

**LEITURA DE TEXTOS DE CIÊNCIAS DE DIFERENTES GÊNEROS: UM OLHAR  
COGNITIVO-PROCESSUAL**

**(Reading of different genres of school science texts: a cognitive procedural approach)**

**Rogério Gonçalves Nigro** [rognig@uol.com.br]

GEPEC – Grupo de estudo e pesquisa em ensino de ciências

**Silvia L. F. Trivelato** [slftrive@usp.br]

FEUSP - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo

**Resumo**

Neste trabalho avaliamos a compreensão leitora de duas amostras de estudantes de 14-15 anos, cada uma delas aleatoriamente designada a ler um texto de ciências de um determinado gênero (divulgação científica ou livro texto). Os textos lidos tratavam do mesmo assunto: a doença genética anemia falciforme. Nos testes de conhecimento e de aplicação realizados, verificamos que leitores do material de divulgação científica obtiveram melhores pontuações do que os seus pares que leram o trecho de livro texto. Além disso, as meninas obtiveram resultados superiores aos meninos. Estes dados sugerem que, para a amostra de leitores sujeito desse trabalho, o processamento leitor pode se dar de maneira diferenciada em função do gênero de texto, do sexo dos estudantes, ou de uma interação entre ambos. Sugerimos que estes fatores sejam seriamente levados em consideração e objeto de investigações futuras, as quais abordem o tema leitura na educação em ciências sob um ponto de vista cognitivo-processual.

**Palavras-chave:** Leitura; Textos; Gênero; Livro texto; Divulgação científica.

**Abstract**

In this work we assess 14-15 years old students reading comprehension. The students were randomly assigned to read either a textbook or a popular science article passage about the same subject. The popular science article readers performed better than their peers on knowledge and application tests and girls performed better than boys. The results presented here suggest that for the students subject of this research reading processes can be a function of text genre, readers' genre or an interaction of both. We suggest these factors deserve to be seriously taken into consideration and addressed in future investigations concerning reading in science education.

**Keywords:** Reading; Texts; Genre; Textbook; Popularization of Science.

**Introdução**

Quando pensamos em um tema tão abrangente quanto a leitura de textos na sala de aula de ciências, cabe perguntar-nos: que imagens nos vêm à mente?

Podemos pensar em alunos sentados individualmente ou em grupo, lendo livros textos, ou artigos de jornais e revistas impressos, ou materiais disponíveis na tela de um computador, etc. Esses cenários podem suscitar muitas questões que merecem ser tema de investigação: quais são os tipos de textos que os alunos lêem? Como são estes textos? Como estes textos são usados na sala de aula? Que valores e 'mensagens' veiculam em seus discursos? Como eles são lidos? Que tipos de aprendizagem propiciam?

Na literatura nacional há trabalhos que abordam alguns aspectos da estrutura e do discurso dos textos ligados à educação em ciências e se aproximam de oferecer respostas para as duas primeiras destas questões (Marin e Terrazzan, 1997; Martins et al, 2001; Braga e Mortimer, 2003; Nascimento, 2005; Nascimento e Martins, 2005; Giraldi e Souza, 2006).

Também há trabalhos na literatura nacional que focam o tema ‘livros textos de ciências’ e fazem análises desse recurso centradas em diferentes aspectos, tais como seu uso e possibilidades (Neto e Fracalanza, 2003) e sua estrutura conceitual (Sandrin et al, 2005; Abreu et al, 2005; Xavier et al, 2006).

Complementariamente, alguns autores procuram entender as situações de leitura nas aulas de ciências e exploram os discursos dos professores relacionados à leitura (Andrade e Martins, 2006), as condições de produção de leitura (Almeida et al, 2001), as práticas de leitura (Bittencourt, 1996), ou até mesmo relatam situações nas quais se procurou fomentar a leitura (Almeida e Queiroz, 1997; Silva e Almeida, 1998; Zanetic, 1997; Martins et al, 2004).

De maneira geral, grande parte destes trabalhos da literatura nacional se utiliza de perspectivas de análise de discurso da linha francesa (Orlandi, 1997). Numa revisão que fizemos não encontramos, nos periódicos nacionais da área de educação em ciências, nenhum trabalho que abordasse a leitura sob uma perspectiva cognitiva-processual. Isso nos motivou a fazer a investigação que aqui relatamos, na qual apresentamos os dados obtidos em testes de conhecimento e de aplicação realizados por estudantes de 14-15 anos, que leram textos expositivos que representam dois gêneros comumente usados na educação em ciências: livros texto e textos de divulgação científica.

### **A leitura na educação em ciências sob um ponto de vista cognitivo-processual**

*‘Ler e escrever estão intrinsecamente ligados à natureza e à produção da ciência, e, por extensão, à aprendizagem em ciências. Remova-os e lá se vai a ciência e também a aprendizagem apropriada da ciência, certamente da mesma maneira que remover a observação, a tomada de medidas, e os experimentos destruiria a ciência e também a aprendizagem apropriada da ciência.’*

Norris e Phillips (2003): pg. 226.

No início da década de 80 uma síntese, que é amplamente citada na literatura, destaca pelo menos três dimensões para o conceito alfabetização científica: o entendimento das normas e métodos da ciência (ou seja, da natureza da ciência); o entendimento de termos e conceitos chaves das ciências e o entendimento e a consciência do impacto de ciência e tecnologia na sociedade (Laugksch, 2000). Mais recentemente alguns trabalhos vêm alertando para a relevância de não se deixar de lado, nas discussões sobre ‘o que deve ser ensinado a fim de se promover a alfabetização científica entre os estudantes?’, também o tema do ensino-aprendizagem da leitura e escrita em ciências (Yore, 2003).

Considerando que não seria possível a atividade científica sem o suporte da leitura e da escrita e que, uma limitação no quanto uma pessoa sabe ler e escrever restringe seriamente a sua educação, Norris e Phillips (2003) lançam a idéia de que a leitura-escrita deve ser considerada o componente fundamental da alfabetização científica. Como estes autores afirmam na citação apresentada no início desta seção, não somente tomar medidas, fazer observações, levantar hipóteses, elaborar experimentos para testá-las, interpretar dados, etc seriam importantes na atividade científica e, conseqüentemente, no ensino de ciências. Ler e escrever teria um papel fundamental na constituição da ciência e não poderia se pensar no ensino-aprendizagem dessa disciplina sem se considerar o ensino-aprendizagem da leitura-escrita. Isso significa que a leitura-escrita passa a representar não somente um objetivo extra e opcional, mas sim um aspecto fundamental da educação em ciências (Wellington, 2001).

Nas nossas investigações damos especial destaque à leitura, apoiando-nos em um dos principais pontos defendidos por Norris e Phillips (2003) ao cunharem o termo ‘alfabetização científica em seu sentido fundamental’: tradicionalmente, a leitura e a escrita parecem ter sido

relegadas a um segundo plano no ensino de ciências devido a uma visão de que a leitura é um processo simples e automático.

Segundo essa visão mais tradicional, ler envolveria simplesmente decodificar palavras e localizar informações em um texto. Uma concepção divergente dessa e atualmente mais aceita é que, longe de ser um processo simples e trivial, ler é um processo estratégico. Ou seja, durante a leitura o leitor vai relacionando a informação veiculada pelo texto com o seu conhecimento pré-existente. Ao ir fazendo isso, vai procurando inferir o que o texto possa estar querendo dizer e, ao mesmo tempo, vai avaliando e regulando aquilo que julga estar compreendendo (Wittrock et al, 1975; Smith, 1994, 1997).

Ler estrategicamente, portanto, envolve uma intensa atividade mental do leitor. E se formos levar isso em consideração, vale a pena questionarmos: será que é assim que a leitura é concebida e trabalhada dentro da educação em ciências?

Em nossa opinião, até hoje as pesquisas envolvendo leitura na educação em ciências parecem ter tendido a se concentrarem, predominantemente, em análises de conteúdos dos textos lidos, dos discursos por eles veiculados e da linguagem de tais textos. Segundo Yore et al (2003), como pano de fundo das pesquisas realizadas desde o final da década de 1970 até os primeiros anos do ano 2000, tem sido marcante a concepção de que fórmulas de leitura podem promover a leitura mais fluente. Além disso, existe pouca evidência de instrução relacionada à leitura para a educação em ciências (Glynn e Muths, 1994).

Paralelamente, segundo Britton e Black (1985), foi somente no final do século XX que a psicologia educacional assumiu que a aprendizagem freqüentemente se dá com base em textos. Assim, foi nessa época que começou a tomar força o desenvolvimento de modelos de como se processa a leitura. Se num primeiro momento parece ter havido um predomínio de modelos de leitura mais focados na estrutura do texto (Kintsch e van Dijk, 1978), posteriormente começou a se perceber que é necessário que o leitor tenha um conhecimento de mundo pré-existente, para que a leitura possa se processar. O foco no processamento leitor passou a merecer destaque (van Dijk e Kintsch, 1983).

Assim, acreditamos que, na medida em que as concepções sobre leitura avançaram no final do século XX, foi criado um cenário propício para o processamento leitor assumir o papel como mais um objeto de estudo na educação em ciências. Um objeto de estudo que deve ser seriamente levado em conta, se considerarmos que a leitura representa um dos componentes mais fundamentais da alfabetização científica.

### **O modelo de compreensão do discurso de van Dijk e Kintsch (1983)**

*'... as dimensões mais importantes do nosso modelo são baseadas no fato de assumirmos que o processamento do discurso, assim como outros processamentos de informação complexos, é um processo estratégico no qual uma representação mental do discurso é construída na memória, usando tanto informações do tipo internas quanto externas, com a meta de interpretar (entender) o discurso.'*

van Dijk, T. A. e Kintsch, W. (1983): Pg. 6.

