

# OS CONHECIMENTOS QUE OS ALUNOS UTILIZAM PARA LER AS IMAGENS DE MITOSE E DE MEIOSE E AS DIFICULDADES APRESENTADAS

## THE KNOWLEDGE USED BY PUPILS FOR READING MITOSIS AND MEIOSIS IMAGES AND THE PRESENTED DIFFICULTIES

Mara Matilde Vieira de Barros<sup>1</sup>  
Maria Helena da Silva Carneiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UnB/FE – CMB – mara.mbarros@gmail.com

<sup>2</sup>UnB/FE – mhsilcar@unb.br

### RESUMO

Os alunos demonstram dificuldades na leitura dos esquemas que representam a divisão celular. Os esquemas apresentam um alto grau de complexidade, pois a sua interpretação depende de dois fatores: do conhecimento anterior que o aluno tem disponível na sua estrutura cognitiva; do professor, que deve dirigir a atenção dos alunos para a leitura das imagens. Baseando-nos em mapas conceituais construídos a partir dos conhecimentos apresentados pelos alunos, procuramos identificar como estão organizados os conceitos necessários para interpretar as imagens de divisão celular. Analisamos como os alunos lêem essas imagens e que conhecimentos eles utilizam para interpretá-las, procurando identificar as dificuldades apresentadas durante a interpretação. Os resultados obtidos levaram-nos a concluir que a forma como os alunos compreendem e aplicam os conceitos dos termos *cromátide*, *cromossomos homólogos*, *célula haplóide* e *célula diplóide*, e a própria imagem, podem ser consideradas causas da dificuldade na leitura das imagens e aprendizagem desse tema.

Palavras chaves: imagem, divisão celular, ensino e aprendizagem.

### ABSTRACT

The students show difficulties on reading schemas, which present the cell division. The schemas have a high level of complexation because their interpretation depends on two factors: the previous acknowledgement gotten by the students in their cognitive structure; the teacher who has to drive the students' attention to the image reading. Based on conceptual maps built up on students' shown knowledge we try to identify how these primary concepts are organized in order to understand the cell division images. We analyse how the students understand these images and what kind of tools they use in order to understand them, trying to identify the difficulties they show during their understanding. The results we took led us to conclude that the form as the students understand and apply the concepts of the terms *cromatide*, *homologue cromossoms*, *haploid cell* and *diploid cell*, and the self-image, can be considered the causes of the difficulty in image reading and this theme learning.

Keywords: images, education and learning, cellular division.

## INTRODUÇÃO

O ensino de ciências tem requerido da parte dos professores e dos alunos uma habilidade que é intrínseca a essa área do conhecimento, quanto à interpretação e compreensão da mensagem contida nas imagens que representam um conhecimento.

Tanto as imagens como as informações que elas trazem sobre um conhecimento científico são geradas nas academias. Não demora muito e essas imagens são logo introduzidas com algumas adaptações nos livros didáticos de ciências, tendo em vista que a divulgação do conhecimento nesses livros tem um caráter didático.

Entre os pesquisadores que têm como objeto de estudo a relação entre a imagem e o processo de ensino e aprendizagem, encontramos referência à imagem como sendo um instrumento pedagógico que o professor usa para prender a atenção do aluno, facilitar a compreensão do texto e despertar o interesse para a aprendizagem (PERALES; JIMÉNEZ, 2002), mas encontramos também que o processo de leitura e interpretação das imagens é influenciado por variáveis encontradas dentro da própria imagem e variáveis de percepção que o leitor tem da imagem (REID, 1990a, 1990b).

Os livros didáticos de biologia disponíveis no mercado são, entre outras, fontes de imagens que os professores usam como instrumento pedagógico para ensinar os fenômenos biológicos. Nesses livros, as imagens que representam as células em seus aspectos morfológicos e estruturais, ou que representam os processos de divisão celular são, em sua maioria, imagens do tipo esquemas.

De acordo com Vezin e Vezin (1988), os esquemas são figurações que destacam os principais aspectos de um conhecimento para os quais se quer chamar a atenção durante o processo de ensino e aprendizagem e colocam em evidência uma seleção de informações que o autor da imagem quer destacar, por serem o aspecto mais importante do conhecimento que se quer transmitir.

