coerência com outros saberes |
| | | *já que as verbas são poucas, a gente deveria utilizá-las pra estudos mais concretos, como a pesquisa com células-tronco adultas,* | Justificativa | Plausibilidade |
| | | *não embrionárias, porque já tem resultados mais comprovados com as células-tronco adultas do que com as embrionárias.* | Conclusão | Plausibilidade |
| | | *Também é comprovado cientificamente a rejeição do organismo às células embrionárias, porque,* | Dado | Coerência com o conhecimento científico |
| | | *como elas são originárias de um outro organismo, e não do organismo da pessoa que vai recebê-las, elas geram algumas mutações que podem causar câncer e outros tipos de doença,* | Justificativa | Plausibilidade |
| | | *além disso, a gente acha que não é justo criar um clima de expectativa para o paciente e para os familiares sobre a possibilidade de uso terapêutico de células que* | Conclusão | Coerência com outros saberes |
| | | *sequer foram testadas em experimentos básicos,* | Justificativa | Plausibilidade |
| | | *não tem nada concreto sobre esse tipo de estudo.* | Dado | Plausibilidade |

**Tabela 15: Sequência de tês argumentos grupo 2**

A aluna A4 elabora três argumentos no turno 13. No primeiro, essa levanta um dado coerente com outros saberes. Embora a distribuição de recursos financeiros para pesquisa gere impactos nesse campo, entendemos que tal ponto de vista, o econômico, da forma como a aluna coloca, não seja de competência da Ciência. O cientista, muitas vezes, está engajado e comprometido com questões financeiras que afetam diretamente o desenvolvimento científico, tais como a submissão de projetos para agências de fomento à pesquisa e atender as exigências dos editais de financiamento, porém, não é o cientista que arbitra, por exemplo, na

parcela de recursos financeiros que é repassada para as atividades científicas em nosso país, cabendo tal papel ao governo. A justificativa e a conclusão do primeiro argumento demonstram ser plausíveis, de acordo com os resultados já divulgados pela Ciência a respeito das células-tronco.

A aluna levanta um dado que demonstra coerência com o conhecimento científico em seu segundo argumento. Alguns estudos relacionados às células-tronco demonstram o fato que aluna evidenciou. A justificativa em seu argumento é plausível do ponto de vista científico, a utilização de técnicas empregando as células-tronco apresenta certo risco de causar doenças. No segundo argumento elaborado pela aluna, nota-se a ausência do operador argumentativo "conclusão", contudo podemos inferir que o dado e a justificativa apontam para a conclusão que o grupo deveria chegar, ou seja, a posição contrária às pesquisas com células-tronco embrionárias.

Ainda no turno 13, a aluna elabora um terceiro argumento no qual dado e justificativa são plausíveis do ponto de vista científico; é fato que não há ainda muitos estudos consistentes na área. Embora suas justificativas evidenciem plausibilidade com relação ao conhecimento científico, sua conclusão demonstra coerência com outros saberes, relacionados, aparentemente, a valores de caráter emocional.

O quarto argumento observado no trecho destacado demonstra uma construção elaborada com os elementos: dado, justificativa e conclusão. Na justificativa do quarto argumento, a aluna aplica o conceito de desenvolvimento, ou seja, essa pontua que o desenvolvimento embrionário é mais uma fase de desenvolvimento no ciclo de vida de um indivíduo.

| Turno | Pessoa | Fala | Operador Argumentativo | Operador epistêmico |
|---|---|---|---|---|
| **17** | A4 | *como os estudos com células-tronco adultas já estão mais concretos, mais fortes,* | Dado | Plausibilidade |
| | | ***Maiores investimentos nesse tipo de pesquisa*** | Justificativa implícita | |
| | | *a gente defende que o investimento devia ser nesse tipo de estudo, com células-tronco adultas, em vez de embrionárias.* | Conclusão | Plausibilidade |

Tabela 16: Argumento 4 grupo 2

No turno 17, o aluno A4 elabora um argumento contendo dado e conclusão. As justificativas, marcadas em negrito, estão implícitas, já que temos resultados mais significativos com as pesquisas envolvendo células-tronco adultas- deveríamos investir mais recursos, tempo e esforços nesse tipo de pesquisa, tais fundamentos demonstram plausibilidade em relação ao conhecimento científico.

| Turno | Pessoa | Fala | Operador Argumentativo | Operador epistêmico |
|---|---|---|---|---|
| **22** | A5 | *Senhoras e senhores juízes, é o seguinte, não, vou falar direto com eles que é onde eu quero chegar...* | | |
| | | *Porque a gente quer desviar as verbas que a gente investe hoje em pesquisas com células-tronco adultas, para uma pesquisa que a gente não sabe se funciona, não sabe se é eficiente.*<br>*A gente não tem certeza se funciona, então, sabe, dizem que pode funcionar, então, ai, daqui a vinte anos vão trazer essa resposta, enquanto em cinco eu posso ter uma resposta com as pesquisas com células-tronco adultas.* | Dado | Coerência com outros conhecimentos |
| | | *Então, era isso que eu queria acrescentar a vocês. Que prestassem atenção nesse ponto, que o Brasil hoje não tem verba para financiar as duas pesquisas e que a gente queria focar em uma que já está avançada, o Brasil já é pioneiro nessa pesquisa.* | Justificativa | Coerência com outros conhecimentos |

Tabela 17: Argumento 5 grupo 2

O aluno A5, no turno 22, elabora um argumento com dado e justificativa amparados por conhecimento diferente do conhecimento científico, aparentemente o conhecimento demonstrado em tais elementos é de natureza econômica ou financeira. A conclusão não está presente de forma explícita, porém, podemos inferir que a conclusão a qual os elementos levam, é a defendida pelo grupo na discussão, ou seja, que as pesquisas com células-tronco embrionárias devam ser proibidas.

*Argumentos grupo 3*

O grupo 3, em discussão, elabora cinco argumentos conforme destacado nas tabelas a seguir:

| Turno | Pessoa | Fala | Operador Argumentativo | Operador epistêmico |
|---|---|---|---|---|
| **25** | P | *Passamos a palavra ao próximo grupo, que é o grupo da excelentíssima senhora A6* | | |
| **28** | A6 | *[...]todas as pesquisas feitas passam pelo aval da Comissão de ética, e não só pela aprovação dos laudos fornecedores,* | *Dado* | *Coerência com outros conhecimentos* |
| | | *argumentos de que a pesquisas são, portanto, antiéticas, não condizem,* | *Conclusão* | *Coerência com outros conhecimentos* |
| | | *já que elas foram previamente aprovadas por essa comissão* | *Justificativa* | *Coerência com outros conhecimentos* |
| | | *Os embriões utilizados para a obtenção de células-tronco são embriões que NÃO seriam implantados em um útero* | *Dado* | *Definição* |
| | | *e foram doados para pesquisa, com isso, eles recebem um destino mais nobre, do que o que teriam: a lata do lixo. Esses embriões não dariam origem a uma criança, portanto, não podem ser considerados uma vida, nem mesmo uma vida em potencial. É preciso separar a vida humana de um pré-embrião congelado, logo vemos que* | *Justificativa* | *Definição* |
| | | *não é nenhum ato de inconstitucionalidade, já que a pesquisa não está destruindo vidas.* | *Conclusão* | *Coerência com outros saberes* |

Tabela 18: Sequência de cinco argumentos grupo 3

A aluna A6 elabora no turno 28 uma sequência de 5 argumentos.

No primeiro deles, a aluna utiliza dado, justificativa e conclusão que demonstram coerência com conhecimentos diferentes do conhecimento científico. Observamos no

argumento dessa, demonstrado de forma explícita conceitos caracterizados como de ordem legal e ética.

No segundo argumento enunciado pela aluna A6, essa aplica conceitos relacionados à Biologia na construção do dado e da justificativa. Essa aluna destaca a necessidade de condições ideais, como a implantação em um útero para que ocorra o desenvolvimento do embrião e, consequentemente, do indivíduo. O dado e a justificativa estão a serviço de uma conclusão que apresenta coerência com conhecimentos diferentes do científico. Podemos fazer a seguinte re-leitura de seu argumento: já que estamos tratando de embriões e não de seres humanos, não estaríamos violando direito constitucional algum em relação aos seres humanos.

| Turno | Pessoa | Fala | Operador Argumentativo | Operador epistêmico |
|---|---|---|---|---|
| **28** | A6 | *Em primeiro lugar, gostaríamos de destacar que, ao proibir essas pesquisas, estaríamos impedindo o progresso da ciência,* | Justificativa | Plausibilidade |
| | | *é claro que as pesquisas não são garantia de resultado,* | | |
| | | *entretanto, NÃO pesquisa é garantia de NÃO resultado.* | Dado | |

Tabela 19: Sequência de cinco argumentos grupo 3

No terceiro argumento enunciado pela aluna, o dado se refere a possibilidades da não liberação das pesquisas com células-tronco embrionárias. A justificativa apresentada é plausível do ponto de vista científico, haja vista que o progresso da Ciência depende das pesquisas. Neste argumento, podemos inferir que a conclusão está associada à posição defendida pelo grupo. O dado e a justificativa levam à posição favorável à liberação das pesquisas com células-tronco.

| Turno | Pessoa | Fala | Operador Argumentativo | Operador epistêmico |
|---|---|---|---|---|
| **28** | A6 | *É, segundo o fato que eles falaram da verba do Governo, que o Governo não tem verba, isso é verdade, o Governo disponibiliza pouca verba para pesquisa, o que está* | Dado | Plausibilidade |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | *errado. Disponibilizando mais verba para pesquisa e disponibilizando verba para uma pesquisa que tem um grande potencial de trazer resultados concretos para as pessoas e melhorar muito a vida das pessoas,* | | |
| | | *a gente ta fazendo um investimento de saúde, um investimento a longo prazo, que a gente ta minimizando danos que seriam causados no futuro.* | Conclusão | Plausibilidade |
| | | *Você ta sendo pró-ativo, é, não ta remediando uma coisa que já aconteceu, está impedindo que uma coisa aconteça, porque quando você ta fazendo investimento pra saúde, pra curar uma pessoa que sofreu um acidente, ta paraplégica, isso é depois que aconteceu, quando você investe em pesquisas que poderão trazer um resultado pra isso, você já ta sendo pró-ativo, você não vai precisar gastar mais trilhões de dinheiro com uma pessoa que sofreu um acidente, já que você ta investindo pra isso numa coisa que você pagou* | Justificativa | Plausibilidade |

Tabela 20: Sequência de cinco argumentos grupo 3

O quarto argumento elaborado pela aluna A6 expressa os operadores argumentativos: dado, justificativa e conclusão com o intuito de contra-argumentar o argumento do colega do grupo 2 que se refere às questões econômicas e financeiras relacionadas às pesquisas no Brasil. A aluna utiliza dado, justificativa e conclusão relacionados a melhorias em saúde e qualidade de vida que são questões intimamente relacionadas aos conceitos tratados em Biologia.

| Turno | Pessoa | Fala | Operador Argumentativo | Operador epistêmico |
|---|---|---|---|---|
| **28** | A6 | *É muito importante que vocês atentem que, ao proibir a pesquisa, você tá negando a garantia de resultado* | Dado | Plausibilidade |
| | | *é claro que a gente sabe que não vamos ser iludidos a ponto de achar que as pesquisas com certeza trarão resultados e eu acredito que a gente não pode pensar desse jeito, mas proibindo a pesquisa você não tá tendo a mínima chance de mudar o resultado,* | Conclusão | Plausibilidade |
| | | *porque você não pesquisa nada você não tem como descobrir as coisas do céu. É muito importante que você pense nisso.* | Justificativa | Plausibilidade |

Tabela 21: Sequência de cinco argumentos grupo 3

Em seu quinto argumento, a aluna faz uma construção argumentativa semelhante a já enunciada anteriormente. Esta aluna reconhece a importância da pesquisa para o desenvolvimento científico.