Julgamos que o modelo de compreensão do discurso de van Dijk e Kintsch (1983) tem sido o mais citado em trabalhos que abordam a leitura sob um ponto de vista cognitivo-processual. Ao discutirmos alguns dos dados que obtivemos, nós também usaremos idéias desse modelo. Devido a isso, apresentamos nessa seção, como parte de nossos referenciais teóricos, uma visão simplificada desse modelo.

De acordo com o modelo de compreensão do discurso de van Dijk e Kintsch (1983), a leitura se dá em ciclos sucessivos de processamento. Em cada um destes ciclos, proposições relacionadas ao discurso dão entrada no sistema de memória e, ao mesmo tempo, é checada a sobreposição de argumentos entre estas proposições ‘novas’ e aquelas com que o leitor já tomou contato. Dessa maneira, ao final da leitura de um trecho de um texto, podemos montar um Gráfico de coerência: uma representação do significado do texto por meio de uma lista estruturada de proposições. Tal representação guarda estrita relação com a ‘Base do texto’ em termos proposicionais.

O modelo de van Dijk e Kintsch assume que, quando não há argumentos comuns entre as proposições, o leitor é solicitado a buscar na memória de longo prazo algo que mantenha a coerência entre elas. Isso nos ajuda a vislumbrar que, durante a compreensão do discurso, o leitor ativamente constrói uma representação da situação tratada. É o que van Dijk e Kintsch chamam de ‘Modelo da situação’.

O conceito de Modelo situacional vem alinhado com a concepção que a compreensão de um texto não depende somente do material textual, mas também de quem lê. Ou seja, somente uma parte do entendimento se relaciona ao processamento do dado externo, que é veiculado pelo texto. Outra parte se relaciona à ativação e uso da informação que tem a ver com o conhecimento geral sobre o mundo que o leitor tem.

Sem tal conhecimento geral sobre o mundo podemos ter dificuldade, ou até mesmo não conseguir, construir uma representação mental de um texto. O entendimento do discurso fica, assim, prejudicado. Em contrapartida, quanto maior nosso conhecimento de mundo relacionado aos assuntos tratados em um texto, bem como quanto mais familiar nos parece o assunto, mais significativa tenderá a ser a representação por nós criada e, conseqüentemente, maior será nosso entendimento.

Dentro dessa visão é possível pensar que o que um texto nos informa, os seus dados, são passíveis de representações distintas por parte de diferentes leitores. E não se observa e entende algo no vácuo, mas sim como parte de um contexto maior, de uma situação ou contexto social mais complexo.

Assim, podemos dizer que existe uma coerência entre o modelo de compreensão do discurso de van Dijk e Kintsch (1983) e algumas idéias relacionadas à visão de linguagem e comunicação dialógica, de autores como Bakhtin e Vygotsky. Afinal, segundo estes últimos autores, a consciência ou o entendimento não pode ser dissociado da troca de sinais (incluindo palavras), que se dá entre os membros de uma comunidade. Nesse sentido, o que compreendemos não é algo exclusivamente pessoal, mas social (Kubli, 2005). Similarmente, o modelo de van Dijk e Kintsch (1983) assume que a compreensão de um texto não é algo que depende unicamente do material escrito em si, mas também do leitor e do contexto social mais amplo do qual estes fazem parte.

Mais ainda, um dos pontos centrais do modelo de van Dijk e Kintsch de 1983 é que as pessoas lidam com a informação de uma maneira estratégica. Ao fazerem isso, escolhem e usam várias informações ao mesmo tempo, de maneira flexível. Assume-se que isso ocorre até mesmo quando a informação usada seja parcial ou incompleta, casos que demandam que o leitor faça pressuposições e preencha as lacunas dentro da representação da situação que vai por ele sendo criada.

van Dijk e Kintsch (1983) consideram ainda que, as suposições do leitor sobre quais as intenções que o escritor tinha em relação ao que deveria ser entendido, também são parâmetros que orientariam a construção de uma representação do texto. Essa representação, portanto, pode ser vista como uma interação entre produtor e receptor do discurso: ela não é somente exclusiva do leitor, mas reflete as representações do que o leitor assume que seriam as intenções do escritor.

Em síntese, o processo de entendimento de um texto não é passivo. Ele requer a ação estratégica do leitor. Requer a ativação de seu conhecimento de mundo. Requer a interpretação por parte do leitor do que ele assume que são as intenções do autor.

No final, o objetivo é construir uma representação do texto. Essa representação envolve a confluência da Base do texto e do Modelo da situação tratada. Nas palavras de van Dijk e Kintsch (1983), Pg. 12:

*'o entendimento está restrito a uma avaliação da base do texto não somente no que diz respeito à coerência local e global, mas também no que diz respeito ao seu modelo da situação correspondente. Nesse sentido, nós sabemos não somente o que um texto significa conceitualmente, mas também sobre o que ele trata referencialmente.'*

## **Desenho da investigação**

### ***Sujeitos***

Os estudantes envolvidos neste trabalho freqüentavam uma escola particular, que atendia a um público de classe média e média-baixa, e estava localizada a cerca de 25 quilômetros da região central da cidade de São Paulo. A escola possuía aproximadamente 1000 alunos e atendia desde a educação infantil ao ensino médio. As instalações da instituição também eram usadas para cursinhos pré-vestibulares e, no período noturno, para cursos universitários. Caracterizava a estrutura física da escola salas de aula grandes e em estado de conservação variado, sala de informática com cerca de 40 computadores, biblioteca, laboratório de ciências, espaço para estudos complementares e uma quadra poliesportiva. A escola possuía, ainda, praça de alimentação e áreas de descansos com jardins em bom estado de manutenção.

Realizamos testes com alunos que tinham entre 14 e 15 anos. Como optamos por um trabalho de natureza quantitativa, priorizamos a obtenção de dados a partir de um número grande de leitores. Devido a isso, os testes foram executados em duas etapas: inicialmente foram feitos testes com estudantes do 9º ano do ensino fundamental (cerca de 35% de nossa amostra) e, aproximadamente um mês depois, com alunos de 1º ano do ensino médio (cerca de 65% de nossa amostra). Cada uma destas etapas da investigação foi analisada separadamente e verificou-se uma reprodutibilidade das principais tendências dos resultados obtidos, que aqui são descritos. Devido a isso, optamos por agrupar os dados e apresentá-los como um único conjunto, de 220 leitores distribuídos conforme consta na tabela 1.

### ***Os textos lidos***

Os textos utilizados nessa pesquisa tratavam de um mesmo tema: a doença genética anemia falciforme. Esse tema foi escolhido por não fazer parte do currículo dos leitores participantes dessa investigação. Ou seja, podemos assumir que no período de realização dos testes não ocorreram intervenções didáticas sobre esse tópico.

Um destes textos foi extraído de um livro texto (denominado doravante de 'Texto A') e, o outro, de uma revista de divulgação científica (doravante designado por 'Texto B'). Os dois fragmentos de textos foram adaptados e validados por uma equipe de sete profissionais, em testes pilotos realizados antes dos testes nos quais foram tomados os dados aqui apresentados. Nesse processo de validação, se assegurou que os textos usados: 1-apresentassem um número limitado de conceitos e mapeassem para os mesmos conceitos-chaves avaliados nos testes realizados; 2-fossem curtos para poderem ser lidos em poucos minutos (adequando-se ao tempo disponível para as sessões de teste) e 3-preservassem a identidade da versão original de cada texto em termos de

gênero literário. No anexo 1 apresentamos a versão integral dos textos que foram utilizados em nossos experimentos.

Ressaltamos que as proposições conceituais: ‘sangue possui glóbulos vermelhos’; ‘glóbulos vermelhos transportam oxigênio’, ‘glóbulos vermelhos têm um formato alterado na anemia falciforme’; ‘anemia falciforme é um tipo de anemia’, ‘anemia falciforme é um exemplo de doença genética’, representam o conhecimento biológico presente em ambos os textos e que foi avaliado nos testes realizados.

Destacamos que os textos foram apresentados aos leitores essencialmente com a mesma diagramação (parágrafos contínuos, escritos em letra Times New Roman 12, com 1,5 de espaçamento entre linhas e impressos em folha A4 no modo ‘landscape’) e acompanhados de uma mesma foto.

**Tabela 1:** Número de leitores segundo o sexo e o texto lido.

	<b>Texto A</b>	<b>Texto B</b>	<b>Total (Texto A + Texto B)</b>
<b>Sexo Masculino</b>	50	51	101
<b>Sexo Feminino</b>	54	65	119
<b>Total (Sexo Masculino + Sexo feminino)</b>	104	116	220

### ***Os testes realizados***

O conhecimento associado à leitura dos textos foi verificado através de três questões específicas (veja anexo 3A).

A aplicação de conhecimentos associada à leitura dos textos foi verificada através de três questões, as quais, conjuntamente, representavam duas situações-problema a serem enfrentadas. Estas questões são apresentadas no anexo 3B.

Numa fase preliminar deste trabalho foram realizados testes piloto com 33 alunos de aproximadamente 14 anos, que pertenciam a uma escola diferente daquela dos sujeitos dessa investigação. Este ensaio inicial serviu para validarmos e padronizarmos os textos e os instrumentos de tomada de dados, bem como para definirmos a dinâmica de realização dos testes. A equipe de profissionais que participou dos processos de validação era constituída por sete profissionais: um doutor em biologia (com especialização em genética); um doutor em educação (especializado em ensino de biologia), um doutor em línguas (com ênfase no ensino de leitura) e quatro professores de biologia (todos com título de mestre) que atuavam em diferentes instituições educacionais.