O esquema, ao favorecer a síntese das informações e permitir que se estabeleçam relações entre as mais importantes para o estudo de um determinado tema, “facilita a memorização porque facilita a organização dos dados, e também facilita a lembrança dos dados memorizados.” (VEZIN; VEZIN, 1988, p. 658).

No entanto, mesmo empregando imagens que representam o processo de divisão celular para ensinarmos os dois tipos de divisões celulares que ocorrem nos seres vivos – mitose e meiose -, a nossa vivência como professora de biologia permitiu-nos observar serem muito comuns entre os alunos do Ensino Médio, alguns problemas de aprendizagem quanto ao tema divisão celular.

A partir dessa nossa observação, perguntamos-nos onde estaria(m) a(s) dificuldade(s) de aprendizagem dos alunos sobre a divisão celular? Na própria complexidade do tema? Nas diferentes formas de linguagens – verbal e icônica – que são utilizadas pelo livro didático e pelos professores para apresentar os conhecimentos científicos? Na abordagem metodológica do professor?

Entre os vários aspectos que poderiam nos servir de linha de pesquisa para esclarecermos os motivos das dificuldades dos alunos quanto a esse tema, e considerando a amplitude e a dimensão das questões propostas, na nossa dissertação de mestrado nos limitamos à análise do papel pedagógico das imagens na aprendizagem dos conceitos que envolvem a compreensão do processo de divisão celular.

Para tanto, o nosso procedimento metodológico foi elaborado com o objetivo de identificar, em um primeiro momento, os conhecimentos que os alunos possuíam a respeito dos conceitos necessários para interpretar as imagens que representam esse fenômeno biológico e verificar se usavam esses conhecimentos e como usavam.

Acreditávamos que a própria imagem e a falta de domínio dos conceitos necessários para interpretá-las poderiam estar na base das dificuldades de aprendizagem dos alunos.

Neste artigo apresentamos um dos aspectos analisados na nossa dissertação, quanto aos conhecimentos que os alunos, participantes da pesquisa, utilizaram para a ler as imagens de mitose e de meiose e as dificuldades apresentadas.

## 1 CONCEITO DE IMAGEM

A palavra imagem pode ser interpretada de diversos modos, dependendo da área do conhecimento na qual é analisada. Sendo um termo polissêmico e, por isso mesmo, permitindo-se várias interpretações, convém que antes analisemos o termo.

Entre os filósofos modernos estudiosos dos signos e, portanto, da Semiótica, destaca-se C. S. Pierce, que vem definir signo como sendo algo que está de um lado, em relação com seu objeto, e de outro, em relação com alguém que o interpreta, de maneira tal que leva quem interpreta a uma relação com o objeto correspondente (ABBAGNANO, 2000).

O objeto seria, na Semiótica, o determinante do signo. Esse signo vai afetar a mente de alguém – intérprete – no sentido de trazer à lembrança um outro signo, que traduzirá o primeiro. Esse signo criado na mente para traduzir a representação seria o interpretante.

O significado de um signo é outro signo (imagem mental, lembrança, sentimento etc.). Desse modo, para exemplificar, podemos dizer que um desenho ou uma foto tem uma aparência que é o objeto imediato, ou seja, é um signo, e diz respeito ao modo como o objeto dinâmico, que é o objeto real ou determinante, está representado. Esse signo que representa o objeto dinâmico provoca na mente do intérprete a produção de um outro signo, que é o interpretante. Na biologia, por exemplo, o esquema, foto ou desenho de uma célula (o objeto imediato) diz respeito ao modo como a célula real (o objeto dinâmico) está representada. Esse desenho, foto ou esquema (objeto imediato) tem um efeito na mente de um aluno no sentido de produzir um signo interpretante, que é uma imagem mental e que traduz o significado do primeiro signo (objeto imediato).

Segundo Pierce (*apud* SANTAELLA, 2002), o objeto é representado por signos, e esses são classificados em divisões triádicas. De todas as dez divisões que Pierce criou, há três mais gerais. Na primeira, os signos relacionam-se com eles mesmos (*quali-signos, sin-signos, legi-signos*); na segunda, relacionam-se com o seu objeto dinâmico (*ícones, índices, símbolo*); e na terceira, relacionam-se com o seu interpretante (*um termo ou rema, uma proposição ou dicente, um raciocínio ou argumento*).