*5.2 Síntese das discussões e observações*

Em uma primeira aproximação, podemos destacar que encontramos dificuldade em articular referenciais teóricos que dessem suporte para a análise dos dados. Não encontramos na literatura estudada pesquisas que se dedicassem a analisar, em um mesmo trabalho, os dois tipos de situação, alunos em discussão sobre temática científica e sociocientífica, ou mesmo instrumentos de análises compatíveis com nossos objetivos de investigação.

O *layout* de argumento de Toulmin (2006) apenas possibilitou a identificação dos elementos contidos nos argumentos, não evidenciando, com isto, as características do conhecimento mobilizado pelos alunos na formulação desses. O próprio autor discorre sobre a necessidade da contextualização dos argumentos em relação ao campo em que o argumento foi enunciado.

Para sustentar nossa análise, voltamo-nos para estudos que dessem conta de caracterizar algum tipo de marcador do conhecimento científico e que nos permitissem uma análise comparativa que contemplasse os argumentos sobre temas científicos e sociocientíficos, ou seja, um instrumento de análise que nos possibilitasse enxergar as características do conhecimento científico demonstradas nos argumentos sobre temática científica e sociocientífica.

Para tanto, valemo-nos das categorias utilizadas por Jimenez et al. (1998, 2000) em que os autores utilizam os operadores epistêmicos e conseguem, com isto, diferenciar o conhecimento científico do conhecimento escolar e observar as possíveis aproximações dos estudantes de elementos da cultura científica.

Neste contexto, no conjunto de dados analisados em que os alunos discutem sobre um problema científico, foi possível observar que esses constroem argumentos conforme o padrão de Toulmin (2006).

Em linhas gerais, pudemos observar argumentos compostos pelo que Toulmin (2006) chama de estrutura básica, formados por dado, justificativa e conclusão.

Em alguns argumentos, notou-se o emprego de mais de uma justificativa na construção de um mesmo argumento.

Em apenas um argumento, observou-se o emprego do operador argumentativo conhecimento básico, evidenciando, com isto, a enunciação de leis ou princípios científicos.

Não observamos a presença de refutadores ou qualificadores nos argumentos analisados. Embora, no primeiro argumento elaborado pelo grupo um (tabela 4), observa-se que um dos alunos, A3, refuta a afirmação feita pelo colega A4, isso se mostrou importante para a elaboração da conclusão do argumento pelo aluno A4.

Em dois argumentos, houve a necessidade de inferir operadores argumentativos. Em um deles, a construção do aluno nos levava à conclusão que já estava determinada pela atividade, no outro, inferimos uma justificativa.

Sobre os argumentos elaborados acerca da temática científica, pudemos perceber ainda que a participação intragrupos é pequena, ou seja, são poucos participantes da discussão que efetivamente argumentam ou contribuem de forma significativa para a construção de argumentos. Outro aspecto observado nesta parcela de dados analisados é que os argumentos são reticentes e incipientes.

Quando analisamos o conjunto de dados em que os alunos discutem sobre um problema sociocientífico, observamos que esses constroem argumentos conforme o padrão de Toulmin (2006).

Observamos, também, nesta parcela de dados, a estrutura básica de argumento de Toulmin (2006), ou seja, argumentos compostos por dado, justificativa e conclusão.

Não foi observada em nenhum argumento sobre temática sociocientífica, a utilização do operador argumentativo conhecimento básico, evidenciando, de acordo com Toulmin (2006), que esses alunos não enunciaram leis ou princípios científicos em seus argumentos.

Não observamos, também, a presença de refutadores ou qualificadores em seus argumentos sobre temática sociocientífica.

Observamos a construção de argumentos com falas que demonstram uma linha de raciocínio mais elaborado, ou seja, a fala, nesta parcela de dados, não se mostrou entrecortada ou reticente.

A respeito dos operadores epistêmicos utilizados pelos alunos nos argumentos sobre problemas científicos, observamos o apelo à autoridade, às características do objeto e à elaboração de afirmações coerentes com o saber científico.

Sobre o apelo a autoridade, observamos que os alunos recorrem às informações presentes no texto didático, ao discurso da estagiária que acompanhava a turma, bem como ao discurso da professora. Observamos que a fala da professora e da estagiária que acompanhava a turma se configurou fundamental, enquanto discurso de autoridade, para desencadeamento dos argumentos. Não foi intenção do presente estudo analisar as possíveis relações existentes entre operadores argumentativos e operadores epistêmicos, contudo, pudemos perceber que a fala da professora e da estagiária foram fundamentais na interpretação e reelaboração dos dados nos argumentos formulados pelos alunos.

Podemos estabelecer, com isto, a mesma relação que tem a autoridade para o cientista para quem os dados, depois de coletados, tomam outra dimensão quando confrontados com o referencial teórico, que atua como a autoridade para o cientista. É o referencial teórico que o auxilia a interpretar os dados e a transformá-los em evidências.

Em outros momentos, a autoridade do texto didático é trazida pela voz do aluno. O aluno é capaz de resgatar a autoridade do texto em sua própria fala.

Em grande parte dos argumentos sobre temática científica, os alunos recorrem às características do objeto para promoverem suas explicações. Esses descrevem a características e particularidades dos organismos, como as dos camundongos, das bactérias, ou mesmo as técnicas empregadas pelos cientistas em seu desenho experimental. O resgate de tais aspectos se mostra interessante, pois esses alunos o fazem como se estivessem diante das características ou dos objetos citados, no entanto, cabe ressaltar que a atividade que gerou a discussão se baseou em uma atividade de leitura, interpretação e discussão de texto.

Os alunos realizam diversas elaborações coerentes com o conhecimento científico, ou seja, são capazes de reconhecer e aplicar princípios e generalizações científicas em seus argumentos

Sobre os operadores epistêmicos identificados quando os alunos discutiam sobre assuntos sociocientíficos, observamos o apelo às características do objeto, a utilização de afirmações coerentes com o conhecimento científico e com outros saberes, e a elaboração de afirmações plausíveis.

Sobre o apelo às características do objeto, identificamos tal operador argumentativo quando os alunos recorrem às características dos embriões, características gerais relacionadas às células-tronco e também quando diferenciam as técnicas de clonagem daquelas relacionadas às células-tronco.

Observamos também nesse grupo de dados afirmações coerentes com o conhecimento científico. Os alunos demonstraram ser capazes de aplicar generalizações e princípios gerais de desenvolvimento embrionário em função de seus argumentos.

Ainda sobre o operador epistêmico coerência, observamos que, em uma parcela significativa das falas analisadas, os alunos recorrem à coerência com outros saberes, ou seja, esses demonstram elaborações consistentes em consonância com outros campos ou áreas do saber, aparentemente relacionados ao campo econômico, campo jurídico, campo filosófico ou campo psicológico.

Sobre a plausibilidade, os alunos demonstraram em suas falas conhecimentos plausíveis relacionados ao campo científico, tais como legalizar as pesquisas para que haja desenvolvimento científico e tecnológico ou, mesmo, aplicar os resultados das pesquisas com células-tronco em benefício da população.

# 6 Conclusões

No presente estudo, buscamos compreender a caracterização do conhecimento mobilizado por alunos do Ensino Médio na formulação de argumentos quando em situações discussões sobre temas científicos e sobre temas sociocientíficos.

No que diz respeito às características dos argumentos, quando os alunos discutiam sobre tema científico, observamos que esses construíram argumentos com uma estrutura simples, constituídos pelos elementos *dado*, *justificativa* e *conclusão*. Houve em apenas um argumento a incidência do elemento *conhecimento básico*. Quando os alunos estavam em discussão sobre um problema sociocientífico, observamos a mesma estrutura de argumento, todavia sem a ocorrência de qualquer outro elemento descrito pelo *layout* de Toulmin (2006).

Outra característica observada quanto aos argumentos elaborados pelos alunos em discussão sobre assunto científico é que tais falas são, em geral, reticentes e com poucas atuações, ou seja, poucos alunos participam das discussões enunciando argumentos. Já com relação aos argumentos elaborados sobre assunto sociocientífico, as falas demonstraram uma linha de raciocínio mais elaborada e pouco reticente.

Tais evidências corroboram com os estudos de Jimenez et al. (2000) sobre argumentação no ensino de Ciências, quando observamos argumentos com pouca qualidade, pouco uso de conhecimento básico e pouca atuação dos alunos em situação de discussão e argumentação.

Contudo, sobre a argumentação, podemos concluir que, ainda assim apresentando estruturas argumentativas simples, os alunos elaboram argumentos. A partir disto, compartilhamos com a visão de Driver et al. (1994), Driver et al. (2000), Jimenez et al. (2000, 2003) no que diz respeito à participação dos alunos em situações de discussão. Acreditamos que deve haver mais espaço e estímulo para atividades em que os alunos possam argumentar e discutir em sala de aula.

E, extrapolando o que entendemos por mais espaço e estímulo, acreditamos que a prática argumentativa deve ser um dos alvos de ensino. As orientações quanto à estruturação de uma argumentação consistente deveriam estar explícitas nas situações de ensino.

Sobre os operadores epistêmicos analisados nos argumentos elaborados pelos alunos em discussão sobre temática científica, observamos a presença do apelo à autoridade, apelo às características do objeto e o apelo à coerência para promoverem suas explicações.