Cada aluno realizou a leitura de somente um dos textos adaptados e, ao término do tempo máximo que teve para lê-lo, devolveu-o ao pesquisador. Depois disso, os estudantes não tiveram mais acesso ao texto que leram. Destacamos que cada um dos textos foi entregue alternadamente para cada fileira de alunos, visando-se assim a distribuição aleatória dentro de cada classe visitada pelo pesquisador.

Ressaltamos que foram feitos outros testes de compreensão: os alunos responderam a uma questão em aberto, a um teste do tipo ‘preencha lacunas’ e a uma questão que intencionava avaliar aspectos metacognitivos associados a leitura. Também foram realizados pré-testes e pós-testes tardios. Através dos pré-testes realizados assegurou-se que não havia diferenças significativas, em termos de conhecimento biológico e de habilidade de leitura e de escrita, entre os indivíduos das diferentes subamostras aqui consideradas.

Visando manter a objetividade desse artigo, optamos por apresentar os dados obtidos nestes outros testes em um trabalho separado. No entanto, por ser importante para as discussões que faremos mais adiante, no anexo 2 apresentamos um dos pré-testes de conhecimento realizado. Nesse pré-teste, verificamos que a amostra de alunos sujeito dessa investigação possuía pouco conhecimento biológico relacionado aos temas ‘sangue’ e ‘anemia’ (mais da metade dos alunos que participou dessa pesquisa obteve de zero a 30% da pontuação máxima nesse pré-teste).

### ***Correção dos testes de conhecimento e aplicação e análise estatística***

Para a determinação dos gabaritos de correção foi adotado o mesmo procedimento. Primeiramente, na fase do ensaio piloto, foi criado um gabarito inicial de três categorias (0,1 e 2) para cada um destes testes. Posteriormente, foram lidas todas as respostas dadas pelos alunos dos 9ºanos na primeira fase de execução dos testes definitivos. A partir daí, ampliou-se o gabarito inicial para uma escala mais detalhada, com cinco categorias (de 0 a 4), de forma que todas as respostas analisadas fossem contempladas. Finalmente, após a realização da segunda etapa dos testes definitivos, com os alunos de 1º ano do ensino médio, o gabarito foi refinado, a fim de se tornar mais preciso quanto a casos que a pontuação poderia ser dúbia. Estes gabaritos finais, juntamente com exemplos de respostas dadas pelos leitores, são apresentados nos anexos 3A e 3B.

Após a determinação do gabarito final, todas as questões foram corrigidas pelo pesquisador autor deste trabalho. Uma amostra aleatória de 100 estudantes foi analisada por um segundo pesquisador. Determinou-se, assim, o grau de confiabilidade da correção em 95,90%, para as três questões do teste de conhecimento, e 94,73%, para as três questões do teste de aplicação.

Neste trabalho apresentamos uma análise estatística descritiva da distribuição da frequência de ocorrência de indivíduos, dentro de dada faixa de pontuação do gabarito. A homogeneidade das distribuições de frequência de leitores, que obtiveram determinada pontuação ao se aplicar o gabarito de correção, foi testada através do teste exato de Fisher. Nestes testes, considerou-se como hipótese nula que não havia diferença entre as distribuições observadas, e foi adotado como critério de significância estatística  $p \leq 0,05$ .

## **Resultados**

### ***O conhecimento associado à leitura dos textos***

Visando entender mais detalhadamente a relação entre os textos A e B e o conhecimento associado às suas leituras, apresentamos na figura 1 gráficos de distribuição da frequência de ocorrência de leitores que, em cada uma das três questões do pós-teste de conhecimento, enquadraram-se dentro de determinada faixa de pontuação do gabarito de correção utilizado.

Lembramos que elaboramos um gabarito bem detalhado de correção para estes testes, o qual é apresentado no anexo 3A, juntamente com alguns exemplos de respostas dadas pelos leitores.

Neste gabarito do teste de conhecimento, as pontuações 1 e 2 correspondem a respostas nas quais se manifesta somente a ocorrência daquilo que é considerado como o conhecimento prévio

dos alunos. Esclarecemos que esse conhecimento foi evidenciado nos pré-testes realizados. A pontuação 2 reflete respostas nas quais é citado que ‘anemia’ relaciona-se a ‘nutrição’. A pontuação 1 indica respostas nas quais é apontado, genericamente, que ‘anemia’ relaciona-se com o ‘sangue’. A presença desse conhecimento isolado, sem menção ao restante do conhecimento biológico veiculado pelos textos, pode indicar que a leitura não incrementou o repertório dos leitores.

Por outro lado, as pontuações 3 e 4 indicam a presença de conhecimento biológico veiculado pelo texto lido. A pontuação 4 foi utilizada para casos em que o conhecimento foi manifestado de forma mais completa. A pontuação 3 foi utilizada quando o conhecimento biológico associado ao texto foi apresentado de maneira parcial.

De maneira genérica, verificamos que a frequência total de alunos com pontuação 3 e 4, nas diferentes perguntas, é muito parecida para os leitores dos diferentes textos, e superior à frequência total de alunos com pontuação 1 e 2. Isso indica que ambos os textos favoreceram a aprendizagem dos conhecimentos que veiculavam.

Contudo, a análise mais detalhada dos padrões de distribuição apresentados na figura 1 nos revela diferenças interessantes. Por exemplo, analisando as respostas à questão 1: ‘O que leva uma pessoa a ter anemia?’, constatamos que, em função do texto lido, existem diferenças significativas na frequência de distribuição de leitores em determinada faixa de pontuação do gabarito ( $p=0,00$ ). Verificamos que entre os leitores do texto A, que manifestaram a presença de conhecimento biológico em suas respostas, independentemente do sexo, grande parte deles obteve pontuação 3. Já entre os leitores do texto B, que manifestaram a presença de conhecimento biológico em suas respostas, uma grande frequência deles obteve pontuação 4. Isso indica que o texto B se associou mais fortemente à maior ocorrência de leitores que manifestaram um conhecimento mais completo.

Continuando a análise das respostas a esta questão, considerando-se agora o sexo dos leitores, podemos verificar que os padrões de distribuição observados são muito semelhantes para meninos e meninas, independente do texto lido ( $p=43,00$ ).

A análise das respostas à questão 2 ‘Você sabe o que quer dizer anemia falciforme? Favor explicar.’ nos fornece mais elementos para discutirmos a relação entre os resultados de aprendizagem de conhecimento, os textos lidos e o sexo dos leitores. Destacamos que ao contrário da questão 1, que abordava de maneira genérica o tema ‘anemia’, esta questão aborda de maneira muito específica um tipo de anemia – qual seja, a anemia falciforme.

Neste caso continuamos observando uma grande frequência de alunos com pontuação 3 e 4, o que indica a presença de conhecimento biológico em suas respostas. No entanto, ao contrário do que ocorreu entre as respostas para a questão 1, aqui foi conferida pontuação 3 para a grande parte dos leitores, independentemente do texto lido ( $p=53,00$ ). Portanto, não observamos diferenças marcantes na presença de conhecimento biológico associado à leitura de textos de diferentes gêneros, quando os leitores são demandados sobre um tema específico.

As diferenças mais marcantes que observamos, neste caso, parecem se relacionar ao sexo dos leitores. Existem diferenças significativas entre meninos e meninas, independentemente do texto lido ( $p=0,01$ ): entre as meninas é maior a ocorrência de alunas que obtiveram uma pontuação 4, ou seja, que indicam um conhecimento mais completo.

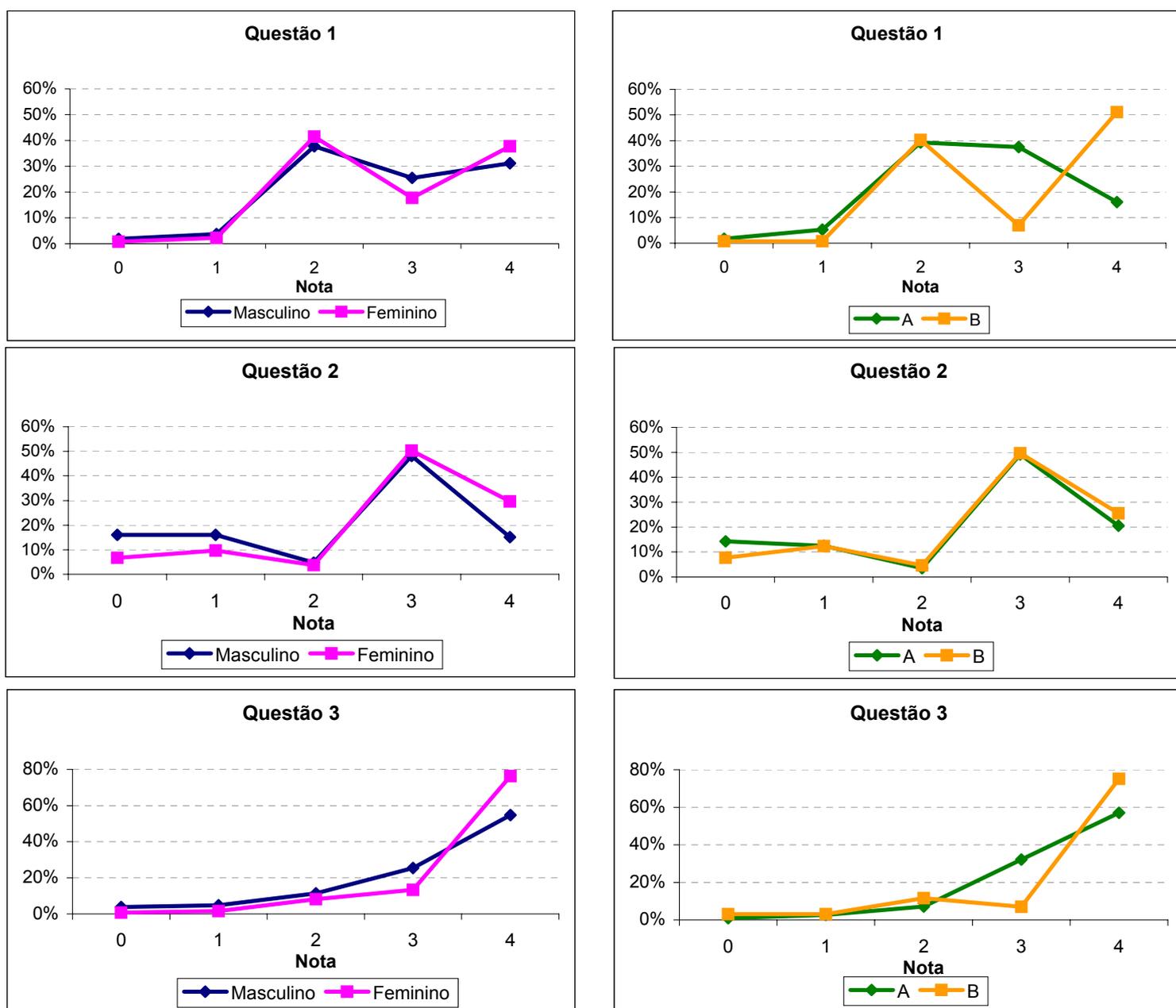
Portanto, a análise da questão 2 reforça a idéia de que, pelo menos para essa amostra de leitores, relacionadas ao sexo dos estudantes devem existir diferenças de aprendizagem, a partir da leitura de textos expositivos.