Segundo Santaella (2002), dentro da condição de *quali-signo*, os ícones, por poderem ser interpretados aleatoriamente por quem os vêem, não são imagens, pois não guardam semelhança com o seu objeto, porque, sendo apenas uma mera qualidade, esta depende de quem a vê e interpreta. É nesse sentido que um signo comum a todos é interpretado de diversos modos, cada intérprete tendo o seu ponto de vista. As imagens seriam então para ela hipoícones, porque guardam entre si relações de qualidades e de semelhanças, estando nessa categoria os desenhos e figuras.

Santaella (2002, p. 69) considera ainda que “todas as linguagens da imagem, produzidas através de máquinas (fotografia, cinema, televisão...) são signos híbridos: trata-se de hipoícones (imagens) e de índices”. Para ela, o índice é um signo porque “indica uma outra coisa com a qual ele está factualmente ligado” (SANTAELLA, 2002, p. 66).

Para Joly (2003, p.39), a imagem “parece, porque ela não é a própria coisa: sua função é, portanto, evocar, querer dizer outra coisa que não ela própria, utilizando o processo da semelhança”. Se a imagem gera um interpretante, podemos então dizer que ela representa um objeto dinâmico (que se dá a conhecer), mesmo na ausência do objeto. Ainda de acordo com Joly (2003) as fotografias são imagens registradas e, por serem traços, são índices.

As imagens que representam o conhecimento científico (fotografias) são índices que se assemelham de modo perfeito aos objetos que representam e, por provocarem na mente de quem as interpreta uma relação com os seus objetos, permitem que se estabeleçam relações entre elas e os seus objetos.

As fotografias produzidas a partir de imagens microscópicas transmitem um conhecimento sobre a estrutura ou ultra-estrutura do ser vivo, a partir do qual ela foi registrada. Para um leigo, esses tipos de fotografias são imagens difíceis de serem entendidas, porque foram produzidas a partir de uma pesquisa acadêmica em que foram geradas várias imagens, entre as quais algumas foram selecionadas para divulgação científica. Quando essas imagens selecionadas são divulgadas e são disponibilizadas nos livros didáticos, para que tenham um efeito didático, são transcritas na forma de esquemas que são usadas pelos professores como instrumentos pedagógicos.

Em face do que foi exposto, consideramos imagens como hipoícones visuais, fixos, na forma de fotografias, esquemas, gráficos e todo o tipo de representação de um objeto de estudo, real ou analógico, capazes de transmitir uma informação, um conhecimento, de modo a complementar um texto escrito ou substituí-lo.

## 2 ASPECTOS TEÓRICOS

A utilização das imagens no processo de comunicação não é um fato novo, pois entre as civilizações antigas esse recurso já era utilizado na forma de mapas, cartas marítimas e de astronomia (GIORDAN, 1988) e começou a ser incorporado à literatura escolar a partir do séc. XVII (AMADOR; CARNEIRO, 1999), tornando-se marcante a partir do século XIX com o avanço da imprensa no mundo ocidental.

Embora a presença de imagens na comunicação tivesse sido, nos primórdios da civilização humana, um importante instrumento para transmitir uma mensagem, com a invenção da imprensa surgiu, conseqüentemente, a facilidade de acesso à informação escrita e as imagens foram sendo deixadas de lado.

*Na chamada sociedade moderna, a ênfase dada à educação pelo texto escrito foi muito maior do que a ênfase dada à educação pela imagem, porque esta última permanece como atividade marginal, associada à ornamentação, ao lúdico, ao dispensável, secundário, ilustrativo. Conseqüentemente, houve uma perda gradual da educação pela imagem. Hoje ninguém aprende a lê-la... (BARBOSA, 1995, apud GOUVEA; MARTINS, 2001, p. 42).*

De acordo com Calado (1994, p. 18), a *educação para os media* foi um conceito proposto pela UNESCO em 1979 e passou a ser uma necessidade cada vez mais essencial para a socialização e compreensão do mundo. Dentro desta proposta da UNESCO, o estudo da imagem, tanto em termos semióticos como psicológicos ou sociológicos, é um dos temas mais importantes e “abordá-la é ir ao encontro de uma necessidade que cada vez mais se configura como essencial: a da alfabetização visual dos cidadãos” (CALADO, 1994, p. 19).