Apelar à autoridade é uma característica importante e recorrente na atividade científica, pois a relação com a autoridade auxilia na interpretação de dados e na transformação de dados em evidência para os cientistas. Outro aspecto importante relativo à autoridade é o balizamento das produções científicas, o cientista submete seu trabalho através de argumentos para bancas e seus pares para o estabelecimento do conhecimento pesquisado, configurando, com isto, uma relação de autoridade.

O apelo às características dos objetos também é importante no trabalho do cientista. Grande parte do trabalho elaborado em laboratório se refere à tomada de dados, observação e o desenho de experimentos, descrição de objetos e organismos, entre outros. Muitas vezes, o resgate de tais procedimentos é realizado em função das explicações realizadas pelos cientistas acerca do fenômeno estudado, configurando o apelo às características do objeto estudado um importante elemento da cultura científica.

A coerência com o saber científico também se faz importante no contexto de produção da Ciência. Representa o compromisso do cientista com os saberes, princípios, leis e generalizações relativos à sua área de produção. É através da coerência que o cientista atinge seus interlocutores; um biólogo, certamente, não conseguiria espaço de fala entre seus pares com relação à teoria da evolução, realizando explicações coerentes com dogmas filosóficos ou religiosos.

Assim, e de acordo com Jimenez et al. (1998, 2000), em que os autores discorrem que demonstrando a dimensão epistêmica em suas falas, os alunos, provavelmente, estariam evidenciando a aquisição de conhecimento científico, podemos concluir que, quando os alunos discutem sobre temas científicos, esses demonstram transitar e resgatar importantes elementos da cultura científica.

No que diz respeito aos argumentos formulados sobre temas científicos, recomendamos a necessidade de estudos mais aprofundados para a compreensão da relação entre os operadores argumentativos e os operadores epistêmicos, e, após a aproximação permitida pelo presente estudo, ficam alguns questionamentos sobre a relação conhecimento demonstrado e a formulação de argumentos: haveria uma relação causal entre operador

epistêmico e operador argumentativo? Há algum tipo de atividade que estimule a aquisição ou aplicação deste ou daquele operador epistêmico em função de um argumento?

Sobre os operadores epistêmicos nos argumentos dos alunos, elaborados a partir de uma discussão sobre assunto sociocientífico, observamos o apelo às características dos objetos, à coerência e à plausibilidade.

Como já descrito, o cientista apela às características de seu objeto de estudo na composição de suas explicações, configurando este um importante elemento da cultura científica.

Os alunos demonstram também, em seus argumentos, o operador plausibilidade. Para o cientista, a plausibilidade se refere aos marcos teóricos utilizados e ao reconhecimento que suas afirmações têm para o seu campo de atuação. Produzir afirmações plausíveis significa o compromisso com os conhecimentos aceitáveis na área em discussão. Caso um biólogo busque explicar a evolução com conhecimentos filosóficos, por exemplo, tais explicações não seriam razoáveis em seu campo disciplinar.

Em uma parcela dos argumentos produzidos a partir da discussão sobre tema sociocientífico, observamos a ocorrência do operador epistêmico coerência. Como já explicitado anteriormente, tal operador também se configura importante na atividade científica.

Entretanto, em uma parcela significativa dos dados analisados referentes a este conjunto, observamos que esses resgatam em suas falas coerência com outros conhecimentos distintos do conhecimento científico. Para promover suas explicações, os alunos se filiam a conhecimentos de outras áreas.

Tais evidências corroboram com os estudos de Sadler (2004), em que os autores discutem que, provavelmente, os alunos se filiam, quando discutem questões de natureza sociocientífica, aos conhecimentos que reforcem seus princípios ou valores morais. Nossas evidências corroboram também com os estudos de Jimenez-Aleixandre et al. (2004) e de Simoneaux (2000) em que as autoras levantam que em discussões sociocientíficas campos disciplinares ou marcos teóricos diferentes dos da ciência são mobilizados.

Contudo, podemos destacar uma questão para tal fato. O desenho da atividade desenvolvida pela professora permitia a liberdade de fontes de informação para os alunos.

Uma atividade desenvolvida de forma mais fechada e com o fornecimento de informações propiciaria a utilização, apenas, de conhecimentos científicos nos argumentos dos alunos?

Em caso de negativa o presente estudo suscita algumas questões, tais como: haveria alguma questão sociocientífica na qual o conhecimento científico poderia ser tido como protagonista?

Muito do que estudamos e observamos sobre a inserção de atividades sociocientíficas nas aulas de Ciências e sobre a importância do conhecimento científico nos currículos diz respeito à necessidade destes para fomentar a tomada de decisões por parte dos nossos alunos. Diante disso, das nossas evidências, e do que diz nosso referencial sobre a argumentação sobre temas sociocientíficos, questiona-se: o conhecimento científico seria realmente importante na tomada de decisões acerca de questões desta natureza? De que maneira?

Outro fator que destacamos é que as falas analisadas evidenciam outros conhecimentos presentes na fala dos alunos em um contexto de aula de Ciências. Os fatos inquietantes são: seriam tais questões, as sociocientíficas, demandas sociais geradas pela produção do conhecimento científico? Em caso positivo, teriam nossos professores de Ciências subsídios para lidar com tais demandas em sala de aula?

Outro fator que chama a atenção é que um dos documentos que norteia a prática docente em nosso país, as Diretrizes Curriculares Nacionais, sugere que a prática docente no ensino de Biologia deve possibilitar que o aluno compreenda a relação entre o conhecimento científico veiculado na escola de forma contextualizada. Contudo, tal orientação é expressa da seguinte maneira:

> *"Uma possibilidade de ação é o estabelecimento, pelo professor, de vínculos diretos e claros entre o conteúdo e a realidade. Trata-se da contextualização. O ponto de partida para o estudo e a compreensão da Biologia, portanto, deve ser o contexto do aluno e da escola."*

Da maneira exposta, não estaríamos legitimando, em sala de aula, um saber doméstico? Ou ratificando um saber de senso-comum nas atividades sobre temas sociocientíficos em nossas aulas de Ciências? Em que contexto queremos que nossos alunos argumentem? No contexto em que o conhecimento científico foi produzido ou em um contexto doméstico? Assim, podemos achar plausível, então, argumentos embasados em conhecimentos diferentes dos circulados no âmbito escolar?

Retornando, então, a nossa pergunta de pesquisa e de acordo com Jimenez-Aleixandre et al. (1998, 2000), podemos concluir que, quando os alunos discutem sobre um problema sociocientífico, resgatam parcialmente o conhecimento científico, pois esses também resgatam conhecimentos de áreas diferentes das da ciência em seus argumentos.

Compreendemos que nosso universo de análise é restrito para a realização de grandes extrapolações, contudo, nossas observações demonstram consonância, em certa medida, com os estudos levantados, tais como Sadler e Zeidler (2004), Jiménez-Aleixandre et al (2004), Simonneaux (2000) a respeito das interações relacionadas à formulação de argumentos em questões sociocientíficas. Alguns autores afirmam que o resgate e a relação com diversos campos disciplinares são esperados em argumentos dessa natureza; outros autores evidenciam que os padrões morais são determinantes para a tomada desta ou daquela posição em um problema sociocientífico.

Com essas considerações, observamos a maior necessidade de estudos na área que avaliem a conexão entre o conhecimento científico e outros possíveis conhecimentos mobilizados em questões sociocientíficas.

# 7. Referências Bibliográficas


AIKENHEAD, G. S. Collective Decision Making in the Social Context of Science. ***Science Education***, v. 69, p. 453-475, 1985.

BARNES, B. ***T. S Kuhn and social sciences.*** London : Mc Millan press, 1982.

BAZERMAN C .Shaping Written Knowledge: The Genre and Activity Of The Experimental Article In Science. Madison: University of Wisconsin, 1988.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A.M.P.; VILCHES, A. ***Necessária Renovação do Ensino de ciências.*** São Paulo: Cortez, 2005.

CAPECCHI, M.C.V.M. ***Aspectos da cultura científica em atividades de experimentação nas aulas de Física.*** 2004. Tese (Doutorado) - FEUSP, São Paulo – SP.

CAPECCHI, M. C. V. M; & CARVALHO, A. M. P. Atividade de laboratório como instrumento para a abordagem de aspectos da cultura científica em sala de aula Pró-Posições **Revista *Quadrimestral da Faculdade de Educação Unicamp,*** v. 17, nº 1 ,Campinas, 2006

CAPONI, G. Biologia funcional *vs.* Biologia evolutiva. ***Episteme***, n. 12, p. 23-46, jan./jun, Porto Alegre,. 2001.

CARVALHO, A. M. P. (Eds), Critérios estruturantes para o ensino de ciências. In: ***Ensino de Ciências – Unindo a Pesquisa e a Prática***. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2004.

CARVALHO, A. M. P. . Habilidades de Professores Para Promover a Enculturação Científica. ***Contexto & Educação***, v. 22, p. 25-49, 2007

CHUBIN, D. RESTIVO, S. The moothing of science studies: research programmes and science policy. In: Knorr-Cetina e Mmullay (Eds.). ***Science observed perspectives on the social study of science*** SAGE Publications. 1983.

COBERN, W. W. E AIKENHEAD, G. S., Cultural Aspects of Learning Science. In: Fraser, B. J. e Tobin, K. G (Eds). ***International Handbook of Science Education.***: Klower Academic Publishes.Editores 1998.

COSTA, A. Desenvolver a capacidade de argumentação dos estudantes: um objectivo pedagógico fundamental ***Revista Iberoamericana de Educación.*** v 46 , 2008.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.F. & SCOTT, P. Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. ***Educational Researcher***, v. 23 1994.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. ***Science Education***. v. 84, p. 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**, v.88, p. 915– 933, 2004.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P.; PÉREZ, V. A.; CASTRO, C.R. Argumentación en el laboratorio de Física. **Atas do VI EPEF,** Florianópolis - SC, 1998.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P., RODRÍGUEZ A. B, DUSCHL, R. A. "Doing the Lesson" or "Doing Science": Argument in High School Genetics. ***Science Education,*** v. 84, p.757–792, 2000.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE M.P ;PEREIRO MUÑOZ, C. KNOWLEDGE producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. ***International Journal of Science Education***, v.24: 1171-1190, 2002.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P.; DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. ***Enseñanza de las ciencias.*** v. 21, n. 3, p. 359-370, 2003.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. & AGRASO, M. F. A argumentação sobre questões sócio-científicas: processos de construção e justificação do conhecimento na sala de aula. ***Educação em Revista***, n. 43, 2006.

KELLY, Gregory. Inquiry, activity and epistemic practice. IN: ***Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda***, 16-18 de fevereiro de 2005, New Brunswick, New Jersey, EUA.

