

# Avaliação de Habilidades Argumentativas em um Problema Científico

## Assessment of Argumentative Skills from a Scientific Problem

*Stefannie de Sá Ibraim<sup>1</sup>*

*Paula Cristina Cardoso Mendonça<sup>1,2</sup>*

*Rosária Just<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Universidade Federal de Ouro Preto, Departamento de Química, ICEB.*

*<sup>2</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, Programa de pós-graduação em Educação.*

*paulaquimicaufop@gmail.com*

### Resumo

Apresentamos uma análise das habilidades argumentativas que podem emergir ao se resolver as questões de um problema científico. Realizamos entrevista semiestruturada com oito alunos do segundo ano do ensino médio noturno de uma escola pública. A análise das habilidades foi realizada segundo instrumento proposto de acordo com estudos da literatura. Foram alocadas as respostas dos estudantes a cada uma das categorias e houve consenso entre árbitros. Os dados indicam que o tipo de ensino e os conhecimentos prévios influenciaram nos argumentos científicos. O ensino por transmissão contribuiu para o emprego não adequado de conceitos chave da ciência. A falta de engajamento em discussões para construção do conhecimento parece ter implicado em poucas oportunidades para desenvolvimento das habilidades argumentativas. Concluímos que há relações entre os conhecimentos científicos e as habilidades argumentativas no contexto científico. São apresentadas implicações do uso do problema científico no contexto de sala de aula.

**Palavras-chave:** Argumento, Avaliação, Habilidades Argumentativas.

### Abstract

This paper presents an analysis of argumentative skills that can emerge when students deal with a scientific problem. A semi-structured interview was conducted with eight middle level students from a night class in a public school. The skills were analysed from an instrument proposed from the literature. The students' answers were categorised and the analysis was validated between three judges. The data show that the kind of teaching and the students' previous knowledge have influenced their arguments. The traditional teaching contributed to an inadequate use of key scientific concepts. Moreover, the absence of previous experience in which the students had been involved in knowledge building seems to have implied in few opportunities for the development of students' argumentative skills. We concluded that there are relationships between scientific knowledge and argumentative skills in scientific context. We also present some implications concerning the use of our instrument in science classes.

**Keywords:** Argument, Assessment, Argumentative Skills

## Contextualização da Pesquisa

No último Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (VII ENPEC) apresentamos trabalhos que se relacionavam à proposição e à validação de um instrumento para avaliação de habilidades argumentativas. Em um deles, foram apresentadas as possíveis habilidades argumentativas a serem avaliadas, teoricamente, a partir dos referenciais que fundamentaram a seleção. No outro, foi apresentada a validação do instrumento, a partir de aplicação a uma amostra piloto, quanto aos critérios:

- clareza das questões e linguagem para a faixa etária (estudantes de 1º ano do ensino médio, 14-16 anos)<sup>1</sup>;
- escolha dos temas (científico e cotidiano) para os problemas. Inicialmente, foram propostos dois temas para cada problema: no âmbito científico, transformações químicas envolvidas na queima de uma vela e derretimento de bonecos de neve em diferentes condições (Osborne, Erduran e Simon, 2004); no âmbito cotidiano, causas do desemprego e causas do fracasso escolar (Kuhn, 1991). Foram propostos dois tipos de problema com o objetivo de avaliarmos se havia transferência de habilidades de um contexto ao outro. A escolha dos temas (derretimento de bonecos de neve e causas do fracasso escolar) se deveu aos conhecimentos prévios de sujeitos dessa faixa etária. Em outras palavras, eles eram conhecimentos plausíveis para estudantes que haviam concluído o ensino fundamental;
- tempo médio de duração das entrevistas; e
- relação das questões com as habilidades argumentativas em dois contextos distintos.

Nesse trabalho apresentamos os dados obtidos na aplicação do instrumento envolvendo o tema científico para estudantes de uma turma de segundo ano do ensino médio noturno de uma escola pública<sup>2</sup>. A partir dos dados, discutimos a relação das habilidades com os conhecimentos prévios e tipo de ensino a que eram submetidos os estudantes de Química daquela escola.

A seguir apresentamos uma breve discussão sobre a importância da argumentação e das habilidades argumentativas no aprendizado de conceitos científicos com o intuito de justificar a relevância de avaliá-las em contextos de Ensino de Ciências que visam contribuir para a formação científica, de acordo com os documentos contemporâneos que norteiam o ensino (por exemplo, Brasil, 2001).