Para complementar nossa análise podemos, ainda, usar a questão 3 do questionário sobre conhecimento associados à leitura dos textos. ‘Na sua opinião Anemia relaciona-se com o que? Pode escolher quantas alternativas quiser. ( ) Sangue ( ) Respiração ( ) Doença genética ( ) Nutrição

( )Intestinos ( )Outro'. Destacamos que esta questão apresentava como peculiaridade o fato dos alunos terem 'opções de escolha' para formularem suas respostas - o que a diferenciava bastante das duas questões apresentadas anteriormente.

Um primeiro ponto a se destacar na análise das respostas à questão 3 é que, em relação às respostas às questões 1 e 2, verificamos que aqui foi onde ocorreu uma maior incidência de leitores com pontuação 4. Consideramos que isso pode ser explicado pela influência da 'dica', dada pela possibilidade de se optar entre as múltiplas escolhas oferecidas aos leitores.

Um segundo ponto a se considerar em nossa análise é que, os padrões de distribuição observados na análise das respostas à questão 3, revelam diferenças em função do texto lido ( $p=0,00$ ): verificamos que a incidência de alunos com pontuação 4 é menos acentuada entre os leitores do texto A, quando comparados aos seus pares que leram o texto B.



**Figura 1:** Freqüência de ocorrência de leitores (%) em cada faixa de pontuação do gabarito utilizado para a correção de cada uma das questões de avaliação de conhecimento. Na coluna à esquerda os dados foram agrupados em função do sexo dos leitores. Na coluna da direita foram agrupados em função do texto lido.

Um terceiro e último ponto a ser comentado é que esta mesma diferença existe em função do sexo. Ou seja, entre os leitores do sexo masculino (quando comparados aos seus pares do sexo oposto), constatamos uma menor ocorrência de estudantes com pontuação 4, independentemente do texto lido ( $p=0,00$ ).

Consideramos que estes são mais indícios que apontam para o fato de que as diferenças de performance observadas no teste de conhecimento, realizado por essa amostra de estudantes, podem ser relacionadas ao texto lido e ao sexo dos leitores.

### ***A aplicação do conhecimento associada à leitura dos textos***

Visando entender mais detalhadamente a relação entre os textos A e B e a aplicação do conhecimento associado às suas leituras, apresentamos na figura 2 gráficos de distribuição da frequência de ocorrência de leitores que, nos testes de aplicação realizados imediatamente após a leitura dos textos, enquadraram-se dentro de cada faixa de pontuação do gabarito de correção utilizado.

Lembramos que o gabarito empregado nos testes de aplicação de conhecimento (apresentado no anexo 3B) é bastante detalhado. Nele as pontuações 3 e 4 refletem respostas nas quais se manifesta conhecimento biológico - seja de maneira parcial (pontuação 3); ou completa (pontuação 4) - em questões nas quais os leitores têm de argumentar ou enfrentar situações-problema.

Já as pontuações 1 e 2 são usadas para as respostas nas quais não se verifica a utilização de conhecimento biológico associado aos textos. A pontuação 2 indica um predomínio de concepções alternativas evidenciadas nos pré-testes realizados. A pontuação 1 foi utilizada para aquelas respostas nas quais identificamos que os leitores argumentam, ou enfrentam situações-problema, apelando para 'o poder de alguma autoridade' – consulte o anexo 3B para ver alguns exemplos.

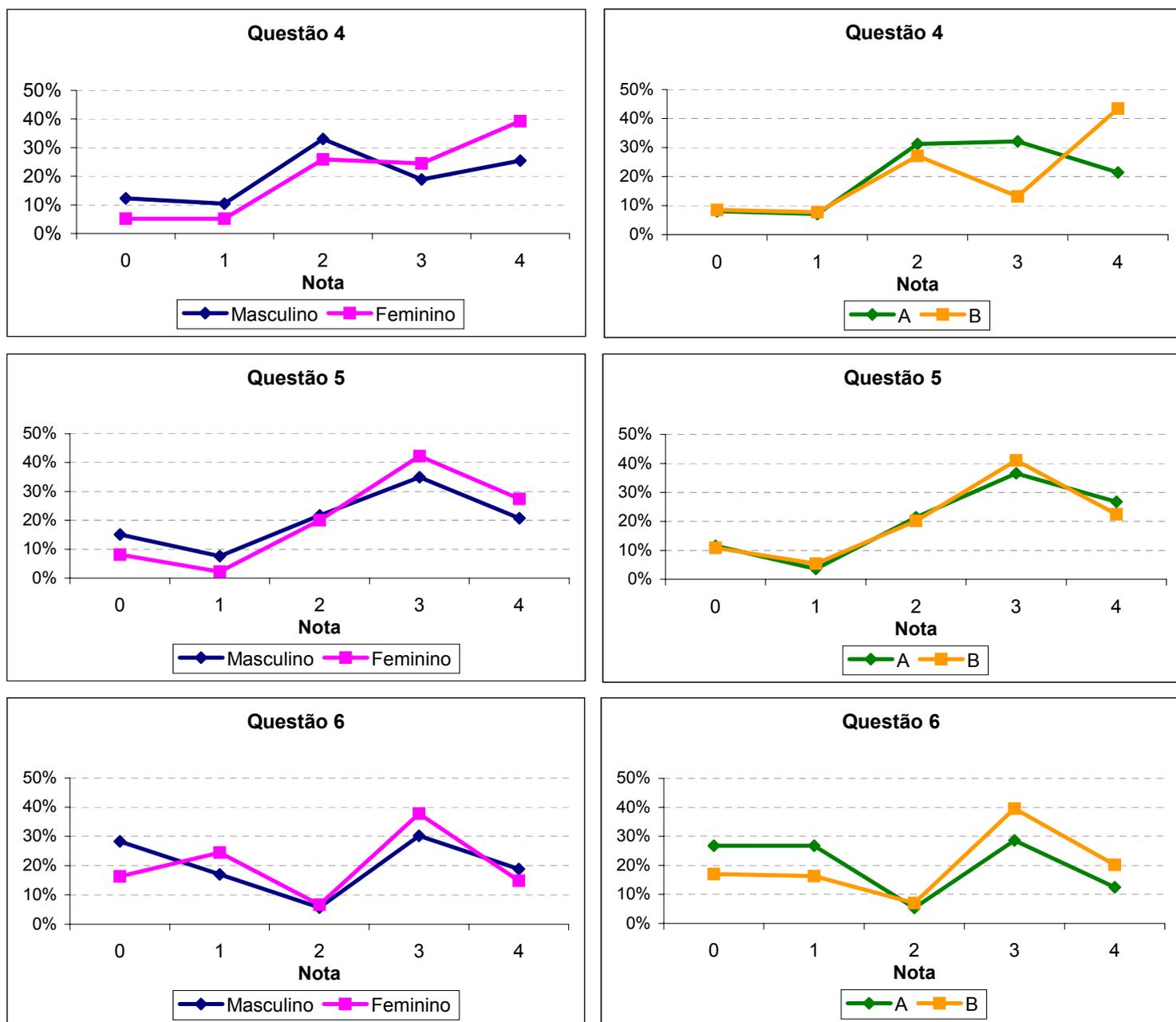
Analisando os resultados obtidos a partir da correção das respostas à questão 4 ('Após ter lido o texto, um aluno falou: 'Se uma pessoa tem anemia falciforme basta ela começar a comer bastante alimentos ricos em ferro, que logo ficará boa!' Você concorda ou discorda desta frase. Justifique-se.'), verificamos a existência de diferenças relacionadas ao sexo ( $p=0,03$ ). Apesar do total de leitores que obtêm pontuações 3 e 4 ser relativamente alto, ele é maior entre as meninas (em torno de 62%) do que entre os meninos (algo em torno de 42%). Portanto, isso é uma evidência de que, também em testes que envolvem a argumentação e a resolução de problemas, há diferenças de performance relacionadas ao sexo dos leitores de 14-15 anos.