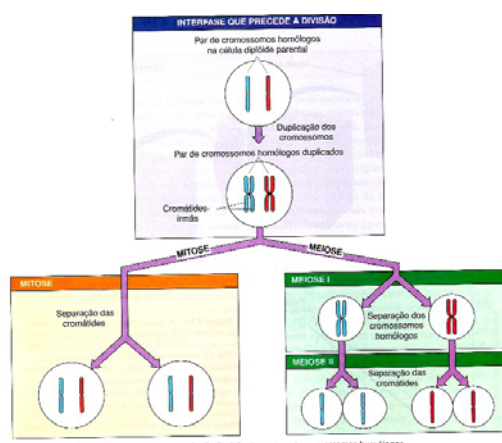
Para Dondis (2003, p. 3), “alfabetismo<sup>1</sup> significa que um grupo compartilha o significado atribuído a um corpo comum de informações”. Se esse compartilhamento é aplicado ao alfabetismo verbal, que consiste em aprender e aplicar os componentes básicos da linguagem escrita, também o é ao alfabetismo visual, cujo objetivo é

<sup>1</sup> Embora o termo “alfabetismo” não seja adequado para se referir ao processo de aprendizagem da leitura das imagens, mantivemos esse termo como foi traduzido.

*construir um sistema básico para a aprendizagem, a identificação, a criação e a compreensão de mensagens visuais que sejam acessíveis a todas as pessoas, e não apenas àquelas que foram especialmente treinadas, como o projetista, o artista, o artesão e o esteta” (DONDIS, 2003, p. 3).*

No processo de alfabetização<sup>2</sup> visual, o cidadão precisa aprender a ler a imagem e não apenas vê-la, porque “a imagem material, sendo um sistema de representação, é lida segundo regras que lhe são próprias e obedece a convenções gráficas”. (CALADO, 1994, p. 35). Sendo assim, a leitura da imagem implica que os membros de um mesmo grupo atribuam os mesmos significados aos mesmos signos. É esta partilha de significados que tem que ser aprendida, pois, para Calado (1994, p. 49), “ler é diferente de ver”.

A imagem contém uma informação específica, mas não é neutra, porque na sua construção ela traz uma intenção do autor, traduz um leque de informações que ele visualiza, mas a sua leitura depende da representação que o leitor tem do assunto (VEZIN; VEZIN, 1988), além de sofrer influência dos princípios de uma cultura que organizam as possíveis significações de uma imagem (GOUVEA; MARTINS, 2001). Tomemos como exemplo a imagem da figura 01 abaixo:



**Fig. 01** - Distribuição de um par de cromossomos homólogos para as células filhas na mitose e na meiose. (AMABIS, J. M.; MARTHO, G.R. **Biologia das células**. São Paulo: Moderna. 2004, p.188).

Observe que essa imagem é um esquema que resume as características da mitose e da meiose, destacando a distribuição dos cromossomos e cromátides entre as células filhas e o número de divisões em cada processo. A intenção do autor da imagem foi, provavelmente, de comparar os dois processos celulares, enfatizando a diferença que existe entre a mitose e a meiose quanto ao número e tipo de cromossomos presentes nas células resultantes de cada tipo de divisão. A forma de representar os cromossomos por um bastão é consensual entre os estudiosos do assunto. Há um significado para o fato de ora a imagem estar representando o cromossomo por dois bastões unidos, ora estar representando por um único bastão. Um leitor que não tem familiaridade com a imagem, porque não domina os significados da imagem, perde muita informação contida, por não entender a imagem.

“Quais são as dificuldades dos estudantes em ler as imagens?”. A pergunta feita por Pinto e Ametller (2002, p. 333) tem sido feita por muitos pesquisadores sobre o uso da imagem no processo de ensino e aprendizagem. As imagens têm uma linguagem que precisa ser lida para interpretação correta do conhecimento que elas representam. Estando substituindo ou

<sup>2</sup> Ou, segundo Calado, aprender a gramática da imagem (CALADO, 1994, p. 18).

completando um texto escrito, elas são interpretadas de modos diferentes por vários leitores, segundo o conhecimento anterior que cada um traz sobre o tema.