KORTLAND, K. (1996). Decision-making on science-related social issues: The case of garbage in physical science—a problem-posing approach. In G. WELFORD, J. OSBORNE, & P. SCOTT (Eds.), ***Research in science education in Europe***. Current issues and themes (pp. 115–124). London: Falmer Press.

KUHN, T. S. ***The structure of scientific revolutions***. Chicago: University of Chicago Press, 1962.

KUHN, D. Science Argumentation: implications for teaching and learning scientific thinking. ***Science Education.*** v. 7, n. 3, p. 319-337, 1993.

LATOUR, B.; WOOLGAR, S. ***Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts***. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1986.

LATOUR, B. ***Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora.*** São Paulo: Editora UNESP, 2000.

LEMKE, J.L. ***Talking Science. Language, Learning and Values***. Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation, 1990.

LEMKE, J. ***Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*****.** Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S. A., 1997.

LEMKE, J.L**.** Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education. ***Journal of Research in Science Teaching,*** v. 38, p. 296-316, 2001.

MACHADO, A. H. ***Aula de Química. Discurso e Conhecimento.*** 1999 - Dissertação (Mestrado) -UNICAMP, Campinas - SP.

MAYR, E. ***Biologia, Ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*****.** São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

MEC, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica. ***Orientações Curriculares para o Ensino Médio, Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias,***.v. 2. Brasília, 2006.

MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. Múltiplos olhares sobre um episódio de ensino: "Por que o gelo flutua na água?". In: Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências: Linguagem, Cultura e Cognição, Reflexões para o Ensino de Ciências. ***Anais.*** Belo Horizonte, 1997. p.139.

MORTIMER, E. F. ***Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*****.** Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 2000.

NEWTON, P. 1999. The place of argumentation in the pedagogy of school science. ***International Journal of Science Education,*** v. 21, n. 5, p. 553– 576, 1999.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. – OECD. Measuring students knowledge and skills: first results from the OECD Programme for International Student Assessment (PISA) Paris. OECD publishing., 2000.

Patronis, T., Potari, D., & Spiliotopoulou, V. Students' argumentation in decision-making on a socio-scientific issue: Implications for teaching. ***International Journal of Science Education***, v. 21, p. 745–754, 1999.

ROTH, W-M.; LAWLESS, D. Science, culture and the emergence of language. ***Science Education***, v. 86, p. 368-385, 2002.

SADLER, T. D. Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: A Critical Review of Research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, nº5, p. 513-536, 2004.

SADLER, T. D; FOWLER, S. R. A Threshold Model of Content Knowledge Transfer for Socioscientific Argumentation. ***Science Education***, v. 90, p. 986-1004, 2006.

SADLER, T. D. & Zeidler, D. L. (2004). The Morality of Socioscientific Issues: Construal and Resolution of Genetic Engineering Dilemmas. Science Education, 88, 4-27.

SANDOVAL, W. A. Understanding students' practical epistemologies and their Influence on learning through inquiry. ***Science Education,*** v. 89: p. 634– 656. 2005.

SANDOVAL, W. A., MORRISON, K. High school students' ideas about theories and theory change after a biological inquiry unit. ***Journal of Research in Science Teaching***, v. 40 n.4, p.369 – 392. 2003.

SASSERON, L.H. ***Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula***. São Paulo, 2008 - Tese (Doutorado)- FEUSP, São Paulo – SP.

SCARPA, D.L. ***Linguagem do e no ensino de ciências: o conhecimento científico e as interações em sala de aula na Educação infantil.*** 2002. -. Dissertação (Mestrado).- FEUSP, São Paulo - SP.

SCARPA, D.L. ***Cultura escolar e cultura científica: aproximações, distanciamentos e hibridações por meio da análise de argumentos no ensino de Biologia e na Biologia***. 2009 - Tese (Doutorado) -. FEUSP, São Paulo - SP.

SIMONNEAUX, L. Cómo favorecer la argumentación sobre las biotecnologías entre el alumnado. . ***Alambique Didatica de lãs Ciencias Experimentales*.** n. 25,:p. 27-44, 2002.

SNOW, C.P. **As duas culturas e uma segunda leitura.** São Paulo: Edusp, 1995.

SUTTON, C. Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. ***Alambique Didatica de lãs Ciencias Experimentales***, n.12, p. 8-32, 1997.

SUTTON, C. Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje**. Enseñanza de lãs Ciencias**, v. 21, n.1, p. 21-25, 2003.

TONIDANDEL, S.M.R. ***Escrita argumentativa de alunos do ensino médio alicerçada em dados empíricos obtidos em experimentos de Biologia***. 2008 - Dissertação (Mestrado) - FEUSP, São Paulo -SP.

TOULMIN, S.E. ***Os usos do argumento***. São Paulo: Martins Fontes, 2ª ed., 2006.

VESSURI, H. **La Movilidad Cientifica desde la parspectiva de América Latina in Jorge Charum y Jean-Baptiste Meyer, Internetional scientific migrations today**. **New perspectives**. París: IRD Col-ciencias, 2000.

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***, 2003.

WALKER, K. A. & ZEIDLER, D. L. Promoting Discourse about Socioscientific Issues through Scaffolded Inquiry. ***International Journal of Science Education***, v. 29, n.11, p.1387-1410, 2007.

ZOHAR, A., & NEMET, F. (). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. ***Journal of Research in Science Teaching***, v. 39, p. 35–62, 2002.

# 8. Anexos

*Anexo I*

Transcrições na íntegra referente aos grupos de alunos em discussão sobre assunto científico.

Transcrição grupo 1

A1: Vamos começar do começo

A2: Vamos!

A1: Fala a experiência...

A3: Por que as conclusões dos experimentos dos experimentos um e dois... Pega o experimento um e dois

A4: Daaas...

A3: Das linhagens...

A3: A pergunta esta mais relacionada com o experimento que eles colocaram as S vivas e as R mortas e eles não morreram... Por que eles pegaram substancias lá, amilase... protease...

A4: Daí eles tinham que inserir oooo láaa...

A3: Eles não sabiam qual era o principio transformante... Daí eles pegaram o principio transformante... e colocaram amilase, e se a amilase reagisse ia ser amido... Protease, se a protease reagisse ia ser proteína... Aí a ribonuclease... Se a ribonuclease reagisse ia ser RNA o único que perdeu o principio transformante.. Foi a desoxirribonuclease... Por que era DNA – O DNA é formado pelo acido desoxirribonucleico e o RNA é formado pelo...

A4: Nada haver...

A3: Não, eu to falando a verdade... Por que é assim ó, se reagisse com a desoxirribonuclease, seria DNA.

A4: Reagiu com o DNA...

A3: É desoxi por que, pq não tem oxigênio?

E: Não tenho a menor ideia... Os nomes eu não sei, quem sabe é químico

A3: Serio mesmo?

E: Sério... Eu não garanto, eu acho...

A3: Mas deve ter oxigênio...

E: É pela lógica sim, mas vai que tem alguma coisa que a gente ta achando que é mais simples

e não é...

A1: Eles já sabiam que o DNA tinha desoxirribose, é isso?

A3: Eles não sabiam qual era o principio transformante, é isso que eles não sabiam...

A4: Eles não sabiam que esse principio era o DNA...

A4: Eles já sabiam...

A3: O que era o DNA

A4: Haviam mais possibilidades de não ser o DNA

A3: A partir... Da transformação do principio, que era o DNA... Eles puderam obter..

A4: Não, eles achavam que podia ser proteína... Só depois...

A3: Depois desse experimento...

A3: Depois eles pegaram o fósforo radioativo lá...

A2: Que fósforo radioativo mano?

A3: É que eles tiveram que marcar o DNA de vírus com fósforo radioativo

A4: Eles tiveram que colocar...

A3: E no DNA tem fósforo não tem?

E: Lembra lá da molécula? Você tem no caderno... Tem o fosfato, tem o carboidrato e tem a base nucleica... Todos têm o fosfato...

A3: Ai o enxofre eles colocaram pra comparar com a proteína parece....

A1: Agora a gente já sabe quais são as experiências...

A3: Daí o que eles acharam dentro da bactéria foi o DNA... Que era o fósforo radioativo que eles acharam la dentro, mas também continha proteína né?

E: Então, o enxofre tava na cápsula do vírus e o fósforo estava no DNA... O que eles acharam foi o fósforo...

A1: É mais fácil que o segundo né???

E: Quando você faz alguma coisa *in vitro* é fora do corpo então você faz um ensaio num Becker, *in vivo* você faz no animal ou na planta... Ou no ser vivo entendeu?

A4: Usavam o DNA, mas alguns falavam que não podia ser porque a amostra estava contaminada... Ai só depois que viram que estava pouco contaminada porque só havia 0.02 de proteína que aí que pode se afirmar que era o DNA...

A3: Não é bem contaminada... É porque dentro da célula tem proteína

A4: Eu falei contaminado porque eles não conseguiram isolar completamente o DNA, porque tinha proteína é isso...

A2: Ãhhh.

A3: Agora tem que responder a pergunta...

A1: Le a pergunta colocá-la aqui depois...

A3: Porque o DNA modificava geneticamente a bactéria...

A4: Porque as informações que a bactéria tinha... As informações originais que a bactéria tinha que podia causar a pneumonia passou adiante pra uma que não tinha essa habilidade.

A1: tah, mas ate ai, eles não sabiam que era DNA

A3: Não ate aí eles não sabiam...

A1: Por isso é mais fácil pela dois...

A3: Porque na dois alem de eles colocarem a substancia pra reagir eles colocaram dentro do DNA o fósforo radioativo... e encontraram o fósforo radioativo dentro do corpo da bacteria...

A3: escreve...

A4: só pegaram o DNA daqui e introduziram aqui...

A1: Mas isso não acontece do nada...

A4: nada aconteceu mano...

A1: não A1... passou a bactéria antes não tinha não causava pneumonia no rato e depois ela causou... porque tinha o DNA da outra célula lá...

A3: Então só o DNA poderia ter passado alguma coisa...

A1: então...

A3: entao não tem o que explicar...

AE: A bactéria S morta ela morre e perde o DNA???

A3: O DNA é mais resistente... a estrutura do DNA não quebra com o calor... a bactéria morre mas a estrutura permanece

E: Então foi a partir daqui que sofreu a transformação bacteriana

A3: então o que aconteceu de uma bactéria para outra???

E: o DNA dessa “S” modificou o DNA da outra...

A3: então modificou uma R e fez o que com ela?

E: Transformou em S...

E: e essa, quando ela se reproduz então ela faz o que? Volta pra questão e volta pra esse ponto...