## Argumentação e Habilidades Argumentativas na Aprendizagem de Conceitos Científicos

A *argumentação científica* pode ser compreendida como um processo social de justificativa de conclusões, que se dá a partir da coordenação de dados e teorias científicas, sendo que a avaliação do conhecimento é seu aspecto central (Jiménez-Aleixandre e Erduran, 2008). Um *argumento científico* pode ser definido como uma conclusão devidamente subsidiada por justificativa(s), que podem ter natureza empírica e teórica. A conclusão terá um maior grau de força em termos do número e qualidade dos movimentos de conexão (coordenação, coerência

---

<sup>1</sup> Escolhemos alunos dessa faixa etária porque tínhamos o intuito de aplicar o instrumento a estudantes de ensino médio que iam ser submetidos ao Ensino de Química por modelagem com o objetivo de ter noção de suas habilidades argumentativas. Esse trabalho faz parte de um projeto mais amplo. Apresentamos apenas um recorte.

<sup>2</sup> A opção pela escola se deveu ao consentimento da direção e professora para a realização da pesquisa. A escolha por uma turma de segundo ano do ensino médio se deveu ao fato de ser naquela série que se discutiam os conteúdos de ligações químicas, que seriam ensinados a partir de atividades de modelagem.

e progressiva construção das linhas de raciocínio) entre dados e teorias (Kelly, Regev e Prothero, 2008).

Segundo Caamaño (2010), no Ensino de Ciências a argumentação pode favorecer a *educação científica*, ou seja, o aprendizado de conceitos científicos, a escolha de modelos e teorias rivais e o desenvolvimento de noções sobre natureza da ciência; assim como a *educação cidadã*, ou seja, o uso de questões sócio-científicas em sala de aula (em debates ou desempenho de papéis sobre questões ambientais, entre outros temas interdisciplinares).

O favorecimento quanto à educação científica pode ser explicado pelo caráter dialógico envolvido na produção social do conhecimento e pela reflexão e avaliação do mesmo proporcionado pelas estratégias de ensino que incluem a argumentação como prática epistêmica (Osborne, 2007). Para Osborne (2007), estudantes que se engajam em discussão sobre textos científicos e exploram porque a resposta incorreta é incorreta ao invés de focar apenas na resposta correta desenvolvem um entendimento conceitual sólido quando comparado com outros estudantes que não têm essa oportunidade (Zohar e Nemet, 2002). Para Jiménez-Aleixandre e Pereiro Muñoz (2002), a argumentação oferece oportunidades para o desenvolvimento e controle do aprendizado pelos próprios estudantes, de forma a atuarem como produtores de conhecimentos, ao invés de consumidores de conhecimentos produzidos por outros. Para que isso ocorra, é necessário que, em contextos argumentativos, os estudantes: (i) gerem proposições, conclusões, soluções e questões na resolução de problemas; (ii) escolham entre duas ou mais explicações ou teorias concorrentes sobre um fenômeno; (iii) apoiem suas conclusões com evidências, examinadas à luz de ideias prévias; (iv) estructurem seus conhecimentos de forma a gerar justificativas e articular razões para dar suporte a uma conclusão; (v) falem e escrevam sobre ciência ao: discutir sobre caminhos próprios para resolução de problemas experimentais, formular hipóteses, produzir relatórios, tentar persuadir outros sobre seus resultados etc. (Jiménez-Aleixandre, 2008).

O desenvolvimento conceitual proporcionado pelas estratégias de ensino que favorecem a argumentação, isto é, *argumentar para aprender*, pode implicar no desenvolvimento e/ou sofisticação das habilidades argumentativas, isto é, *aprender a argumentar* (Schwarz, 2009). Por exemplo, ao analisar dados e selecionar evidências para os argumentos com o intuito de escolher modelos e propor explicações, os estudantes podem desenvolver habilidades argumentativas (propor argumento devidamente subsidiado por evidências) concomitantemente ao desenvolvimento de conhecimentos conceituais (proposição de explicação a partir do modelo mais adequado) (como por exemplo, em Cross, Taasoobshirazi, Hendricks e Hickey, 2008). Na escolha dos modelos rivais, o estudante pode refutar aquele que julga menos coerente para explicar determinada situação-problema. Nesse sentido, ele pode desenvolver e/ou sofisticar a habilidade de refutar ao apresentar justificativas contra determinado tipo de modelo e realçar a força daquele que havia sido escolhido, por exemplo, deixando claro como ele é capaz de explicar certos dados experimentais. Segundo Kuhn (1991), esse tipo de raciocínio capacitaria o sujeito a aprender melhor, porque a compreensão passaria pelo entendimento daquilo que não é.