As imagens que representam um conhecimento científico geralmente são complexas para interpretação, pois muitas representam um conhecimento abstrato, complexo e de difícil descrição por meio de uma linguagem verbal (FOLEY, 1998). Se essas imagens são usadas em sala de aula com o objetivo de facilitar a compreensão e a retenção de um conceito, a pergunta de Pinto e Ametller é pertinente.

Para responder à pergunta, essas pesquisadoras trabalharam com duas hipóteses, a de que uma imagem que não é bem construída pode transmitir um conhecimento errado, e que a falta de um conhecimento da linguagem visual pode dificultar e até impedir a interpretação da imagem. Os resultados dessa pesquisa feita por Pinto e Ametler (2002) demonstraram como os estudantes lidam com as imagens e como lutam com imagens sem informações suficientes para que sejam compreendidas ou com informações muito difíceis para a interpretação. Além dessas dificuldades, quando os alunos olham a imagem, eles interpretam elementos simbólicos da imagem como se fossem reais e informações gerais como se fossem específicas da imagem. Esbarram também na possibilidade de encontrarem na mesma imagem símbolos iguais significando coisas diferentes.

Nessa mesma direção, Colin, Chauvet e Viennot (2002) consideram a imagem um veículo crítico de transmissão da informação e se preocupam com a possibilidade de a imagem poder falhar na função de transmitir uma mensagem ou de fazer surgir, nos alunos, dificuldades inesperadas.

Esses autores fizeram uma pesquisa em que procuraram verificar como os estudantes viam as imagens sobre óptica. Para a análise dos resultados, adotaram uma grade de análise de possíveis obstáculos na comunicação através de imagens, também adotada pelo grupo de pesquisa STTIS. Dessa grade optaram por quatro categorias de análise<sup>3</sup>.

Os resultados mostraram que realmente certas imagens causam confusão nos alunos e que em muitos casos os professores não se apercebem dessa confusão. Tanto Colin, Chauvet e Viennot (2002), como Pinto e Ametler (2002) consideraram, após os resultados das suas pesquisas, que os professores ou não percebem essas dificuldades, ou dão pouca atenção para as dificuldades dos alunos na leitura das imagens didáticas.

No que se refere às imagens que representam os processos de mitose e de meiose, objetos do nosso estudo, a compreensão dos fenômenos da divisão celular mitótica ou meiótica e a correta interpretação das imagens que representam estas divisões requerem do aluno que ele saiba conceitos básicos das estruturas nucleares de uma célula e a correta leitura dos símbolos imagéticos. Se o aluno não tem os conceitos e nem estabelece relação entre conceito e símbolo imagético, e os professores não percebem nos alunos essas dificuldades, a aprendizagem poderá não ser significativa.

### 3 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

Considerando que a imagem contém uma informação que pode ser interpretada de diversas maneiras dependendo da forma como o aluno a vê, que essa interpretação é influenciada pelo conhecimento que o aluno traz sobre o assunto e sendo as imagens que representam o processo de mitose e de meiose usadas nos livros didáticos de biologia, esquemas complexos que

---

<sup>3</sup> R/S – objeto real x símbolos (o aluno interpreta mal o que é real e o que é simbolizado); SEL – seleção e destaque (quando o autor da imagem considera impossível ou desnecessário representar certos aspectos na imagem ou quando destaca certos aspectos em detrimento a outros, pode gerar um desentendimento); SIM – similaridade (elementos simbólicos com vários significados) e CS – leitura da estrutura da imagem (dependendo do local onde a imagem está no design da página, o leitor poderá dar um valor desapropriado a certos elementos da imagem).

exigem um alto grau de abstração, o procedimento metodológico adotado se organizou em dois momentos.

Em primeiro lugar procuramos fazer um levantamento do conhecimento dos alunos sobre os conceitos necessários para interpretar as imagens. Escolhemos para fazer esse levantamento alunos da 3ª série do Ensino Médio de uma escola da rede oficial de ensino na cidade de Brasília–DF. Trabalhamos inicialmente com um grupo de 25 alunos do turno matutino e com idade variando entre 16 e 18 anos. O grupo foi composto por 10 meninos e 15 meninas. Esses alunos receberam uma sigla para identificá-los durante todo o processo da pesquisa, que foi assim composta: A.x. A letra “A” significa aluno e o x, uma variável de 1 a 25.