A:1 só o Dna foi transferido do vírus pra bactéria logo só ele pode ter...

A3: Porque o DNA tem as informações genéticas porque ele alterou as informações genéticas da S da S pra R

A4: da R

A3: da S morta pra R

A3: Então aqui oh primeiro S vivas camundongo morre... R vivas camundongo sobrevive... S morta pelo calor camundongo sobrevive por quê? Porque aqui não tinha... Aqui ela já tava morta mais o DNA dela não poderia afetar o organismo do rato... Agora aqui não s morta pelo calor mais r vivas... o DNA da s morta passo pra r viva modificando seu material genético que era o DNA e ela acabou se tornando s viva e começou a se reproduzir... a partir disso ela infectou o camundongo Ai assim, quando ela passou a ser s vivas ela passou a produzir a cápsula de carboidrato que causava a pneumonia em camundongos aí o camundongo morreu em conseqüência disso...

Então a gente pode afirmar que o dna é o portador das informações hereditárias...

A4: ele é o principio transformante e contem a informação... ele transformou a r e deu a R as características da S entendeu???

A3: o camundongo morre porque a que era R se torna S

A3: Bactéria S mortas (e aponta) aqui está morta pelo calor certo? Agora eu só quero saber uma coisa, qual foi o processo que ela fez pra entrar dentro do corpo do camundongo???

E: Vocês estão confundindo... Isso foi feito *in vitro* não é?

A3: ah ta certo...

A3: **Esquematiza** aqui é o tubo de ensaio

A4: Só tinha o principio transformante dentro do tubo...

A3: Ah é, só tinha o principio transformante dentro do tubo... (aqui é só uma bola preta oh, só o DNA)...

A4: Ela falou na ultima aula que a bacteria englobava...

A3: O DNA da s morta...

E: Bactéria conseguem pegar material genético umas das outras... Então ela vê um material genético de outra bactéria dando sopa... Então ela pega pra ela... essa é a historinha simples

A3: Então esse DNA (bactéria S) de algum jeito modificou o DNA dessa e esse aqui

A4: Herdou as características da que morreu!!!

A3: Quando o DNA da s morta passou pra r viva... igual ela falou se o dna tiver dando sopa a becteria vem e pega...

A3: foi aqui que ocorreu oh a transformação a transformação bacteriana ocorreu aqui... a partir do momento que o DNA entrou modificou o material genético daqui...toda a informação genética hereditária daqui, passou pra cá... a partir disso começou a reproduzir e surgiu outra s agora aqui só era S não era mais R e aqui já deu origem a mais uma...

A4: um monte...

A3: aí já era um monte, daí dominou o organismo do camundongo...e matou todas as células dele...

A1: mas matou ele?

A3: não deu pneumonia, infectou ele...

A1: então foi no rato?

A3: não foi in vitro...

A1: então como é que ele morreu?

A1: é essa aqui que vcs estão falando...

A3: aqui foi in vitro...

A4: e só foram descobrir que era DNA depois...

A3: eles sabiam que tinha um principio transformante e que ocorria a transformação bacteriana, mas não sabiam o que que era aí vem essa hipótese, poderia ser... amido, proteína que era o que mais tinha essa daqui acho que foi in vitro, foi no tubo de ensaio...

A3: Eles colocaram o material genético oh o principio transformante...eles colocaram amilase, daí continuava com o principio transformante...colocaram protease, aí ele continuava com o principio transformante ele colocou ribonuclease ele continuou com o principio transformante... então não poderia ser nem amido, nem proteína nem RNA daí eles colocaram desoxi-ri-bo-nu-cle-ase... aí ele perdeu o principio transformante conclusão disso, substancia transformante é o DNA e se o DNA tem a capacidade de transformar as característica hereditárias das bacterias, ele deve ser o próprio material genético...

A4: e aí ele que passa

A3: ele com as informações genéticas vai transferir praaa... outra bactéria... pronto conclusão

A3: conclusão, se o o DNA tem a capacidade de transformar a bactéria R em bactéria s ele é próprio material genético

A1: mas a gente não sabe o do vírus...

A3: Por que o vírus a estrutura do vírus

A4: Por que o vírus fez com que a bactéria morresse e nascesse outros vírus...

A3: complexos...

A4: por causa do DNA

A3: Como que é a formação de um vírus??? É só o material genético???não tem membrana não tem nada???

E: Tem essa cápsula proteica e o DNA alguns podem ter uma ou outra organela , mas é só...

A4: eles injetaram

A3: eles injetaram o vírus no camundongo...e ele ficou infectado... os ratos são os heróis da ciência fala aí...

P: chegaram no debate há uma conclusão ... então vamos pra discussão no grupão então...

Transcrição grupo 2:

P: o DNA ta muito engraçado?

A1: vai, eu vou colocar minha conclusão...

P: agora é o momento pra vocês discutirem, resolverem ai, a partir dos experimentos, né... Vamos lá, então?

A1: vo ler, vo ler... 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 no número de indivíduos, a reprodução assexuada. Já a divisão celular nos organismos pluricelulares produz um crescimento dos indivíduos pelo aumento do número de células em seu corpo, ou conduz a reparação de células perdidas, ou ainda capacita a reprodução de sua espécie, através da produção de células especiais como os gametas. Portanto, conclui-se que o DNA é um princípio transformante e que por serem inoculadas em bactérias, essas... Calma. E por serem inoculados em bactérias, essas se reproduzem transmitindo as bactérias-filhas as informações genéticas incorporadas pelo transplante. Esse processo sempre ocorre porque o DNA, depois de sucessivas divisões, proporciona a formação de um novo organismo, este dotado com as informações hereditárias da sua mãe e seu pai, essas células serão iguais. Entenderam? É isso que vocês acham?

A2: é, é isso que eu acho!

A1: problema, quem não entendeu nada? Professora, tá certo?

A2: não, ta tudo errado!

A3: ó, então assim, por que permite essas conclusões?

A1: porque o DNA é o DNA!

A2: por causa das divisões celulares... E o que mostrou as duas experiências, na bactéria, que foram, que entraram lá os 'negocinhos' na bactéria. Isso mostra que o DNA é um fator transformante.

A3: é...

A2: porque ele transformou o S lá, que era viva, as R vivas em S vivas, ela é transformante, depois, no segundo experimento, do bichinho lá, que ela carrega só o DNA, e quando ele, quando ele se injeta no individuo, ele passa seu DNA, então forma outros indivíduos, igual o que jogou lá o DNA, o bichinho lá... Entendeu?

A3: acho que sim...

A1: Tipo, esse é o bichinho, a Tatá é o bichinho, e ela só tem um DNA, ela se injeta, e passa seu DNA,

A2: ai...

A1: ai, o DNA dela vai se reproduzir em mim. Por isso que é...

A2: normalmente o DNA...

A1: isso, que é a informação hereditária dela, vai se formar em mim, entendeu?

A3: é...

A2: pensa assim, sua mamãe e o seu papai, tão lá, e nasce você. Então as informações da sua mamãe e do seu papai vão passar para o zigoto.

A1: eu era um DNA.

P: e ai? Chegaram na resposta?

A1: é... Estamos...

A2: caminhando...

P: já da pra gente fazer uma discussão?

A1: qual que é a resposta?

A2: que quando eles são...

P: vamos lá! Vamos fazer agora porque depois agente não tem mais aula pra isso!

<u>Transcrição grupo 3:</u>

A1: então, vocês fizeram a lição? Porque as conclusões do experimento 1 e 2 em que o DNA é o principio transformante, o DNA do vírus penetra na bactéria, podemos afirmar que o DNA é o portador das doenças hereditárias? Vai...

A2: qual que foi B.? A pergunta da outra? Podemos afirmar que o DNA carrega as características que, pela experiência, vimos que a bactéria que causa morte tinha em seu DNA características que deixavam o ratinho doente e passou para a bactéria viva, assim, com sua característica modificada, ela pôde contaminar o ratinho. Vou ler a resposta da outra ta?

A2: lê mais alto!

A1: a afirmação pode ser feita, pensando no porquê ---- no qual a partir dele a bactéria poderia sofrer uma transformação. Então a --- bactéria deve conter as características do alvo que a bactéria vai se transformar, e mais, deve conter as informações, com que a informação ----. Como o experimento mostra, o princípio não só -- da bactéria nova, e ao mesmo tempo (ajudar) a outra. Na reprodução, podemos dizer que a informação passa de pai para filho, ele ficaria (velho), assim como os anos com a informação hereditária desses pais carregados pelo princípio transformante. ----------.

A2: mas passa do vivo pro morto ou do morto pro vivo?

A1: do morto pro vivo.

A2: então, eu coloquei como se fosse do vivo pro morto.

A1: é, você pôs errado.

A2: mas então como é que é?

A1: é do morto pro vivo...

A2: mas o que que ele passou?

A3: a informação né!

A2: a que tava morta era a que causava a doença?

A1: a não, ta certo...

A3: não o que tava vivo vai ta morto?

A2: ah, não ta certo eu falei certo, mas é que eu escrevi errado.

A3: o que ta vivo vai matar o morto?

A1: ah, não, não, ta certo...

A3: a morta vai matar a viva? O saudável vai matar o doente?

[...]

A1: não, vai, sério. Aquele do ratinho,é pra mostrar bem a coisa da hereditariedade, não muito da característica, mas bem da hereditariedade, porque passa de um pro outro. Aqui da pra mostrar bem que ta carregando as características pra fazer o individuo, porque eles mostram que é o DNA que ta aqui que vai transferir pro outro.

A2: ah, é fácil...

A1: você acha que tem uma coisa em comum?

A2: ah, tem sim em comum. Porque é o DNA que passa aqui dentro. Ta, certo B.

A2: não, é assim J.:  DNA tava aqui, ai eles (clonaram) por partes, eles vêm só puxar de lá.

[...]

A3: é assim J... O que você tava falando?

A1: eu tava explicando que o DNA ta lá faz tempo, e é o DNA que vai ter as características pra transformar a bactéria viva

[...]

A1: Por que podemos afirmar que o DNA é o portador das doenças hereditárias? Por quê? Vai, começa a elaborar ai...

A2: porque quando uma bactéria penetra na outra, penetra numa célula... Quando ele penetra na célula, entra, cai lá na célula, faz assim: o DNA passa para as suas células as características dele, por exemplo, deixando você com as características dele. Doente, por exemplo.

A3: não, ai vai ser todo mundo igual? Todo mundo igual a mãe?

A1: Não, porque se for assim, eu como uma mação e eu vou virar uma maçã!

A3: vai ser uma maçã, é!?