As relações entre as vertentes aprender a argumentar e argumentar para aprender implicam no fato de existir forte relação entre conhecimento e as habilidades, isto é, a ausência de conhecimentos específicos influenciam negativamente na argumentação (Cross, Taasoobshirazi *et al.*, 2008; Von Auschnaiter, Erduran, Osborne e Simon, 2008). O desenvolvimento de argumentações é tido como mais complicado no contexto científico do que em relação ao contexto sócio-científico porque a qualidade dos argumentos é dependente de um conjunto apropriado de conhecimentos científicos que constituem os dados e as justificativas para o argumento (Hogan e Maglienti, 2001). No contexto sócio-científico, estudantes podem propor ideias e conhecimentos desenvolvidos informalmente a partir de

suas vivências cotidianas e valores éticos. Mas, mesmo em argumentações envolvendo questões sócio-científicas, se desejarmos que os estudantes utilizem componentes científicos em seus discursos e, a partir daí, ampliem suas visões sobre problemas cotidianos, é necessário trabalhar com conhecimentos científicos básicos, que sejam efetivamente ensinados através de breves intervenções que sejam bem projetadas e contextualizadas (Jiménez-Aleixandre, 2010).

Tais reflexões acerca da relação entre as habilidades e os conhecimentos são necessárias para a pesquisa apresentada neste artigo porque o intuito era avaliá-las em um problema que envolvia conhecimentos científicos básicos, tais como, as ideias de transferência de calor, temperatura, mudança de estado físico, absorção e reflexão da luz. Em outras palavras, investigamos a capacidade de colocar em prática, de forma integrada, em um contexto que favorecia a argumentação, os conhecimentos e habilidades desenvolvidas pelos estudantes durante suas etapas de escolarização (Crujeiras Pérez e Jiménez-Aleixandre, no prelo). Julgamos que essa investigação é relevante por dois motivos principais. O primeiro, está relacionado com a investigação mais ampla que está sendo desenvolvida por nós, em que era necessário conhecer melhor as habilidades e conhecimentos dos sujeitos que seriam introduzidos ao ensino por modelagem. O segundo, para a pesquisa sobre argumentação em educação, pois pode contribuir para as discussões sobre a relação entre conhecimento prévio e as habilidades, que é algo não consensual na literatura.

## **Objetivos**

Este trabalho tem como objetivos avaliar as habilidades argumentativas de estudantes do ensino médio e discutir a relação das mesmas com os conhecimentos prévios e tipo de ensino a que eram submetidos os estudantes de Química.

## **Aspectos Metodológicos**

### **Coleta de dados**

Os dados foram coletados em uma turma de segundo ano do ensino médio que era composta por 38 estudantes. As entrevistas foram realizadas com aqueles que podiam chegar pelo menos 40 minutos antes do horário das aulas da escola (tempo médio de entrevista obtido a partir do estudo piloto). Oito alunos se ofereceram, espontaneamente para participar do estudo. As entrevistas foram realizadas a partir do protocolo (anexo). Todas foram registradas em vídeo. Destacamos que esses estudantes não tinham qualquer contato com atividades investigativas na escola e que não tinham costume de realizar atividades experimentais de qualquer natureza, apesar de a escola contar com um laboratório de ciências com boas condições de uso. De forma geral, o ensino ao qual eram submetidos pode ser classificado como por transmissão e a aprendizagem por assimilação.

Optamos pela realização de entrevista semiestruturada em função de ela possibilitar compreender melhor os raciocínios dos sujeitos, pois a entrevistadora, sempre que possível, solicitou ao entrevistado justificativas e explicações para as ideias expressas, adicionou perguntas e as variou de forma a conhecer mais profundamente os pensamentos de cada um deles (Cohen, Manion e Morrison, 2000).

O problema dos bonecos de neve foi selecionado por não apresentar uma única solução. Caso a temperatura ambiente esteja acima da temperatura de congelamento, Fred (boneco de neve com casaco) demoraria mais a fundir, pois o casaco (isolante) limita a troca de calor com o ar. Dessa forma, diminuiria a taxa de elevação da temperatura de Fred. Porém, se a temperatura

ambiente estiver abaixo da do congelamento, Fred fundirá primeiro, devido à absorção dos raios solares pelo casaco, enquanto Bob, que é branco, refletirá mais os raios solares. Portanto, esse problema parecia promissor quanto à promoção de argumentação e avaliação das habilidades argumentativas (Osborne, Erduran *et al.*, 2004).

Nas questões 1 e 2, os estudantes deveriam escolher qual dos bonecos de neve deveria se fundir primeiro e formular uma justificativa para a escolha. Julgamos que essa situação poderia favorecer a ocorrência de argumentação interna (Baker, 2009) porque o estudante deveria escolher o boneco a partir da análise das informações (massa e temperatura são iguais e um dos bonecos está com um casaco preto) e de seus conhecimentos prévios.