Para esses alunos, aplicamos um questionário composto por seis questões. Para analisarmos as respostas do questionário fizemos uma lista com os nomes dos alunos e as respostas de cada um para cada questão e item. A partir dessa lista, procuramos identificar quais conhecimentos os alunos usaram para dar as respostas. Esses conhecimentos, que serviram de base para as respostas, se constituíram em categorias que foram colocadas em forma de tabelas para uma melhor visualização do conjunto e análise.

Após a aplicação do questionário e análise das respostas selecionamos, entre os alunos respondentes, dez alunos que demonstraram ter um maior conhecimento dos conceitos para participarem das entrevistas.

Considerando o nosso pressuposto de que a interpretação adequada da imagem que representa a divisão celular é uma atividade que depende de conhecimentos anteriores e, nesse caso, do domínio do conhecimento sobre cromossomo, cromossomos homólogos, haploidia e diploidia, o critério da escolha dos dez alunos foi o dos que acertaram pelo menos 80% do questionário. Assim, em uma segunda etapa da pesquisa, a entrevista pretendia identificar se esses alunos usavam ou não esses conceitos para interpretar as imagens e, se usavam, como usavam.

Como material de apoio para a entrevista, usamos duas imagens retiradas de livro didático de biologia (figura 02 e figura 03 – anexo A)<sup>4</sup> que representam células em divisão.

Com os resultados obtidos a partir da análise das entrevistas e dos questionários nós construímos, para cada aluno, um mapa conceitual, com o objetivo identificar os conhecimentos dos alunos e verificar como eles relacionavam os diferentes conceitos envolvidos no processo de divisão celular e como os aplicavam na leitura das imagens.

## 4 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 QUANTO AOS CONCEITOS

No questionário procuramos perguntar sobre os termos e siglas que compõem o vocabulário que é normalmente utilizado para o ensino da divisão celular. O objetivo foi identificar qual o significado que os alunos atribuíam para cada um dos termos: *DNA*; *RNA*; *cromatina*; *cromonema*; *cromossomo*; *centrômero*; *cromátide*; *gene*; *homólogo*; *alelo*; *haplóide* e *diploide*.

Ao analisarmos as respostas, observamos que grande parte dos alunos associou cromatina à forma não condensada do cromossomo como, por exemplo, o aluno A2: “*cromossomos descondensados*”, enquanto outros o associaram diretamente à molécula de DNA como, por exemplo, o aluno A1: “*conjunto de moléculas de DNA*”. Embora os alunos não descrevessem completamente o conceito, eles indicaram nas respostas que conhecem pelo menos uma das características da cromatina.

<sup>4</sup> LOPES, Sônia G. B. C. **Bio vol. 1**: introdução à biologia e origem da vida, citologia, reprodução humana e embriologia, histologia. 4ª ed. São Paulo: Saraiva, 1998, p. 227, 246.

Quanto ao termo *cromonema*, o resultado mostrou que a grande maioria dos alunos não respondeu a esta questão. Apenas quatro estudantes relacionaram o termo à cromatina. Esses primeiros resultados já nos deram indícios de que os conceitos de cromatina e cromonema, para a maioria dos alunos não estão relacionados, constituindo peças isoladas do conhecimento.

Ao conceituarem o termo cromossomo, os alunos centralizaram suas respostas em apenas uma das suas características: ou na constituição química (DNA), ou na função (informação genética e genes que determinam as características) como, por exemplo:

- A11 – É uma organela formada por DNA.*  
*A15 – É a parte do gene que contém informações.*  
*A22 – Um conjunto de DNA.*  
*A17 – É uma cadeia de DNA na forma de X.*

Diante dessas respostas podemos inferir que, embora façam uma relação válida entre cromossomo e DNA, ou entre cromossomo e gene, essas relações apresentam incorreções que podem interferir na aprendizagem significativa desses conceitos e de outros relacionados a eles.

Alguns alunos, para explicarem o termo *centrômero*, não conseguindo fazê-lo com palavras, fizeram um desenho que lembra a letra “X” para representar o cromossomo e indicaram com uma seta o ponto de cruzamento do X dizendo: - “[centrômero] é a ligação de dois cromossomos”.