A1: não, porque ó, pelo jeito que ela falou, tudo que o DNA entra na célula fica, pega todas as características do DNA, então se eu comece uma maçã, eu ia virar uma maçã!

A2: mas a maçã, ta escrito lá no DNA dela que só é pra ela entrar, nutrir e sair, agora no vírus não. O DNA (mata) é seu inimigo.

A3: é, mas ta lá o negócio que você comeu...

A2: mas nesse caso ta escrito, mata seu inimigo... Entendeu? Não é inimigo, é amigo? Não é? Nesse caso não salva a vida?

A1: é, porque o vírus precisa, ele não quer matar, ele pra se reproduzir acaba matando entendeu?

A2: vamos falar com a professora?

A1: vamos!

A3: não J., não pode!

A4: ta proibida!

[...]

A1: ta, então, igual o que a gente tava falando aqui... Quando ele ta ---, vai pra célula. Vai várias características dele pra sua célula. Por como é o vírus, já vai passar a pneumonia. Já penso... Se eu comece uma maçã eu ia virar uma maçã. Do jeito que ela falou parecia ó... Assim que o DNA entra em suas células, esta se transforma nas características desse novo DNA!

P: então, mas nos seres humanos isso não ocorre. ---------- ela destrói as células do pulmão. Na verdade, não tem reprodução nesse processo. Porque, na verdade, o DNA entra na célula, ai lá dentro esse DNA utiliza as organelas da célula para produzir outros iguais a ele, e quando essa célula explode a gente tem ai muitos daquele vírus, (eles vão atacar outras células do pulmão e assim, ele vai ficar doente, vai ficar com a pneumonia).

A1: o que eu queria falar e dessa coisa assim, da informação hereditária assim, a primeira experiência, ela é da hereditariedade, a bactéria morreu lá e o DNA dela passa pra outra né, então é essa coisa assim.

P: na verdade é o calor, é ele que mata a bactéria. O calor mata a bactéria. Mas não acontece nada com o DNA, só que ele tem um princípio transformante que eles concluíram ser o DNA, então eles vão procurar (um dado que estaja bastante estável). Então ai o DNA vai para uma outra bactéria. Muda as características dessa bactéria?

A1: algumas vai, não são todas, são? Ela se transforma na outra? Ou ela só adquire aquela propriedade?

P: aquela propriedade e tantas outras que forem determinadas pelo DNA.

A2: então ela acaba se transformando na outra?

P: Na S. Ela acaba se transformando ---- tudo bem, mas ela adquiriu as características da outra, ela se transforma na outra, só que assim, para causar a doença, basta 1 bactéria?

A1: não, tem que ter outras...

P: quando elas se reproduzem, que bactéria ela vai ser?

A1: qual era? S, R? Como que era? Aquela que era a do perigo...

P: por quê? Causou a doença, não causou? Então, matou aqui, causou a doença. Então imagina que agora tem muita bactéria S lá dentro, e ela é má, tem muita. E da onde veio essas muitas bactérias S?

A2: vem da reprodução das...

P: da reprodução das bactérias, são descendentes da R viva que adquiriu o DNA da S. então também tem o...

A1: mas como que a... Eu não entendi ainda, não, ta, eu acho que não vem ao caso, mas como ela adquire esse DNA da outra?

P: isso você mesmo falou, você não vai adquirir o DNA da maçã, mesmo tendo comido o DNA da maçã, na verdade, essa é uma característica das bactérias, as bactérias trocam DNA, elas podem passar o DNA, mas não é assim, as informações hereditárias vão pra outra. É como se eu pegasse, encostasse aqui no A. e ele ficasse mais baixo do que ele é. Porque ta no meu DNA. As bactérias trocam, elas têm essa propriedade.

A1: É, porque senão ia tudo virar... Ia virar sempre.... É por isso que

P: ---------- essa é uma propriedade que só as bactérias têm, os outros seres são pela reprodução.

A3: já pensou se tivesse uma bactéria que -------.

A4: Acho que alguém já ta tentando fazer isso...

A1: mas o princípio da clonagem é fato, é fato....

A3: Então eu vou fazer e vou ficar rico, vou ficar rico sozinho...

[...]

A2: Professora, é pra escrever isso na resposta, não é?

A2: Ta, como é que a gente vai fazer?

A1: quais são as conclusões dos experimentos 1 e 2?

[...]

Anexo II

Transcrições na íntegra referente aos grupos de alunos em discussão sobre assunto científico.

P: Ó pessoal, então essas aqui são as instruções pra o júri simulado. Então, aqui ta o esquema do júri simulado, Então como é que a gente vai fazer, vamos começar pela acusação, da ação de inconstitucionalidade, e ai esse grupo, um dos grupos vai ter cinco minutos e depois os grupos de defesa cinco minutos, e assim sucessivamente, até o final. E depois, no final, cada jurado dará a sua posição, o seu voto pela liberação ou não da utilização de embriões nas pesquisas com células-tronco, certo? E eles terão dois minutos pra falar cada um deles. Ai depois a gente finaliza, discuti e tal. Quem faltou na ultima aula, então tem um grupo, o Yu.., o Gu... é a plateia, ta? Mas é importante fazer as anotações, porque como vocês não participaram da discussão na aula, vocês têm menos formas de participar, com tudo que foi dito na ultima aula. E ai porque que a plateia é importante, porque que todos são importantes aqui. A partir da discussão de hoje, todos os argumentos que serão colocados hoje, a favor ou contra, vocês vão fazer uma dissertação com seu posicionamento, como eu já disse, o seu posicionamento não será avaliado, é obvio que eu não vou avaliar se você é a favor ou contra, o que eu vou avaliar e a dissertação, é o texto, você tem que ter um posicionamento, e o que eu vou avaliar são os argumentos que vocês vão utilizar, a coerência, o embasamento daqueles argumentos, e isso vocês vão entregar daqui a uma semana, certo? [SAI DO TEMA DA AULA] E ai vocês sabem que a data do SARESP não cai, porque seria terça e quarta e passou pra quinta e sexta. As três primeiras aulas de quinta e de sexta-feira. Tem uma outra coisa também, o pessoal da Biologia, está fazendo um vídeo institucional para o projeto genoma e eles vieram contatar a escola se uma das partes desse vídeo institucional poderia ser realizado na escola. Com alunos que já tiveram contato com esse tema, de DNA, cromossomos e, do Ensino Médio, quem já teve contato com esse tema foi o 3º ano do Ensino Médio. Então uma das sugestões que eu e a Fátima demos, não sei como é que ta essa história porque a gente trocou e-mails agora no feriado, mas depois eu vou falar com a Fátima sobre isso, não sei se vai ter ou não. Mas só também pra adiantar pra vocês, talvez na quinta aula da quinta-feira, seja utilizada pra fazer esse vídeo institucional para quem tiver aqui na escola, então serão jogos do projeto genoma, que serão aplicados com vocês que o pessoal vai filmar pra divulgar esses jogos. Com todos os procedimentos adequados. Outro ponto só pra vocês refletirem, vocês sabem todo o GT que teve na escola todas as coisas e tal, né, toda essa discussão partiu dos resultados do SARESP, não sei se já conversaram isso com vocês.

[...]

P: Então, vamos ao júri? Então, nós vamos arrumar as carteiras viradas um para um lado, o outro para o outro e os cinco jurados aqui na frente, então vamos lá, os grupos de acusação e os grupos de defesa. Ah, então como não tem SARESP na quarta-feira, vai ser a revisão, na segunda a prova e na outra quarta a gente fecha as notas.

P: Então vamos lá gente. Eu como juíza, abro então a seção sobra a Ação de Inconstitucionalidade, que defende que os embriões não poderão ser utilizados na pesquisa com células-tronco. Teremos nessa seção três grupos de acusação e terão cada um cinco minutos para a fala e teremos três grupos de defesa, cinco minutos para a fala de cada grupo. Espero que os senhores estejam atentos a todas as colocações, E temos aqui os cinco excelentíssimos ministros que farão o julgamento final. Os cinco ministros terão a função nobre de definir, no país, se a pesquisa com células-tronco poderá utilizar

embriões congelados. Contamos com a sua racionalidade, com a sua parcimônia para tomar essa decisão. Primeiro grupo de acusação, grupo dos excelentíssimos Lu.., Le.. e Car..

A1: Professora, é pra gente ler o nosso texto?

P: ë pra falar. Vocês têm exatamente, alguém da plateia poderia cronometrar o tempo, por favor? Ok, cinco minutos para falar, dos excelentíssimos senhores advogados de acusação, que são a favor da utilização de embriões, são contra a ADIM, são contra a Ação de Inconstitucionalidade, portanto eles são a favor do uso de embriões para a pesquisa com células-tronco. Por favor a palavra...

A2: Obrigado. Bom, então a gente ta aqui pra falar porque apoiar a utilização dos embriões, e mano eu acho que é simples né, esse tema não tem nem o que discutir, porque, não, obvio porque a vantagem é muito grande, e normalmente o que se contesta nesse tema é clonagem de ser humano, mas tem que ver como a gente ta tentando utilizar a célula, porque falam que é o desperdício de uma vida e não sei o que, vai jogar a vida fora, e não é bem assim. Se for assim, a gente até tem um documento aqui que fala que a unha se cortar a unha, tirar cutícula, vai estar jogando uma vida fora. Porque existem células-tronco também. E a intenção na utilização do embrião é mais ou menos essa, você pega uma célula que já ta, tipo, inutilizada assim, vamos dizer, congelar ela e você faz o uso pra fins terapêuticos e medicinais, não pra outro ser, outra... Você pode, com pesquisas, não é nada, tipo, a gente não ta falando de clonagem. A gente ta falando de pesquisa e desenvolvendo a pesquisa você pode desenvolver muitas coisas, por exemplo, reconstituição de órgãos, sei lá, é, muitas coisas ai...

P: Pronto?

A3: Pronto.

A2: Ah, é mais ou menos isso né. Deixa o time complementar ai. Os senhores estão satisfeito com a sua aplicação então, não utilizaram todo o tempo, estão satisfeitos?

A2: Satisfeitos.

A3: Isso basta.

P: Então, com a palavra, o grupo de defesa da ADIM, as excelentíssimas senhoras Ka.. e Bea.. e o senhor Pe... Quem tem a palavra?