Posteriormente (questão 3), investigamos se os sujeitos concebiam a possibilidade de outra justificativa para a opção escolhida por eles, ou seja, se eles eram capazes de perceber e produzir um argumento alternativo. Isto porque há diferença quanto às justificativas para a escolha dos bonecos em função da temperatura do ambiente em que eles foram construídos.

A questão 4 foi proposta com o intuito de o entrevistado contra-argumentar, isto é, apresentar justificativa que demonstre porque sua hipótese (boneco que derrete primeiro) pode falhar em algum aspecto.

Na segunda parte da entrevista, foram apresentados os bonecos de neve com seus respectivos argumentos sobre quem fundiria primeiro. Solicitou-se aos alunos que analisassem esses argumentos e, a partir disso, que respondessem com qual boneco concordavam, justificando sua resposta. Solicitamos aos alunos uma refutação ao argumento do boneco com o qual discordavam. A análise de falas fictícias dos bonecos simula uma situação em que o estudante discute com pessoas que apresentam divergências de pontos de vista, isto é, simula a argumentação social (Baker, 2009).

Devido à possibilidade de mais de uma resposta para o problema em função da temperatura do local, na questão 6 apresentamos uma situação que possibilita aos alunos pensar que essa condição influenciaria na escolha de qual dos bonecos derrete primeiro. Isso possibilita perceber como os alunos analisam a situação; se, a partir disso, modificam suas escolhas e justificativas; e, ainda, se conseguem refutar.

Na questão 7, foi apresentado o argumento de um sujeito que pensa ser possível variar a ordem de derretimento dos bonecos em função da temperatura. Isso possibilita avaliar como os sujeitos fizeram análise do argumento e como relacionaram isso com as justificativas fornecidas por eles na questão 6. As questões 6 e 7 também simulam a argumentação social.

## **Análise de Dados**

Todas as entrevistas foram transcritas. Foram criados códigos para preservar a identidade dos estudantes. No quadro 1, apresentamos a relação das habilidades com cada uma das questões da entrevista. No quadro 2, apresentamos uma definição de cada habilidade para deixar claro os critérios usados nas classificações.

Todas as habilidades foram avaliadas separadamente por duas das pesquisadoras. Anteriormente à classificação das habilidades para cada questão, observamos a entrevista toda, isto é, se houve coerência quanto ao uso de um conceito ao longo da mesma. A classificação foi discutida entre as pesquisadoras até se obter um consenso. Quando tal consenso não foi obtido, recorreu-se à terceira pesquisadora. O acordo entre juízes possibilitou a triangulação, contribuindo para a validade interna da pesquisa (Cohen, Manion *et al.*, 2000). Destacamos que seguimos o quadro 1 para avaliar as habilidades. Entretanto, quando alguma habilidade foi manifestada em uma questão não prevista no quadro 1, ela foi acrescentada na tabela 1.

QUADRO 1- HABILIDADES ARGUMENTATIVAS AVALIADAS NA ENTREVISTA.

Argumentação	Habilidade Argumentativa	Código da habilidade	Questão da entrevista
Argumento	Identificar e/ou refletir sobre dado(s)	A1	1, 6a, 7
	Identificar e/ou refletir sobre prova(s) ou evidência(s)	A2	-
	Propor justificativa(s)	A3	2, 7a, 7b
	Formular enunciados: hipóteses e/ou conclusões	A4	1, 7a, 7b
	Usar a linguagem da ciência	A5	2, 5a, 5b, 6a, 7a, 7b
Argumento alternativo	A1, A3, A4, A5		3
Contra-argumento	A1, A3, A4, A5		4
Refutação	A1, A3, A4, A5		5c, 5d, 6b, 7a, 7b
	Propor refutação integradora	A6	5c, 5d, 6b, 7a, 7b
Explicação	Formular explicação	A7	5a,5b, 6a
	Usar linguagem da ciência	A5	5a, 5b, 6a

QUADRO 2 - DEFINIÇÃO DE CADA HABILIDADE ARGUMENTATIVA.

Habilidade Argumentativa	Definição
Identificar e/ou refletir sobre dado(s)	Identificar informações, magnitudes, relações (qualitativas ou quantitativas) (Jiménez-Aleixandre, 2010).
Identificar e/ou refletir sobre prova(s) ou evidência(s)	Apontar dados que podem demonstrar se um enunciado está certo ou errado (Jiménez-Aleixandre, 2010).
Propor justificativa(s)	Utilizar conhecimento científico (modelo causal) para respaldar o enunciado (Sandoval e Millwood, 2008).
Formular enunciados: hipóteses e/ou conclusões	Apontar enunciado: afirmativa que se pretende provar ou refutar (Jiménez-Aleixandre, 2010).
Usar a linguagem da ciência	Usar termos científicos de forma apropriada ao contexto (Sardá e Sanmartí, 2000).
Propor refutação integradora	Reforçar o argumento inicial de modo a demonstrar que ele é mais correto do que outro (Kuhn, 1991).
Formular explicação	Demonstrar causalidade ou apresentar modelo científico quando há concordância (Osborne e Patterson, 2011).