Continuando a análise das respostas a esta questão, que solicita diretamente a formulação de um argumento por parte dos alunos, podemos verificar que, tanto para os meninos quanto para as meninas, o texto B se associa a um padrão de distribuição significativamente diferente em relação ao texto A ( $p=0,00$ ). Marcadamente, entre os leitores do texto B, independente do sexo, existe uma maior ocorrência de indivíduos que manifestam, em suas argumentações, conhecimento completo e não parcial (ou seja, obtêm pontuação 4 e não pontuação 3).

Esta observação é muito semelhante àquelas feitas anteriormente, quando analisamos as respostas aos itens 1 e 3 do teste de conhecimento feito com três questões. Ela corrobora, portanto, a idéia de que, nos testes realizados, os leitores do texto B obtêm um desempenho melhor do que os leitores do texto A.

Além da questão 4, nos testes de aplicação os alunos tinham de responder a mais duas questões, que envolviam dos leitores o enfrentamento de uma única situação problema: 'João e Maria são considerados pessoas normais e muito saudáveis. Um filho deles recém-nascido, porém, começou a apresentar dificuldades respiratórias, febre alta e manchas pelo corpo. O médico da

família indicou a João e Maria que o filho deles, possivelmente, estivesse com uma doença chamada anemia falciforme.’



**Figura 2:** Frequência de ocorrência de leitores (%) em cada faixa de pontuação do gabarito utilizado para a correção de cada uma das questões que avaliavam a aplicação de conhecimento. Na coluna à esquerda os dados foram agrupados em função do sexo dos leitores. Na coluna da direita foram agrupados em função do texto lido.

Diante desta situação, na questão 5 os alunos deveriam fazer uma análise do que ocorria (‘Considerando o que você leu no texto acima, responda: -Você concorda ou discorda do diagnóstico preliminar do médico? Por que?’). Já na questão 6, deveriam sugerir alguma alternativa para o impasse que se estabelecera (‘Considerando o que você leu no texto acima, responda: -O que você faria para confirmar se o diagnóstico do médico está certo ou errado? Justifique.’)

No caso da questão 5, verificamos padrões de distribuições muito semelhantes em relação aos textos lidos ( $p=0,87$ ). Considerando o fator sexo, as distribuições podem ser consideradas

moderadamente parecidas, uma vez que a diferença entre elas está próxima do limiar do nosso critério para a significância estatística ( $p=0,08$ ).

Por outro lado, a análise da questão 6 indica a ocorrência de padrões de distribuição distintos em função do texto lido ( $p=0,04$ ) e não do sexo dos leitores ( $p=0,12$ ). Neste caso verificamos que, independentemente do sexo, entre os leitores do texto B é maior a ocorrência de indivíduos que obtiveram pontuação 3 ou 4.

Chama a nossa atenção o elevado número de leitores que obtiveram pontuação 0 ou 1 nesta questão. É certo que isso pode ser explicado pelo nível de dificuldade da pergunta, que requeria dos estudantes que propusessem uma alternativa para o problema apresentado. Entretanto, entre os meninos que leram o texto A, ocorreu uma maior incidência de leitores com pontuação 0 ou 1, em relação aos meninos que leram o texto B ( $p=0,05$  - dados aqui não apresentados). Ou seja, estamos diante de um caso em que uma possível interação entre os fatores sexo e texto está associada às diferenças observadas. Esse foi o único caso, dentro os dados aqui descritos, em que verificamos uma interação entre estas duas variáveis. Aparentemente, entre os meninos o texto B parece estar contribuindo para que os leitores enfrentem situações-problema apelando para argumentar ou sugerir alternativas, baseadas no poder da autoridade, de maneira menos acentuada do que os seus pares que leram o texto A.

## Discussão

Muitos trabalhos que se dedicam a investigar o texto na educação em ciências concentram a atenção na linguagem dos textos e nos discursos veiculados (Wood e Wood, 1988; Merzyn, 1996; Fang, 2006). Uma quantidade de trabalhos bem menor se dedica a explorar a compreensão associada à leitura (Williams e Yore, 1985; Musheno e Lawson, 1999; Baram-Tasabari e Yarden, 2005). É nessa segunda linha que se encaixa nossa investigação.

Considerando que a compreensão leitora é um fenômeno complexo, são necessários diferentes testes para avaliá-la. Como afirmado por van Dijk e Kintsch (1983): Pg. 259;

*‘Não existe um processo ‘unitário’ chamado compreensão que possa ser medido uma vez e definitivamente, mesmo se pudéssemos encontrar o teste correto para tal. Compreensão é um termo de senso comum que se dissolve diante de análises mais detalhadas em muitos subprocessos diferentes. Assim, precisamos construir instrumentos de medidas separados...’*

Trabalhos pioneiros, como o de Williams e Yore (1985), se limitavam a avaliar a compreensão leitora de textos de ciências somente através de testes do tipo ‘CLOZE’<sup>1</sup>. No presente trabalho procuramos avaliar a compreensão leitora através de diferentes testes, os quais refletem os conhecimentos associados à leitura e a aplicação de conhecimentos (em circunstâncias que envolvem a argumentação e o enfrentamento de situações-problema).

Ressaltamos que, em nosso trabalho, criamos um gabarito de correção para os testes de conhecimento que procurou contemplar se os leitores manifestavam o conhecimento de maneira parcial ou mais completo. Devemos enfatizar que essa abordagem não é comum em trabalhos que se dedicam à avaliação da compreensão leitora em educação em ciências. O mais frequente é que, primeiro, se determine como critério para o gabarito de correção a pontuação pela incidência, ou não incidência, de informação contida no texto. Depois disso, que se compare a pontuação total obtida entre os grupos a serem analisados (Musheno e Lawson, 1999; Baram-Tasabari e Yarden, 2005).

---

<sup>1</sup> Em um teste CLOZE é oferecido ao leitor um texto idêntico ao texto lido, porém, com lacunas a intervalos regulares. A correção do teste pode adotar diferentes critérios: ou o preenchimento com a mesma palavra que havia no texto original, ou com uma palavra que poderia ser considerada ‘equivalente’.

Numa visão mais geral podemos dizer que, os dados obtidos nos testes de conhecimento, indicam que a leitura dos dois textos provocou aprendizagens - uma vez que nas respostas dos estudantes apareceram os conhecimentos biológicos que os textos veiculavam (o que corresponde às pontuações 3 e 4 do gabarito de correção). O fato de estes resultados terem sido superiores aos dos testes de aplicação é esperado, já que a aplicação da informação veiculada pelo texto, em situações novas, é um processo cognitivo elaborado (Mayer, 1983).

Podemos lembrar que, no modelo de compreensão do discurso de van Dijk e Kintsch (1983), são estabelecidos pelo menos dois níveis de representação que o leitor pode fazer para um texto: a 'base do texto' e o 'modelo da situação'. Enquanto a 'base do texto' se limita às proposições que refletem o texto em termos semânticos, o 'Modelo da situação' diz respeito também àquilo que o leitor já sabe. Isso significa que o modelo da situação envolve uma representação mais completa, na qual a informação do texto é elaborada e integrada ao conhecimento prévio do leitor.

Acreditamos que o conceito de Modelo da situação, proposto por van Dijk e Kintsch (1983), poderia servir à discussão da aprendizagem relacionada à leitura observada nesse trabalho: de modo geral, os que estudantes que aprendem mais com a leitura devem ter integrado o que já sabiam com as informações do texto. Com isso eles formaram modelos da situação adequados, e até tiveram mais chance de se saírem bem em situações novas, nas quais tinham de aplicar o conhecimento veiculado pelo texto (Mayer, 1985).

Dessa maneira, os desvios na frequência de distribuição de leitores do texto B em direção à pontuação 4, nos testes de conhecimento e aplicação realizados, sugerem que há diferenças na compreensão a partir da leitura dos textos aqui investigados. Um ponto a se considerar é que, aparentemente, os dois textos estão promovendo uma boa aprendizagem no que se refere à base do texto. Já no que se refere ao Modelo situacional, o texto B parece ser quem deve merecer maior destaque.

Complementariamente a isso, nesse trabalho também constatamos a influência do sexo dos leitores na compreensão a partir da leitura. Dentre os dados apresentados, verificamos a interação entre os fatores sexo e texto uma única vez: na análise das respostas à última questão do teste de aplicação.

Os melhores resultados observados para as meninas estão alinhados com os dados obtidos em investigações de compreensão leitora mais amplas, cujos participantes possuem faixa etária comparável à do público participante desta pesquisa (OECD PISA, 2003). Ainda não se sabe claramente quais são as possíveis causas para esse fenômeno. Algumas possibilidades são o maior compromisso e tempo dedicado pelas meninas à leitura voluntária. Sugere-se, inclusive, que este fenômeno poderia ser reversível caso se trabalhe com os meninos fatores como o compromisso e o interesse pela leitura (Roe e Taube, 2003).

De qualquer maneira, os dados que obtivemos indicam que as investigações sobre compreensão leitora, envolvendo estudantes nessa faixa etária, não devem se omitir em considerar o sexo dos estudantes como uma variável importante de análise. Acreditamos que investigações futuras se fazem necessárias, para entender melhor o que motiva esse desempenho diferenciado entre meninos e meninas, bem como para informar a todos nós, que utilizamos textos nas aulas de ciências, sobre possíveis interações entre os fatores sexo e tipo de texto a que nossos estudantes têm acesso.

### ***Uma explicação baseada no processamento leitor***

No modelo de compreensão do discurso de van Dijk e Kintsch (1983), a estrutura do texto tem importância na compreensão leitora. Segundo estes autores, ao ler um texto e procurar compreendê-lo, o leitor vai tentando criar uma representação coerente para o que o texto trata.