A4: Eu. A gente tem vários argumentos aqui, pela defesa da não pesquisa com células-tronco embrionárias. Do ponto de vista econômico, o Brasil já tem pouquíssimas verbas disponibilizadas pra pesquisa com células-tronco e, já que as verbas são poucas, a gente deveria utilizá-las pra estudos mais concretos, como a pesquisa com células-tronco adultas, não embrionárias, porque já tem resultados mais comprovados com as células-tronco adultas do que com as embrionárias. E o que o Lucas falou, das células da unha, ta errado porque células-tronco da unha não são células-tronco embrionárias, são células-tronco adultas já. Também é comprovado cientificamente a rejeição do organismo às células embrionárias, porque, como elas são originarias de um outro organismo, e não do organismo da pessoa que vai recebê-las, elas geram algumas mutações que podem causar câncer e outros tipos de doença, além disso, a gente acha que não é justo criar um clima de expectativa para o paciente e para os familiares sobre a possibilidade de uso terapêutico de células que se quer foram testadas em experimentos básicos, não tem nada concreto sobre esse tipo de estudo. A gente acha que não é aceitável produzir embriões humanos sem finalidade reprodutiva, apenas para produzir células-tronco, já que o embrião não é uma vida em potencial, é uma vida de fato, o embrião é uma fase de desenvolvimento da vida humana, assim como a infância a adolescência e a vida adulta, o embrião é

uma fase desse desenvolvimento, a gente acha que já é um ser humano que ta ali. Tem quanto tempo ainda?

P: tem mais três minutos ainda.

A4: Então, como a gente já falou, a inserção das células-tronco embrionárias, altera o DNA do núcleo das células do individuo o que pode desenvolver tumores. E a justificativa era a necessidade de desenvolver novas terapias, que é a justificativa dada para as células-tronco embrionárias, não está a cima da vida dos embriões produzidos para este fim... Que mais?

A5: Tem mais aquilo ali...

A4: Ah, mais é o que eu falei já, que não é nada concreto, que nem o L. falou, o desenvolvimento do estudo de células-tronco embrionárias TALVEZ podem gerar a reconstituição de órgãos que pode salvar uma pessoa de alguma doença (importante) pode ser alguma coisa, mas não é nada certeza, como os estudos com células-tronco adultas já estão mais concretos, mais fortes, a gente defende que o investimento devia ser nesse tipo de estudo, com células-tronco adultas, em vez de embrionárias. Tem mais coisa?

A5: Ta bom, já.

P: Os senhores estão satisfeitos?

A5: Um outro membro do grupo pode falar?

P: Pode.

A5: Senhoras e senhores juízes, é o seguinte, não, vou falar direto com eles que é onde eu quero chegar... Porque a gente quer desviar as verbas que a gente investe hoje em pesquisas com células-tronco adultas, para uma pesquisa que a gente não sabe se funciona, não sabe se é eficiente, a gente não tem certeza se funciona, então, sabe, dizem que pode funcionar, dizem né, então ai, daqui a vinte anos vão trazer essa resposta, enquanto em cinco eu posso ter uma resposta com as pesquisas com células-tronco adultas. Então, era isso que eu queria acrescentar à vocês. Que prestassem atenção nesse ponto, que o Brasil hoje não tem verba para financiar as duas pesquisas e que a gente queria focar em uma que já está avançada, o Brasil já é pioneiro nessa pesquisa. Pronto.

P: Grupo satisfeito então?

A4: Sim.

P: Passamos a palavra ao próximo grupo de acusação, que é o grupo das excelentíssimas senhoras B. P., A. e D.

A6: Eu (sempre falo que é acusação)... É, senhores do júri,

A5: Ah, agora todo mundo quer falar assim!!

A6: Você ficou falando, então eu posso falar também. Nós escolhemos fazer assim, a gente vai ler o texto que a gente fez, que eu acho que traz muitas respostas à questão. E depois eu quero dar algumas colocações sobre alguns pontos equivocados na fala dos meus colegas aqui da frente. É, em março de 2005, o congresso nacional aprovou a lei de biosegurança, algumas pessoas com a capacidade limitada de entendimento, viram que o artigo quinto da referida lei, o aspecto de inconstitucionalidade,

erroneamente, esse grupo ajuizou uma ação direta de inconstitucionalidade, a ADIM, que hoje nós estamos julgando, viemos por meio deste apontar erros na leitura dessas pessoas e defender a lei e seus artigos, bem como a possibilidade de pesquisas com células-tronco, o mais importante de tudo. Em primeiro lugar, gostaríamos de destacar que ao proibir essas pesquisas, estaríamos impedindo o progresso da ciência, é claro que as pesquisas não são garantia de resultado, entretanto, NÃO pesquisa é garantia de NÃO resultado. Todas as pesquisas feitas passam pelo aval da Comissão de ética, é não só pela aprovação dos laudos fornecedores, argumentos de que a pesquisas são, portanto, antiéticas, não condizem, já que elas foram previamente aprovadas por essa comissão. Também podemos pensar que proibir pesquisas que certamente poderão trazer benefícios à vida humana, estamos omitindo socorro e assistência a essa vida, e constituindo um ato ilegal, a grande questão, todavia, da inconstitucionalidade de artigo quinto, envolve questões mais amplas como onde começa a vida e os embriões utilizados nas pesquisas podem ser considerados seres vivos? Quanto à segunda pergunta, estamos aptos a dizer que não. Os embriões utilizados para a obtenção de células-tronco, são embriões que NÃO seriam implantados em um útero e foram doados para pesquisa, com isso eles recebem um destino mais nobre, do que o que teriam: a lata do lixo. Esses embriões não dariam origem à uma criança, portanto não podem ser considerados uma vida, nem mesmo uma vida em potencial. É preciso separar a vida humana de um pré-embrião congelado, logo vemos que não é nem um ato de inconstitucionalidade, já que a pesquisa não está destruindo vidas. O último argumento utilizado contra as pesquisas, é de que elas eram criaram um comércio negro de vidas e de embriões, este triste fato só chegará a acontecer o Governo, os senhores, não criarem meios de fiscalização e controle, o que não é culpa nem das pesquisas e nem dos cientistas, este é o resultado de uma sociedade em que a vida está tão banalizado e ameaçada que as pessoas vem (lutando) como podem. As pesquisas poderiam até ser uma medida contra esse problema, já que trariam a esperança de vida para muitas pessoas. É, segundo o fato que eles falaram da verba do Governo, que o Governo não tem verba, isso é verdade, o Governo disponibiliza pouca verba para pesquisa, o que está errado, a gente devia... Disponibilizando mais verba para pesquisa e disponibilizando verba para uma pesquisa que tem um grande potencial de trazer resultados concretos para as pessoas e melhorar muito a vida das pessoas, a gente ta fazendo um investimento de saúde, um investimento a longo prazo, que a gente ta minimizando danos que seriam causados no futuro. Você ta sendo pró-ativo, ta agindo pra... É, não ta remediando uma coisa que já aconteceu, está impedindo que uma coisa aconteça, porque quando você ta fazendo investimento pra saúde, pra curar uma pessoa que sofreu um acidente, ta paraplégica, isso é depois que aconteceu, quando você investe em pesquisas que poderão trazer um resultado pra isso, você já ta sendo pró-ativo, você não vai precisar gastar mais trilhões de dinheiro com uma pessoa que sofreu um acidente, já que você ta investindo pra isso numa coisa que você pago aquilo antes e não vai mais precisar investir naquilo. É muito importante que vocês atentem que ao proibir a pesquisa, você ta negando a garantia de resultado, é claro que a gente sabe que, não vamos ser iludidos a ponto de achar que as pesquisas com certeza trarão resultados e eu acredito que a gente não pode pensar desse jeito, mas proibindo a pesquisa você não ta tendo a mínima chance de mudar o resultado porque você não pesquisa nada você não tem como descobrir as coisas do céu. É muito importante que você pense nisso. E depois,

P: Acabou o tempo.

A6: Ah, ta...

P: Ok. Próximo grupo de defesa.

A4:

P: Vamos ver se sobra tempo no final a gente faz, é, grupo dos excelentíssimos senhor V. e do excelentíssimo senhor L. tem a palavra.

A7: Eu falo? Se você me permitir juíza Daniela, eu gostaria de me dirigir ao grupo de acusação e fazer uma pergunta.

P: Não, agora não, você só fala, e fala mais alto, porque senão ninguém vai ouvir.

A7: Ah, eu gostaria de

Alunos: Quê?

A8: Abre a boca A7!

P: Ordem no tribunal! É o A7 que tem a palavra, que se dirige aos jurados de maneira clara, e os jurados que prestem atenção incondicional.

A7: O que é uma célula-tronco, afinal,

A8: Não pode responder!

A6: Não posso responder...

P: Você pode fazer uma pergunta retórica e você mesmo responder.

A7: Pois nós sabemos das suas potencialidades e das suas especialidades, mas agora não ficou muito definido pelo próprio grupo de Biologia e se não o que é uma célula-tronco em si, e como que pode ser retirada. E no nosso texto aqui tem as controversas religiosas a respeito do uso de células-tronco, as antigas religiões, também não há o pró-potencial da vida que eu vou fazer esse pequeno texto, esse pequeno texto aqui. Considerando, qualquer células humana poderia ser uma vida em potencial, se o potencial de vida tem o mesmo estado do ser humano, então toas as nossas células poderiam ser consideradas células humanas em potencial. Tornando isso uma realidade isso só seria uma pesquisa de tempo. Mesmo que seja possível, realmente, reprogramar uma célula adulta que seja exatamente como uma célula embrionária. Essa tecnologia, criada por dois grupos, dois grupos: (Tompsom) e (Amanacá), através da inserção de células da pele, foi aplaudida por todos os estudiosos que se opõem as pesquisas com células-tronco embrionárias, até o presidente George W. Bush. Se realmente estas células tem o potencial de um embrião, bastaria inseri-las em um útero para que elas se tornassem um ser humano, poderíamos dizer então que todas as nossas células são seres humanos em potencial. Quando cortamos os descartamos as nossas cutículas estamos fazendo um assassinato em série? Esse é o meu ponto. Obrigado.

P: Os senhores estão satisfeitos?

[...]

P: Ordem no tribunal! Porque eles já aguardam para falar.

[...]

P: Bom, então agora vão falar os senhores de acusação, J. e D.

A9: Bom, pelo que o V, falou, a gente ta contando que se fosse tirar o embrião, tirar o núcleo dele você esta fazendo um assassinato em serie, então você tem que contar também que você utiliza de seis a oito pra criar uma vida em uma mulher, certo? Pra criar uma, então você está descartando seis, então, o que ele estava falando ali é que você não pode permitir que uma mulher tenha filhos, estéril de...

A10: Inseminação artificial.