## Resultados e Discussão dos Resultados

O percentual das habilidades apresentadas pelos sujeitos em cada uma das questões é mostrado na tabela 1. Na tabela 2 apresentamos o percentual total de habilidades.

TABELA 1 - HABILIDADES ARGUMENTATIVAS APRESENTADAS PELOS SUJEITOS EM CADA UMA DAS QUESTÕES DA ENTREVISTA.

Questão	Código da Habilidade	% Habilidades	Questão	Código da Habilidade	% Habilidades
1 e 2	A1	100	5d	A1	12,5
	A3	25		A3	0
	A4	100		A4	12,5

	A5	0		A5	0
3	A1	0	6a	A6	0
	A3	0		A1	0
	A4	0		A3	12,5
	A5	0		A5	0
4	A1	50	6b	A7	12,5
	A3	25		A1	0
	A4	37,5		A3	12,5
	A5	12,5		A4	0
5a	A3	12,5	7a	A5	0
	A5	0		A6	0
	A7	0		A1	12,5
5b	A3	12,5	7a	A3	0
	A5	12,5		A4	0
	A7	25		A5	0
5c	A1	12,5	7b	A6	0
	A3	12,5		A1	25
	A4	12,5		A3	25
	A5	12,5		A4	12,5
				A5	25
				A6	0

TABELA 2 - PERCENTUAL DE HABILIDADES ARGUMENTATIVAS APRESENTADAS PELOS SUJEITOS NA ENTREVISTA.

Habilidade Argumentativa	Código da Habilidade	% de respostas
Identificar e/ou refletir sobre dado(s)	A1	50
Propor justificativa(s)	A3	60
Formular enunciados: hipóteses e/ou conclusões	A4	40
Usar a linguagem da ciência	A5	30
Propor refutação integradora	A6	10
Formular explicação	A7	20

Como pode ser percebido nas tabelas 1 e 2, não houve produção de argumento alternativo na questão 3. Reconhecemos que formular uma explicação diferente sem analisar outros dados é algo complexo. Por outro lado, as questões 6 e 7 foram formuladas com esse intuito. Percebemos que a falta de conhecimentos prévios na análise do enunciado da questão 7 dificultou novamente a formulação de uma explicação alternativa. Entretanto, propor um contra-argumento pareceu ter sido algo mais fácil para os entrevistados, possivelmente pela não convicção da resposta dada anteriormente ou por não necessitarem de mais dados nessa proposição. Segundo Kuhn (1991), quando o sujeito tem bastante convicção de sua teoria causal, principalmente por julgar que já vivenciou algum problema (como as causas para o fracasso escolar investigadas no trabalho da autora), ele tem dificuldades em contra-argumentar. O aluno que tinha mais convicção quanto ao fato de Fred derreter primeiro pelo fato de a blusa servir como isolante térmico (E4) não conseguiu contra-argumentar e nem viu sentido nessa solicitação. Também percebemos que E4 foi o único que conseguiu propor refutação (ver citação abaixo), possivelmente pela maior convicção em sua explicação anterior.

“Pelo fato de ele [Bob] estar sem casaco. E mesmo se tivesse, mas vamos supor que seja azul. Nesse caso, ia absorver todas as cores do arco-íris e refletir o azul. E não teria o mesmo tanto de energia que o Fred vai receber”. (E4)

Com exceção de E4, os outros entrevistados diziam que não concordavam com um boneco, mas não conseguiram refutar. Muitos afirmavam que: “não concordo, mas não sei dizer o motivo”. O fato de ter ocorrido apenas uma refutação é coerente com os dados de Kuhn (1991) a respeito das dificuldades dos sujeitos em apresentar justificativas coerentes contra um ponto de vista, principalmente reforçando o ponto de vista inicial. Por isso, para essa autora a proposição de refutação é a habilidade mais complexa. A dificuldade dos sujeitos em refutar nos leva a concordar com Kuhn (1991) e Osborne (2007) quando eles afirmam que tal habilidade se relaciona fortemente a saber o motivo de algo não ser correto. O fato de E4 refutar nos fez perceber que ele tinha mais clareza quanto ao seu ponto de vista do que os demais. É válido ressaltar que E4 foi aquele que mais utilizou conhecimentos científicos em sua entrevista, sendo também o que mais manifestou habilidades argumentativas. Esses desempenhos sugerem que a compreensão conceitual implicou nas habilidades (Cross, Taasobshirazi *et al.*, 2008; Von Auschnaiter, Erduran *et al.*, 2008). Cabe destacar que E4 era um dos alunos mais envolvidos da turma e que tinha as melhores notas em todas as disciplinas, especialmente as da área de Ciências da Natureza e Matemática.