Nessa tarefa, um leitor que lê um texto estruturado terá mais facilidade, uma vez que o texto já lhe oferecerá possibilidades de organizar a informação.

É importante ressaltarmos que a idéia de um texto expositivo estruturado, para van Dijk e Kintsch (1983), significa um texto que tenha boa retórica: aquele que deixa claro a estrutura semântica idealizada pelo autor.

Seria esperado que a ‘boa retórica’ fosse útil para a compreensão, principalmente de textos expositivos que tratam de assuntos muito desconhecidos pelo leitor. Nestes casos, faz-se mais importante o leitor recorrer à estrutura do texto para atribuir sentido à informação (van Dijk e Kintsch, 1983; Kintsch, 1994). Por exemplo: títulos ou manchetes na estrutura de um texto poderiam sinalizar quais são as proposições importantes, diferenciando-as de proposições secundárias (León, 1997).

Assim, é possível pensarmos que, no caso do leitor estar diante de um texto que trate de um tema novo, mas os elementos da estrutura do texto não se apresentarem de tal maneira que o ajudem a criar uma representação coerente para a informação, a compreensão associada à leitura seja reduzida.

Existem diversas sugestões sobre possíveis elementos para os quais podemos focar nossa atenção, a fim de incrementar o valor instrucional dos textos expositivos (Chambliss, 2002). Em uma coletânea proposta por Mayer (1985) são citados, por exemplo, ‘apresentar os principais componentes do modelo explicativo no começo do texto’; ‘mostrar a relação entre analogias e as idéias mais importantes’; ‘usar exemplos familiares para as idéias explicativas’; ‘incluir questões no texto que foquem a atenção nas informações explicativas’; ‘incluir a repetição de idéias importantes, construindo redundâncias que possibilitem ao leitor várias possibilidades de se expor aos pontos principais.’

É interessante verificarmos que o texto A parece atender à primeira destas recomendações de maneira mais evidente que o texto B. Já no que se refere à segunda destas recomendações, ambos os textos parecem explicar de maneira similar a analogia ‘em forma de foice’, para a designação ‘anemia falciforme’. Por outro lado, apesar do texto A utilizar um termo familiar aos alunos como ‘desnutrição’ em um determinado momento (veja a última frase desse texto), o texto B apresenta-se mais rico nas três demais recomendações citadas acima.

Assim, como o texto B se associa a melhores resultados nos testes realizados, é possível pensarmos que elementos da estrutura desse texto se apresentam de forma a favorecer o processamento da informação. No entanto, na nossa opinião, permanece um desafio, pertinente a investigações futuras, buscar entender que elementos relacionados à estrutura dos textos aqui investigados os caracterizariam como pertencentes a gêneros distintos, e poderiam estar influenciando nos resultados observados

## **Considerações finais**

Neste trabalho avaliamos, através de seis questões, o conhecimento e a aplicação de conhecimento associados à leitura de textos de ciências de diferentes gêneros.

Verificamos que os estudantes que leram um material de divulgação científica obtiveram melhores pontuações, em relação aos seus pares que leram um trecho de livro texto. Também verificamos que as meninas, de maneira geral, obtiveram resultados melhores do que os meninos.

A análise detalhada da frequência de distribuição, em cada faixa de pontuação do gabarito, sugere que os leitores do texto de divulgação parecem ter mais sucesso para construir

representações mais completas das situações tratadas no texto. Ou seja, existiria uma diferença no processamento leitor, dada pelo gênero de texto lido.

Portanto, para a amostra de estudantes de 14-15 anos que participou desta pesquisa, os diferentes gêneros de textos e a diferença de gênero dos estudantes são fatores que podem influenciar na aprendizagem a partir da leitura.

Gostaríamos de finalizar alertando para o fato de que cautela deve ser tomada, ao se tentar generalizar as conclusões a que aqui chegamos. Não podemos assumir que todos os textos de divulgação científica, ou de livro texto, produzirão os resultados que aqui observamos. Nem mesmo que os textos objeto dessa investigação produzirão os efeitos aqui observados, quando lidos por públicos diferentes dos sujeitos participantes deste trabalho. Em nossa opinião isso pode servir como um estímulo para investigações futuras, as quais procurem avaliar se o que aqui observamos se reproduz com outros textos e outros públicos leitores.

## Referências

- Abreu, R. G.; Gomes, A. C. e Lopes, A. C. (2005). Contextualização e tecnologias em livros didáticos de biologia e química. *Investigações em ensino de ciências*, 10 (3), 405-417. Acesso em 15 mar., 2010, [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID137/v10\\_n3\\_a2005.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID137/v10_n3_a2005.pdf).
- Almeida, M. J. P. M. e Queiroz, E. C. (1997). Divulgação científica e conhecimento escolar: um ensaio com alunos adultos. *Caderno Cedes*, 18 (41), 62-68.
- Almeida, M. J. P. M.; Silva, H. C. e Machado, J. L. M. (2001). Condições de produção no funcionamento da leitura na educação em física. *Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências*, 1(1), 5-17.
- Andrade, I. B. e Martins, I. (2006). Discursos de professores de ciências sobre leitura. *Investigações em ensino de ciências*, 11(2), 121-151. Acesso em 15 mar., 2010, [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID148/v11\\_n2\\_a2006.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID148/v11_n2_a2006.pdf).
- Baram-Tsabari, A. e Yarden, A. (2005). Text genre as a factor in the formation of scientific literacy. *Journal of research in science teaching*, 342(4), 403-428.
- Bittencourt, C. M. F. (1996) Práticas de leitura em livros didáticos. *Revista da faculdade de educação*, 22(1), 89-110.
- Braga, S. A. M. e Mortimer, E. F. (2003) Os gêneros de discurso do texto de biologia dos livros didáticos de ciências. *Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências*, 3(3), 56-74.
- Britton, B. K. e Black, J. B. (1985). Understanding expository text: from structure to process and world knowledge In Britton, B. K. e Black, J. B. *Understanding expository text – a theoretical and practical handbook for analyzing explanatory text* (pp.1-10). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Chambliss, M. J. (2002). The characteristics of well-designed science textbooks IN Otero, J.; Léon, J. A. e Graesser, A. C. *The Psychology of science text comprehension* (pp. 51-72). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Fang, Z. (2006). The language demands of science reading in middle school. *International journal of science education*, 28(5), 491-520.

- Giraldi, P. M. e Souza, S. C. (2006). O funcionamento de analogias em textos didáticos de biologia: questões de linguagem. *Ciência & Ensino*, 1(1), 9-17.
- Glynn, S. M. e Muths, K. D. (1994). Reading and writing to learn science: achieving scientific literacy. *Journal of research in science teaching*, 31(9), 1057-1073.
- Kintsch, W. (1994). Text Comprehension, Memory, and Learning. *American Psychologist*, 49(4), 294-303.
- Kintsch, W. e van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological review*, 85(5), 363-394.
- Kubli, F. (2005). Science teaching as a dialogue – Bakhtin, Vygotsky and some applications in the classroom. *Science & Education*, 14 (6), 501-534.
- Laugksch, R. (2000). Scientific literacy: a conceptual overview. *Science education*, 84(3), 71-94.
- León, J. A. (1997). The effects of headlines and summaries on news comprehension and recall. *Reading and writing: an interdisciplinary journal*, 9(1), 85-106.
- Marin, E. B. e Terrazzan, E. (1997). A. Linguagem cotidiana e linguagem científica no ensino de ciências nas séries iniciais. *Caderno Cedes*, 18(41), 79-86.
- Martins, I.; Cassab, M. e Rocha, M. B. (2001). Análise do processo de re-elaboração discursiva de um texto de divulgação científica para um texto didático. *Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências*, 1(3), 19-27.
- Martins, I.; Nascimento, T. G. e Abreu, T. B. (2004). Clonagem na sala de aula: um exemplo do uso didático de um texto de divulgação científica. *Investigações em ensino de ciências*, 9(1), 95-111. Acesso em 15 mar., 2010, [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID111/v9\\_n1\\_a2004.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID111/v9_n1_a2004.pdf).
- Mayer, R. E. (1983). What have we learned about increasing the meaningfulness of science prose? *Science education*, 67(2), 223-237.
- Mayer, R. E. (1985). Structural analysis of science prose: can we increase problem-solving performance? In Britton, B. K. e Black, J. B. *Understanding expository text – a theoretical and practical handbook for analyzing explanatory text* (pp. 65-88). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Merzyn, G. (1996). A comparison of some linguistic variables in fifteen science texts In Welford, G.; Osborne, J. e Scott, P. *Research in science education in Europe – current issues and themes* (pp. 361-369). London: Falmer Press.
- Musheno B. V. e Lawson, A. E. (1999). Effects of learning cycle and traditional text on comprehension of science concepts by students at differing reasoning levels. *Journal of research in science teaching*, 36(1), 23-37.
- Nascimento, T. G. (2003). O discurso da divulgação científica no livro didático de ciências: características, adaptações e funções de um texto sobre clonagem. *Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências*, 3(3), 56-74.
- Nascimento, T. G. e Martins, I. (2005). O texto de genética no livro didático de ciências: uma análise retórica crítica. *Investigações em ensino de ciências*, 10(2), 255-278. Acesso em 15 mar., 2010, [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID131/v10\\_n2\\_a2005.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID131/v10_n2_a2005.pdf).
- Neto, J. M. e Fracalanza, H. (2003). O livro didático de ciências: problemas e soluções. *Ciência & Educação*, 9(2), 147-157.