A9: Que ela faça uma inseminação artificial porque você ta matando vidas? Porque queria ou não queria você esta usando mais de um, esta usando oito pra nascer uma vida. Então você vai proibir alguém de ter um filho, isso é uma resposta ao que ele falou. Outra coisa eu deixo pra vocês pensarem assim, vão vocês e falam para um grupo de mais ou menos 10 mil pessoas que estão na espera por um órgão, e eles não vão ter esse órgão, porque você proibiu de ter a utilização dessa tecnologia, você não ta deixando essa tecnologia acontecer, você não ta utilizando essa tecnologia que nos temos pra possibilitar que aquela pessoa continue com a vida dela. Eu posso pedir um (jurado/testemunha)?

P: É...

A9: Vai professora, é uma prova, é uma prova...

P: É, acho que sim... Pode. A testemunha... O júri permite então? A (aplicação) de uma prova? O júri vai falar, o júri permite?

A11: Permite.

A9: A gente também tem que mostrar, pra alguém que faz inseminação artificial como ele disse ali, o L. disse, se a gente cortasse uma unha a gente estaria matando uma vida, já que de acordo com ele, aquela célula a gente ta fazendo, vai, ta matando milhares de vidas, ao cortar o cabelo, a gente já matou um monte de vida também. Então a gente não poderia cortar o cabelo, fazer a barba, não pode fazer nada? Mulher é assassina constante, a K. ta matando um agora.

[Risos]

A12: Quê?

A9: Você ta roendo a unha! Você ta roendo a unha você é uma assassina?

A12: Não!

A13; Não o que, acabou de falar! Olha, aqui ta mostrando uma mulher que recebeu o órgão da sua própria sogra,

A5: Adulta?

[Risos]

A9: Eu não to acusando que as células adultas ou embrionárias sejam ruins ou boas,

A4: Mas é você que ta defendo células embrionárias!

P: Gente, não pode falar! Eles vão falar o que tem que falar. Ordem no tribunal!

A9: Bom, é isso, eu vou deixar ai pra vocês pensarem nas pessoas que precisam de um órgão, que não tem um tratamento, que poderiam ser utilizados nessa pesquisa com células-tronco pra formar, reconstituir um órgão danoso, pra vocês passarem lá e dizerem que não vão ter mais esse órgão.

P: Ok.

A4: Réplica, réplica, réplica!

P: Agora,

A14: calma ai, deixa eles falarem,vai!

P: Próximo grupo de defesa, senhores excelentíssimos F. e T.

A15: É extraído de embriões humanos, a célula-tronco, e isso é brincar com uma vida humana, sem a quinta lei de biosegurança, seriam comercializados as células-tronco ou embriões, seria uma derrota para a dignidade humana, perdendo a consciência de si mesmo, usar embriões enviados é errado, pois ainda assim ele são embriões humanos. Células-tronco embrionárias, ainda que não foram estudadas o suficiente, pra usar em vida humana, digo, o homem quer ser Deus, clonando vidas humanas, O direito a vida é uma dignidade da pessoa humana, e que esse direitos são estendidos a um embrião, pois a vida começa na concepção. Pode levar a criação de um mercado negro para a venda de embriões humanos, mulheres pobres seriam estimuladas a (superovular), e vender clandestinamente os embriões para centros de pesquisa. O tratamento com células-tronco embrionárias, podem acarretar o surgimento de alguma outra doença, como o câncer. E o que o P. queria comentar com o grupo é que... Como é que você falou?

A6: Não pode falar!

A15: Ah, que você vai fazer um órgão pra daqui vinte anos? Se você precisar dele você faz pra daqui vinte anos.

P: Não, não da tempo dos jurados falarem...

A5: Professora! Ele apresentou argumentos falsos ali professora! Mostrou o jornal...

P: Mas isso cabe aos jurados decidir.

A16: E a platéia vibra!

P: Olha, P., os jurados podem ser individuais e cada um terá dois minutos para apresentar sua decisão. Começando com a senhora J.

A17: Ah, a minha posição é a favor dos embriões na pesquisa, eu tenho dois argumentos básicos, que a primeira questão de pesquisa eu acho que se nunca for pesquisado, a gente nunca vai ter resultado, assim como a B. falou, e as questões éticas a gente não tem que achar certo ou errado, já tem uma comissão que é responsável por isso, a gente não tem que ficar achando uma coisa ou outra. Se passa pela comissão já foi, já esta dentro das questões éticas. E o meu voto é esse. E o de vocês?

P: Então, nos temos um voto a favor do uso de embriões para as pesquisas. Excelentíssima senhora P.

A18: Eu também sou a favor do uso das células, porque é como eles falaram, tem que tentar pra ver se vai dar certo ou não, e... Eu sou a favor.

A5: Não to convencido professora! Não to satisfeito, não falou! Ele falou la um monte de mentira!

P: Mas isso é a juíza que vai avaliar se foi bem colocado ou não, certo? Excelentíssima senhora L.

A19: eu apoio a utilização de embriões, os argumentos são claros, como elas disseram, pode não ter resultado, mas é melhor tentar, do que deixar pra lá, não vai dar resultado, você não vai tentar? Então eu to com eles também...

P: Senhor excelentíssimo L.N.

A20: Eu sou contra, por três argumentos: Ponto de vista econômico, a falta de verbas, também porque podem ser rejeitadas, causar outras doenças mais graves, e também porque não tem nada concreto nesse estudo.

A5: Oh, ta vendo, ele apresentou argumentos!

P: Este...

A5: Ele apresentou argumentos claros!

P: Agora, senhor excelentíssimo A21.

A21: eu sou a favor! Eu poderia ser contra pelo fato econômico, mas o Brasil (não) é um dos países que ganha mais dinheiro, poderia fazer essa pesquisa melhor que a gente, mas já que a gente já está mais avançado na pesquisa com células-tronco adultas, a gente podia tentar investir mais um pouco pra ter mais status No país, no nosso país. Também tem o argumento de se a gente não tentar, a gente nunca vai conseguir. Se a gente tentar a gente pode ter uma coisa, pode não ter. Mas se a gente nos tentar não vai ter como, nenhuma esperança de ter uma coisa. Eu acho que é só isso.

P: A ministra A17 quer a palavra.

A17: eu queria falar que todos as argumentos que vocês deram pelo não-uso de embriões foram justificadas pelo grupo a favor, das pesquisa com embriões. Só isso. Porque assim, quem defende que não deve se usar células embrionárias em pesquisas, deram seus argumentos, e os que eram a favor do uso de embriões em pesquisa, eles justificaram todas essas posições negativas que os grupo que falaram que não deve ter pesquisas com células embrionárias.

A6: Porque não deu tempo, senão teria mais...

P: Eu entendi o que você falou...

A17: Entendeu?

P: Eu acho... Você disse o seguinte, os argumentos que eles utilizaram podem servir também para você ser a favor da pesquisa, é isso?

A4: Não, ela quer dizem que eles contradisseram todos os nossos argumentos...

A6: É que a gente contra argumentou mostrando que tava errado.

A5: Não mais vocês queriam que comovesse todo mundo, dizendo que não existia!

A6: Não, mas eu não falei que não existia... Mas você ta apontando na minha cara!

P: agora com a palavra o senhor excelentíssimo A2.

A2: Eu queria falar do negocio da verba que parece que não ficou muito claro... Que os senhores advogados de defesa disseram, e também ao júri que votou a favor de quem ta contra, mas é aquele negócio da verba e da diferença entre células-tronco embrionárias e... É o seguinte, as células-tronco embrionárias, vou fazer um papel aqui, que contratou a gente foram os cientistas que fazem o uso da célula adulta, por quê? Porque eles sabem que as células embrionárias têm muito mais possibilidade de conseguir resultado, do que uma célula adulta. Por quê?

A6: Pela facilidade de duplicação. E o negocio da rejeição que vocês estavam falando, a gente não condena transplante de órgãos porque tem rejeição! E com as células-tronco é a mesma coisa do transplante de órgão, vai ter rejeição também, a gente tem que pesquisar e ter indícios pra diminuir essa rejeição.

A2: E eu ainda pego outro ponto, a células embrionárias têm muito mais chance de acerto, isso quer dizer que o erro com a célula adulta é muito grande, resumindo, e isso gera muito erro e muito gasto. E porque essa verba que se utiliza na célula adulta tem muito erro e ta sendo desperdiçado, porque se você utilizar uma célula embrionária, vai dar muito mais resultado. Então por que que não tem evolução na pesquisa? Que foi uma coisa que foi citada aqui. Por que que nunca se investiu ate hoje? No caso da B., Por que que nunca se investiu até hoje no nosso país?

A6: Não agora vamos dar o direito de retórica dos nossos colegas!

A2: Agora vamos pegar esse dinheiro e porque que menos de 10% de pesquisas com células-tronco deu certo? Então vamos pegar esse dinheiro e investir em célula embrionária e ver como isso da muito mais certo. Vamos investir numa célula que da muito mais certo do que em uma que a possibilidade é pequena.

A5: Não, mas a questão não é apostar, a gente ta aqui pra decidir o que é solido. Vocês vão ter que apostas e algo que só no futuro vai saber? Pesquisa com célula-tronco, célula adulta é sólida!

[...]

P: Oooordeeem no tribunal!!!

A5: Sem contar que...

A22: Truco!

A5: As células-tronco embrionárias se são doadas, elas iriam pro lixo, mas existem países que não existe essa sobra, então, então eu acho que você ta dando uma margem pra ’Ah, ta bom, pode sobrar’, existem países que tem verba pra fazer esse tipo de pesquisa...

A6: Então explica!

A5: Então explica, ta, de onde vêm os embriões que estão autorizados a serem pesquisados? Assim como você falou eles autorizam esse tipo de pesquisa mas não autorizam a banalização da vida, esse tipo de coisa, mas o que que acontece, de onde vem esses células? Vem da sobras que iriam para o lixo, certo? Existem países como Itália e Espanha que não existem essas sobras...

A6: Não, mas essas sobras é porque eles fecundam vários, fecundam oito e implantam um, não pode implantar oito...

A5: Mas aqui ele teve a chance ---

A6: Não, mas eu sei, você não implanta um, você implanta vario embriões, e a perspectiva da __ mas você não consegue...

A5: Mas esses oito tiveram a chance, mas agora eu to dizendo, os que sobram e iriam pro lixo, eles nem tiveram chance, eu não to dizendo que a pesquisa ___, eu to dizendo que não teria essa sobra.

A6: Se você vai, mas se você vai...

A5: Acho que a gente deveria conter essas sobras.

A6: Mas se fecundar sai ai...

P: Ai teria que então você teria que participar de outro júri que seria contra a inseminação artificial. Perai, só um pouquinho... Terminando nosso júri, foi quatro a um Em maio se votou e ganhou a liberação com as pesquisas de células-tronco, foram seis a sete acho. Foi também super acirrado, mais apertado do que aqui. Mas o fato é que ganhou