Julgamos que o maior percentual de respostas relativas à habilidade A1 pode ser justificado pelo fato de ela ser a mais favorecida pelo instrumento, isto é, foram várias as oportunidades para que os estudantes pudessem justificar suas ideias. É importante ressaltar que as respostas às questões solicitavam o uso de justificativas para comprovar a hipótese sobre qual dos bonecos de neve derreteria primeiro, pois não havia evidência disponível para o estudante concluir. Também foi comum a apresentação de justificativas quando da solicitação de uma explicação que poderia ser embasada nos enunciados. Um aspecto que distingue essa entrevista da que foi realizada por Kuhn (1991) é o fato de, no trabalho dela, a comprovação à teoria causal se dar a partir de evidência, pois no instrumento usado pela autora o foco era na apresentação de evidência genuína (aquela que comprova a teoria e é distinguível da mesma). No nosso caso, o sujeito deveria utilizar os conhecimentos científicos de forma aplicada ao problema para fornecer explicações. Kuhn (1991) percebeu grande dificuldade dos sujeitos em propor evidências que não fossem apenas narrativas de casos ou exemplos. A partir do nosso instrumento, não podemos fazer qualquer afirmativa acerca do uso de evidências pelos sujeitos.

Na maior parte dos casos, percebemos que as ideias apresentadas pelos sujeitos são não científicas, como podemos ver nos exemplos selecionados:

“Se você colocar uma blusa, vai ficar quente. Ela esquenta mais do que só a pele no sol” (E2) [quando solicitado a explicar porque Fred estava correto na questão 5b].

“É a mesma coisa de eu estar de preto e ficar no sol, eu vou sentir um calor insuportável” (E4) [questão 6a]

Constatamos que dois estudantes (E2 e E7) não forneceram explicações científicas na entrevista. Eles responderam todas as questões com conhecimentos do senso comum. E2 utilizou termos científicos na entrevista (casaco impede a transferência de calor), mas percebemos que ele não entendia o significado desse termo, como evidenciado na resposta:

“Porque a blusa evita a transferência de calor, da temperatura do corpo para o ambiente, então se a temperatura estiver mais alta ele vai transferir muito pouco e vai derreter”. (E2) [questão 2]

Em todos os casos em que isto aconteceu, o argumento não foi classificado como científico. Consequentemente, assumimos que não havia habilidades argumentativas envolvidas, pois não ocorreu o uso de explicações ou modelos científicos. Como mostrado na tabela 2, foi baixíssimo o percentual de alunos que utilizaram a linguagem científica de forma adequada. Mesmo assim, percebemos que em alguns casos as ideias remetiam a um modelo científico.

Para nós, isso foi mais importante do que a utilização da linguagem científica de forma incoerente, pois avaliar habilidades é diferente de avaliar conhecimentos declarativos, uma vez que elas estão mais relacionadas à aplicação adequada dos conceitos. Em outros termos, para nós o conhecimento de aspectos da ciência deve estar além da memorização de fatos, equações e procedimentos. Ele deve ser desenvolvido como um meio de ajudar o indivíduo a compreender melhor o mundo à sua volta, favorecendo a busca e a interpretação de informações diversas, além de uma atuação crítica em seu meio (Brasil, 2001).

Algumas falas dos entrevistados corroboram o fato de os conhecimentos transmitidos na escola não serem mobilizados por eles ao avaliarem um problema:

“De acordo com o que os professores falam [quando solicitada a propor um outro argumento, questão 3] tem, mas eu não saberia explicar agora. Mas, se eu pegasse a matéria, eu iria saber lhe explicar”. (E6, grifo nosso).

“Porque não lembro bem [quando solicitada a explicar o motivo de Fred estar correto na questão 5b], mas já estudei que roupa preta realmente atrai os raios solares”. (E7, grifo nosso).