- Norris, S. P. e Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science education*, 87(2), 224-240.
- OECD-PISA (2003). *Learning for Tomorrow's World: First results from PISA 2003*. Paris: OECD Pub. Service.
- Orlandi, E. P. (1997) Leitura e discurso científico. *Caderno Cedes*, 18(41), 25-34.
- Roe, A. e Taube, K. (2003) Reading achievement and gender differences In Lie, S; Linnakyla, P. e Roe, A. *Northern lights on PISA* (pp. 21-35). Oslo: OECD Pub. Serv.
- Sandrin, M. F. N.; Puerto, G. e Nardi, R. (2005) Serpentes e acidentes ofídicos: um estudo sobre erros conceituais em livros didáticos. *Investigações em ensino de ciências*, 10(3), 281-298. Acesso em 15 mar., 2010, [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID132/v10\\_n3\\_a2005.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID132/v10_n3_a2005.pdf).
- Silva, H. C. e Almeida, M. J. P. M. (1998). Condições de produção da leitura em aulas de física no ensino médio: um estudo de caso In Almeida, M. J. P. M. e Silva, H. C. *Linguagem, leituras e ensino de ciência* (pp. 131-162). Campinas: Mercado das letras.
- Smith, F. (1994). *Understanding reading – a psycholinguistic analysis of reading and learning to read*. 5 ed. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Smith, F. (1997). *Reading without nonsense*. 3 ed. New York: Teachers College Press.
- Van Dijk, T. A. e Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. Nova York: Academic Press.
- Wellington, J. (2001). School textbooks and reading in science: looking back and looking forward. *School science review*, 82(300), 71-81.
- Williams, R. L. e Yore, L. D. (1985). Content, format, gender and grade level differences in elementary students' ability to read science materials as measured by the cloze procedure. *Journal of research in science teaching*, 22(1), 81-88.
- Wittrock, M. C.; Marks, C. e Doctorow, M. (1975). Reading as a generative process. *Journal of educational psychology*, 67(4), 484-489.
- Wood, T. L. e Wood, W. L. (1988). Assessing potential difficulties in comprehending fourth grade science textbooks. *Science education*, 72(4), 561-574.
- Xavier, M. C.; Freire, A. S. e Moraes, M. O. (2006). A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia. *Ciência & Educação*, 12(3), 275-289.
- Yore, L. D.; Bisanz, G.L. e Hand, B. M. (2003). Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research. *International journal of science education*, 25(6), 689-725.
- Zanetic, J. (1997). Física e literatura: uma possível integração no ensino. *Caderno Cedes*, 18(41), 46-61.
- Recebido em: 25.03.2010  
Aceito em: 19.04.2011

## Anexo 1: Textos

### Texto A Anemia Falciforme

A anemia falciforme é um tipo de anemia sem cura e grave que é uma doença genética, ou seja, uma doença que é herdada dos pais. Ela é caracterizada por afetar os indivíduos de forma que estes não sejam capazes de transportar o oxigênio para os tecidos apropriadamente porque as moléculas dentro dos glóbulos vermelhos que carregam o oxigênio - moléculas da proteína hemoglobina - são deficientes. As células vermelhas do sangue, ou simplesmente glóbulos vermelhos, que contém grandes proporções de tais moléculas defeituosas adquirem o formato de foice e enrijecem (glóbulos vermelhos normais têm o formato bicôncavo e são mais flexíveis) e, como resultado de seu endurecimento e forma irregular, os glóbulos vermelhos falciformes acabam tornando-se incapazes de se mover facilmente através dos capilares. Estes, portanto, tendem a acumular-se nos vasos sanguíneos, reduzindo o fornecimento de sangue aos órgãos que servem, causando dores, desnutrição de tecidos e morte prematura.

### Texto B Um jeito diferente de ficar doente

Aposto que você já ouviu a frase: 'se não comer feijão vai ficar anêmico!' Mas você tem idéia do que é anemia?

É uma doença que causa fraqueza e falta de disposição!

Ela pode ser provocada por uma alimentação desequilibrada e, por isso, as mães insistem para os filhos não ficarem comendo só 'porcarias'!

Há, porém, vários tipos de anemia. Algumas são causadas por má alimentação. Outras, por perda excessiva de sangue. Umas podem ser tratadas e curadas. Outras, não.

A anemia falciforme não é fruto de má alimentação. Ela é herdada dos pais. Ou seja, é uma doença genética. Quem tem essa moléstia, sem cura e grave, sente fraqueza, cansaço e tem problemas de saúde.

Tudo porque, em seu sangue, há algo anormal.

*Mudança nada boa no sangue*

Como é o seu sangue, quando visto ao microscópio?

Você sabia que quando vemos o sangue ao microscópio podemos visualizar inúmeras e minúsculas estruturas avermelhadas. São células chamadas glóbulos vermelhos. Elas são as células sanguíneas mais numerosas: pode haver aproximadamente 5 milhões delas em uma única gota de sangue de um adulto! Por conta disso, esse líquido é vermelho...

Os glóbulos vermelhos transportam o oxigênio pelo corpo. Nos capilares, estreitos vasos sanguíneos, eles passam uns atrás dos outros, depressa. Isso possibilita que o oxigênio, trazido dos pulmões, chegue a outros locais do organismo.

Mas por que estamos falando dos glóbulos vermelhos?

Descubra ao comparar a foto abaixo, que mostra o sangue de uma pessoa com anemia falciforme e o sangue de alguém sadio.

Notou que, em vez de arredondados, os glóbulos vermelhos das pessoas com anemia falciforme são alongados, alguns parecidos com foices?

Daí vem o nome da doença: "falciforme" quer dizer "em forma de foice".

Mas não é só. Decorrente desse formato estranho dos glóbulos vermelhos, vários problemas de saúde podem surgir.

As pessoas com anemia falciforme sentem fraqueza e cansaço pois seu sangue possui menor capacidade para transportar o oxigênio. Além disso, como esses glóbulos vermelhos têm dificuldade para passar pelos capilares, o fluxo de sangue é prejudicado, o que pode causar problemas nos rins, dores nas juntas e afetar órgãos do trato digestivo, pulmão e cérebro...

Mas, assim como os cientistas, que sempre procuram saber mais, nós agora podemos perguntar: por que as pessoas com anemia falciforme têm glóbulos vermelhos assim, tão diferentes?

Anexo 2: Gabarito de correção do pré teste de conhecimento feito através de um teste do tipo ‘preencha as lacunas’.

Escala de avaliação					
	4	3	2	1	0
Parte do texto com lacunas					
1. O sangue possui _____.	Cita corretamente alguma estrutura a mais além de glóbulos vermelhos e glóbulos brancos	Cita somente glóbulos vermelhos e brancos (pode citar anticorpos, células)	Cita somente glóbulos vermelhos (hemácias/hemoglobinas) / Pode citar também genericamente células, nutrientes...	Cita genericamente glóbulos, Substâncias e/ou Oxigênio e/ou Células	Não responde / Cita uma parte do texto ou algo sem sentido aqui
2. Os _____ estruturas responsáveis pela cor do nosso sangue,	Cita somente glóbulos vermelhos/hemácia	Cita hemoglobina	Cita glóbulos vermelhos e também algo que não procede	Cita algo que é do sangue, mas não procede: glóbulos branco, plaqueta / Cita genericamente glóbulos.	Não responde / Cita uma parte do texto ou algo sem sentido aqui
3. têm a função de _____.	Transportar o oxigênio pelo corpo / ajudar na respiração / mandar oxigênio	Cita o transporte de oxigênio e nutrientes	Cita exclusivamente o transporte de nutrientes, nutrição, alimentar (os órgãos)	Cita função de transporte do próprio sangue, circulação / Cita defender o organismo	Não responde / Cita uma parte do texto ou algo sem sentido aqui / Cita-repete dar a cor
4. Quando um indivíduo é afetado por uma grave doença chamada _____	Cita corretamente anemia falciforme	Cita somente anemia / Cita anemia mas erradamente o termo ‘falciforme’ / Cita somente falciforme	Cita alguma doença relacionada ao sangue	Cita ocorrência relacionada ao sangue, como Hemorragia por exemplo	Não responde / Cita uma parte do texto ou algo sem sentido aqui / Cita alguma doença não relacionada ao sangue
5. estas estruturas responsáveis pela cor do nosso sangue são _____.	Cita que possuem um formato de foice, que é diferente do normal	Cita que possuem um formato diferente do normal, mas não especifica que é formato de foice	Cita anormais, alteradas, deficientes, afetadas	Cita destruídas, eliminadas, mais fracas, não executam a função	Não responde, cita algo sem sentido, repete parte do texto, cita mortas
6. Em última análise esta é uma doença de origem _____.	Cita genética / que é herdada dos pais	Cita familiar, de nascença (não sabemos se quer dizer genética ou outra coisa)	Cita algo a ver com nutrição	Cita algo do sangue, sistema circulatório	Não responde, Cita uma parte do texto ou algo sem sentido
7. Nas pessoas afetadas por esta doença o transporte de _____ é deficiente	Cita transporte de oxigênio (seria ‘causa última’)	Cita glóbulos vermelhos (seria ‘causa intermediária’)	Cita nutrientes (alimento)	Cita genericamente algo do sangue (glóbulos, células, plaquetas)	Não responde, Cita uma parte do texto ou algo sem sentido
8. e podem ocorrer sérios problemas de saúde, tais como _____.	Cita pelo menos dois sintomas: redução de fluxo sanguíneo, dores, desnutrição de tecidos, morte	Cita somente um sintoma (sem ser fraqueza, cansaço, morte)	Cita fraqueza, cansaço, morte, dores	Cita algo a ver com sangue que não é pertinente	Não responde, Cita uma parte do texto ou algo sem sentido