O ensino da escola ocorria por transmissão de conhecimentos. Talvez por isso, alguns alunos tiveram dificuldades em mobilizá-los para aplicar em um problema quase autêntico. Na escola, os conceitos eram “cobrados” dos alunos na forma declarativa. Houve casos nas entrevistas em que os sujeitos nem mostraram ter conhecimentos declarativos. Esse tipo de ensino parece ter favorecido o uso de termos transmitidos em alguns momentos da escolarização, mas sem compreensão dos mesmos (como no caso de E2), ou seja, o fraco desempenho de alguns estudantes pode ser consequência da falta de conhecimentos prévios necessários para se pensar no problema. Acreditamos, ainda, que o ensino por transmissão não favoreceu o desenvolvimento de habilidades argumentativas, porque esse tipo de ensino não favorece a produção social do conhecimento e a reflexão e avaliação do mesmo. Em outras palavras, naquele contexto prepondera o discurso de autoridade, o que pode ter influenciado E4 a não perceber sentido em contra-argumentar, pois na escola o mesmo era “cobrado” a fornecer a resposta correta e não a pensar em limitações da mesma. Visando ampliar nosso conhecimento sobre a influência do conhecimento prévio e das habilidades que os sujeitos traziam, nosso próximo passo será a análise dessa relação na outra parte da entrevista, que envolvia um problema cotidiano.

## **Conclusões**

Nossos dados indicam que o tipo de ensino e os conhecimentos prévios influenciaram fortemente na argumentação. Como o ensino era por transmissão, os estudantes não tiveram oportunidades de construir conhecimento, o que resultou, em algumas situações, no emprego não adequado de conceitos chave da ciência. Por outro lado, a falta de engajamento em discussões para construção do conhecimento parece ter implicado em baixas oportunidades para desenvolvimento das habilidades argumentativas. Portanto, nossos dados nos levam a constatar, como em algumas pesquisas (Zohar e Nemet, 2002; Cross, Taasobshirazi *et al.*, 2008; Von Auschnaiter, Erduran *et al.*, 2008), que há relações entre conhecimento e habilidades no âmbito científico.

## **Implicações para o Ensino**

Sugerimos o uso do instrumento de coleta de dados em situações de ensino, pois julgamos que o mesmo pode favorecer a construção e uso de conhecimentos sobre os conceitos

abordados numa situação quase autêntica. Pensamos que, em sala de aula, os enunciados poderão ser mais bem discutidos para favorecer ao estudante pensar em explicações alternativas (o que não ocorreu na entrevista), ou seja, pensamos que a argumentação social pode ser favorecida pelo problema formulado. Iniciativas como essa no ensino são importantes para o desenvolvimento da argumentação científica, pois a literatura (por exemplo, Jiménez-Aleixandre, 2008) tem evidenciado que não é apenas a partir de poucas intervenções em sala de aula que o estudante melhora suas habilidades de argumentar cientificamente, pois são necessários contextos intensivos para esse desenvolvimento. Sugerimos também que, ao final da discussão, seja acrescentada uma questão que possibilite a reflexão acerca de evidências. Um exemplo seria propor uma tabela com dados de diferentes temperaturas e as massas de gelo de cada boneco que restam após eles serem expostos à mesma condição em um mesmo intervalo de tempo. A introdução desse aspecto é relevante, pois o uso das evidências é um aspecto central no raciocínio científico, mas, nem sempre compreendido com clareza pelos estudantes. Por exemplo, na pesquisa conduzida por Sandoval e Milwood (2008), os estudantes pensavam que os dados falassem por si mesmos, sem preocupação em mostrar como eles legitimavam uma conclusão. Eles também perceberam que os estudantes julgavam que as evidências eram desnecessárias na formulação de conclusões, porque para eles os professores já sabiam a “resposta correta” e eles deveriam apenas fornecê-la, ao invés de entender suas bases, uma vez que no ensino tradicional não é usual a solicitação para explicitar claramente as linhas de raciocínio que levam até uma conclusão.

## Referências Bibliográficas

BAKER, M. Argumentative Interactions and the Social Construction of Knowledge. In: MIRZA, N. M. e PERRET-CLERMONT, A.-N. (Ed.). **Argumentation and Education: Theoretical Foundations and Practices**. Dordrecht: Springer, 2009.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais +**. Brasília: Ministério da Educação e Cultura 2001.

CAAMAÑO, A. Argumentar em ciencias - un elemento esencial para la educación científica y ciudadana. **Alambique**, v. 63, p. 5-10, 2010.

COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. **Research Methods in Education**. 5th. London and New York: Routledge Falmer, 2000. ISBN 0-415-19541-1.

CROSS, D. et al. Argumentation: A strategy for improving achievement and revealing scientific identities. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 6, p. 837-861, 2008.

CRUJEIRAS PÉREZ, B.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. Competencia com aplicación de conocimientos científicos en el laboratorio: ¿Como evitar que se oscurezcan las manzanas? **Alambique**, v. 70, no prelo.

HOGAN, K.; MAGLIENTI, M. Comparing the epistemological underpinnings of students' and scientists' reasoning about conclusions. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 38, n. 6, p. 663-687, 2001.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. Designing Argumentation in Learning Environments. In: ERDURAN, S. e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Ed.). **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research**. Dordrecht: Springer, 2008. p.91 - 116.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. **10 ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas**. Barcelona: Graó, 2010. 200

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; ERDURAN, S. Argumentation in Science Education: An overview. In: ERDURAN, S. e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Ed.). **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research**. Dordrecht: Springer, 2008. p.3-27.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; PEREIRO MUÑOZ, C. Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental mangement. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 11, p. 1171-1190, 2002.

KELLY, G. J.; REGEV, J.; PROTHERO, W. Analysis of Line of Reasoning in Written Argumentation. In: ERDURAN, S. e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Ed.). **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research**. Dordrecht: Springer, 2008. p.137 - 158.

KUHN, D. **The Skills of Argument**. New York: Cambridge University, 1991. 319

OSBORNE, J. Towards a more social pedagogy in science education: the role of argumentation. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 1, p. 1-17, 2007.

OSBORNE, J.; ERDURAN, S.; SIMON, S. **Ideas, Evidence and Argumentation in Science (IDEAS) Project**. London: King's College London, 2004.

OSBORNE, J.; PATTERSON, A. Scientific Argument and Explanation: A Necessary Distinction? **Science Education**, v. 95, n. 2, p. 627-638, 2011.

SANDOVAL, W. A.; MILLWOOD, K. A. What Can Argumentation Tell Us About Epistemology? In: ERDURAN, S. e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Ed.). **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research**. Dordrecht: Springer, 2008. p.71- 90.

SARDÁ, A. J.; SANMARTÍ, N. P. Enseñar a Argumentar Científicamente: Un Reto de las Clases de Ciencias. **Ensenanza de Las Ciencias**, v. 18, n. 3, p. 405-422, 2000.

SCHWARZ, B. B. Argumentation and Education: Theoretical Foundations and Practices. In: MIRZA, N. M. e PERRET-CLERMONT, A.-N. (Ed.). **Argumentation and Learning**. Dordrecht: Springer, 2009.

VON AUSCHNAITER, C. et al. Arguing to learn and learning to argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 1, p. 101-131, 2008.

ZOHAR, A.; NEMET, F. Fostering Student's Knowledge and Argumentation Skills Through Dilemmas in Human Genetics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 1, p. 35-62, 2002.

## Anexo: Protocolo de Entrevista

Suponha dois bonecos de neve de mesma massa. Somente um deles está vestido com um casaco, que é preto, como apresentado nas figuras:



1. Suponha que os dois bonecos de neve estejam em um mesmo local. Qual deles você acha que irá 'derreter' primeiro?
2. Por que você acha que o boneco indicado na questão anterior irá 'derreter' primeiro?
3. Você poderia pensar em outro argumento para o seu ponto de vista? Qual?
4. Você poderia pensar em um argumento contrário ao seu ponto de vista? Qual?

Considere os argumentos apresentados por cada um dos bonecos:



Eu irei derreter primeiro porque o sol me atinge e transfere energia que transforma minha neve em água líquida.



Eu irei derreter primeiro porque irei captar toda energia solar para o meu casaco e, com isso, minha neve se transformará em água líquida.

5. Qual dos bonecos você acha que está certo?
  - 5a. (*Caso concorde com Bob*) Explique o motivo.
  - 5b. (*Caso concorde com Fred*) Explique o motivo.
  - 5c. (*Caso discorde de Bob*) Como você discutiria a ideia apresentada por Bob?
  - 5d. (*Caso discorde de Fred*) Como você discutiria a ideia apresentada por Fred?
6. (*Caso o entrevistado não tenha pensado antes*) Vamos supor que uma pessoa pensa que se os dois bonecos estiverem numa determinada temperatura, o Fred derrete primeiro e que se eles estiverem em outra temperatura diferente, o Bob é quem derrete primeiro. Você acha que faz sentido essa ideia?
  - 6a. (*Caso concorde*) Explique o motivo.
  - 6b. (*Caso discorde*) Como você discutiria a ideia apresentada por essa pessoa?
7. Analise a explicação proferida por essa pessoa para justificar o ponto de vista dela:

Se a temperatura ambiente estiver acima da temperatura de congelamento, Fred demora mais a derreter, pois o casaco serve como isolante, limitando a troca de calor com o ar.  
Se a temperatura ambiente estiver abaixo do congelamento, Fred derrete primeiro, devido à absorção dos raios solares pelo casaco, enquanto Bob, que é branco, reflete mais os raios solares.

- 7a. (*Caso tenha concordado em 6a*) A explicação dada por essa pessoa é coerente com sua explicação anterior? De que forma?
- 7b. (*Caso tenha discordado em 6b*) A partir da justificativa para o ponto de vista dessa pessoa você agora acha que é possível variar a ordem de derretimento dos bonecos em função da temperatura do ambiente? Justifique sua escolha.