Investigações em Ensino de Ciências - V15(3), pp. 553-573, 2010  
**Anexo 3A: Gabarito de correção das questões do teste de conhecimento com exemplos.**

Pergunta	Escala de avaliação				0
	4	3	2	1	
. O que leva uma pessoa a ter anemia?	Cita tanto problemas genéticos e/ou nutricionais e/ou de oxigenação do sangue e/ou nos glóbulos vermelhos (pode até citar algo mais presente no texto). <i>Má alimentação, ou no caso da falciforme a genética</i>	Cita somente problemas genéticos ou problemas nos glóbulos vermelhos <i>A anemia é uma doença genética, a sua causa é a formação de glóbulos vermelhos defeituosos</i>	Cita somente problemas nutricionais <i>Falta de nutrientes no organismo</i>	Cita algo a ver com o sangue/sintoma da doença	Não sabe/Não responde/outra assunto
Exemplos				<i>Problema no sangue</i>	<i>A falta de átomos</i>
. Você sabe o que quer dizer anemia alérgica? Favor explicar.	Cita que é uma doença que afeta células vermelhas do sangue (ou o transporte de oxigênio) e que suas origens são genéticas. Pode ou não citar sintomas	Responde somente que ou é doença que afeta células vermelhas do sangue; ou que é doença genética -mas neste último caso não relaciona diretamente ao sangue, ou que se relaciona a falta de oxigênio no sangue... Pode ou não citar sintomas	Cita que é uma anemia causada por problemas nutricionais	Cita algo genérico: a ver com o sangue (deficiência neste) / algo a ver com anemia ou doença/sintoma doença	Não sabe/Não responde/outra assunto
Exemplos	<i>É um tipo de anemia de origem genética onde os glóbulos vermelhos danificados ficam em forma de foice</i>	<i>Doença transmitida geneticamente, sem cura e grave; Anemia falciforme é quando os glóbulos vermelhos são deformados e ficam na forma de uma 'foice'.</i>	<i>Anemia de cálcio; Falta de nutrientes e sais minerais</i>	<i>É uma doença que se dá no sangue, os glóbulos sanguíneos enfraquecem prejudicando assim o corpo; É um tipo de anemia mais forte, causa fraqueza e outros sintomas</i>	<i>Pois é uma 'falca' forma</i>
. Na sua opinião Anemia relaciona-se com que? Pode escolher quantas alternativas quiser. )Sangue ( )Respiração )Doença genética ( )Nutrição )Intestinos ( )Outro Explique.	Relaciona a pelo menos três opções aceitáveis (sangue, doença genética, nutrição). Ou pelo menos com Nutrição e Doença genética	Relaciona com pelo menos sangue e doença genética	Relaciona (ou deixa claro na explicação) somente com algo a ver com nutrição	Relaciona somente com algo a ver com o sangue	Não sabe/ relaciona com todos

Investigações em Ensino de Ciências – V15(3), pp. 553-573, 2010  
**Anexo 3B: Gabarito de correção das questões do teste de aplicação com exemplos.**

Escala de avaliação					
Pergunta	4	3	2	1	0
<p>Após ter lido o texto, um aluno falou: 'Se uma pessoa tem anemia falciforme basta ela começar a comer bastante alimentos ricos em ferro, que logo ficará boa'. Você concorda ou discorda desta frase. Justifique-se.</p> <p>Exemplos</p>	<p>Discorda e justifica deixando claro conhecimento biológico: que doença não tem causas alimentares. Que tem causas genéticas e/ou na modificação dos glóbulos vermelhos</p> <p><i>Eu discordo, pois quando uma pessoa possui anemia falciforme (como é uma doença genética), não tem cura</i></p>	<p>Discordo, mas justificativa, apesar de correta, não deixa claro conhecimento biológico relacionado às origens da doença.</p> <p><i>Discordo pois não é só a alimentação o importante, pois tem algumas anemias que não tem cura</i></p>	<p>Justificativas indicam conhecimento biológico inadequado. -notadamente se indica problemas nutricionais como sendo causas da anemia falciforme</p> <p><i>Sim. Ferro ajuda a ficar forte; Não, precisa ter uma alimentação balanceada, não comer só ferro seriedade</i></p>	<p>Justificativas indicam de maneira genérica 'poder da autoridade' (de tratamento, de remédios, de médicos, de paciente envolvido no tratamento)</p> <p><i>Não ela deve se tratar de remédios e comer bem; Concordo, pois o aluno apareceu estar falando com seriedade</i></p>	<p>Não sabe/Não justifica/outra assunto</p> <p><i>Concordo</i></p> <p>Não sabe/Não justifica/outra assunto</p>
<p>João e Maria são considerados pessoas normais e muito saudáveis. Um filho deles recém-nascido, porém, começou a apresentar dificuldades respiratórias, febre alta e manchas pelo corpo. O médico da família indicou a João e Maria que o filho deles, possivelmente, estivesse com uma doença chamada anemia falciforme. Considerando o que você leu no texto acima, responda:</p> <p>-Você concorda ou discorda do diagnóstico preliminar do médico? Por que?</p> <p>Exemplos</p>	<p>Indica de maneira pertinente conhecimento(s) biológico associado à doença</p> <p>-cita tanto questionário de sintomas quanto de origem genética</p> <p>-cita claramente questão de origem genética</p> <p>-cita claramente questão de sintomas</p>	<p>Cita conhecimento biológico associado a doença, mas de forma genérica</p> <p>-cita 'pelos sintomas', mas não explica sintomas,</p> <p>-ou não deixa claro que é genético</p>	<p>Explica não demonstrando adequado domínio de conhecimento biológico relacionado a essa doença; ou usa conhecimento biológico incorreto - inclui casos de citar problemas de má alimentação; -ou incoerente com fato de concordar/discordar</p>	<p>Justificativas indicam de maneira genérica 'poder da autoridade' (que médico deve saber o que está fazendo, que exame revela)</p>	<p>Não sabe/Não justifica/outra assunto</p>
<p>-O que você faria para confirmar se o diagnóstico do médico está certo ou errado? Justifique.</p> <p>Exemplos</p>	<p>Discordo, pois é uma doença genética, e essas dores não está ligada a anemia, porque ela apresenta problemas nos rins e não respiratório.</p> <p>Fornecer alternativa válida e explica: ou fazer exame de sangue, onde observará como são os glóbulos vermelhos; ou 'analisar' parentes, ver se parentes próximos tiveram a doença, que é transmitida geneticamente</p> <p><i>Uma análise do sangue para ver o formato dos glóbulos; Deve-se analisar a árvore genealógica de ambas as famílias para testar a hereditariedade da anemia e ver a probabilidade de ser essa doença</i></p>	<p>Concordo, pois esses são os sintomas da doença.; Discordo, pois estes não são os sintomas da doença.; Talvez, porque não se sabe se algum membro da família já tinha a doença</p> <p>Fornecer alguma alternativa válida (como fazer exame de sangue, considerar genética dos pais), mas não explicita conhecimento sobre o assunto na justificativa; ou justificativa não é totalmente aceitável</p> <p><i>Exame de sangue; Faria testes também nos pais e analisaria melhor a anemia acusada no filho</i></p>	<p>Concordo por que a doença falciforme provoca esses sintomas devido à má alimentação; Concordo. Porque ele não deve ter alimentado direito neste curto tempo, ou a mãe durante a gestação não comeu ferro</p> <p>Indica predomínio de conhecimento biológico não adequado.</p> <p>-Casos que relaciona a doença à nutrição</p>	<p>Sim, porque ele é médico; Sim, o médico é ele</p>	<p>Concordo; Mais ou menos, isso pode ser</p>
<p>-O que você faria para confirmar se o diagnóstico do médico está certo ou errado? Justifique.</p> <p>Exemplos</p>	<p>Fornecer alternativa válida e explica: ou fazer exame de sangue, onde observará como são os glóbulos vermelhos; ou 'analisar' parentes, ver se parentes próximos tiveram a doença, que é transmitida geneticamente</p> <p><i>Uma análise do sangue para ver o formato dos glóbulos; Deve-se analisar a árvore genealógica de ambas as famílias para testar a hereditariedade da anemia e ver a probabilidade de ser essa doença</i></p>	<p>Concordo por que a doença falciforme provoca esses sintomas devido à má alimentação; Concordo. Porque ele não deve ter alimentado direito neste curto tempo, ou a mãe durante a gestação não comeu ferro</p> <p>Indica predomínio de conhecimento biológico não adequado.</p> <p>-Casos que relaciona a doença à nutrição</p>	<p>Fornecer alternativa genérica sem dar maiores explicações, não demonstrando conhecimento biológico associado ao assunto</p> <p>Alternativas como (fazer exames, procurar especialista) indicariam 'poder da autoridade'</p> <p>-Não fornece alternativa (válida)</p>	<p>Sim, porque ele é médico; Sim, o médico é ele</p>	<p>Concordo; Mais ou menos, isso pode ser</p>
<p>Exemplos</p>	<p><i>Uma análise do sangue para ver o formato dos glóbulos; Deve-se analisar a árvore genealógica de ambas as famílias para testar a hereditariedade da anemia e ver a probabilidade de ser essa doença</i></p>	<p><i>Exame de sangue; Faria testes também nos pais e analisaria melhor a anemia acusada no filho</i></p>	<p><i>Analisando a alimentação da criança; Daria bastante alimentos nutritivos e veria o resultado</i></p>	<p><i>Um exame; Eu olhava um livro pois não confio no médico; Ia em outro médico para ver se estava certo</i></p>	<p><i>Exercícios e medir a pressão do sangue</i></p>