O aluno A2, por exemplo, ao dar o significado de cromátide, respondeu no questionário: - “é a metade de um cromossomo”, o que não está totalmente errado. Esse mesmo aluno, durante a entrevista, fez o desenho de uma célula e representou o cromossomo com um desenho que lembra a letra X. Ao perguntarmos sobre o que significava o seu desenho, confirmou o que havíamos evidenciado no questionário, isto é, a imagem que o aluno guarda de cromossomo é uma imagem relacionada com a forma de um X. Levantamos como possível hipótese desse equívoco, as silhuetas das imagens dos cromossomos encontradas nos livros de biologia. A imagem fotográfica de microscopia eletrônica do cromossomo metafásico e a imagem esquemática para representar o cromossomo metafásico lembram a letra X.

Alguns alunos interpretam a imagem de um cromossomo metafásico como sendo a imagem de dois cromossomos ligados entre si pelo centrômero, quando na verdade são as cromátides de um mesmo cromossomo que estão ligadas entre si. Além desse modo de interpretação, também encontramos alunos que consideram as duas cromátides irmãs de um mesmo cromossomo, ligadas entre si, como se fossem os cromossomos homólogos. Essa leitura equivocada de dizer que as cromátides irmãs são cromossomos homólogos, ficou evidente quando, no questionário, responderam o que significa o centrômero. Para o aluno A15 o centrômero é: - “centro de cromossomos homólogos”, o que é um engano.

Na resposta desse aluno percebemos duas incorreções: primeira, o centrômero não une dois cromossomos homólogos, mas sim duas cromátides irmãs e, segunda, o centrômero não necessariamente ocupa a posição central no cromossomo. Esses dados nos levaram a perguntar se os equívocos dos alunos não estão na analogia que eles fazem dos cromossomos homólogos com a letra “X”. Essa pergunta é procedente porque, ao serem entrevistados, essa forma de representação gráfica do cromossomo (feita pelos alunos) é recorrente, o que nos leva a inferir que esta interpretação pode estar relacionada ao fato de não terem ainda bem claro o significado de cromossomos homólogos, como ficou evidenciado na entrevista do aluno A1:

- Prof. – Você se lembra o que são cromossomos homólogos?*  
*A1 – São parecidos....eles emparelham.*  
*Prof. – De onde eles surgiram?*  
*A1 – Da duplicação [do DNA].*



Como podemos observar, esse trecho da entrevista do aluno A1 mostrou dois aspectos do conhecimento desse aluno sobre os cromossomos homólogos, que reforçam a nossa inferência: ele atribui a origem dos cromossomos homólogos ao processo de replicação da molécula de DNA e a representação que ele tem de cromossomos homólogos, como sendo aqueles que estão emparelhados.

Quanto a esse segundo aspecto, relacionamos a origem dessa imagem mental de cromossomos homólogos emparelhados, às imagens gráficas encontradas nos livros didáticos que representam a movimentação desses cromossomos durante a primeira divisão da meiose, e também à ênfase que nós professores damos ao emparelhamento de homólogos durante a meiose, como uma característica exclusiva da meiose.

O resultado encontrado no questionário para o conceito de *gene* mostrou que aproximadamente a metade dos alunos centralizou a resposta nas funções dos genes, sendo que a função mais citada foi a de informação genética.

Em relação ao termo *alelo*, embora demonstrassem conhecer que há entre esses genes uma relação de correspondência, quando tentaram explicar qual é essa correspondência, eles se confundiram. Explicaram que os genes são alelos porque têm a mesma posição em cromátides diferentes, ou a mesma posição em cromossomos diferentes ou a mesma posição em um mesmo cromossomo.

Os conceitos de *célula haplóide* e *célula diplóide* foram os que mais nos chamaram a atenção. Ao tentarem conceituar célula haplóide e célula diplóide, os alunos foram parcimoniosos nas respostas, pois uma grande parte entre os que responderam essas perguntas, limitou-se a usar apenas o símbolo “n” para se referir à célula haplóide, ou “2n” para se referir à célula diplóide.

Pelas respostas, os alunos demonstraram claramente que focam, para darem os conceitos de célula haplóide e de célula diplóide: a) nos símbolos “n” e “2n”; b) na quantidade de cromossomos – metade e dobro, e c) no número de cromossomos – par e ímpar. Eles não se basearam na presença ou não de pares de cromossomos homólogos. Ao usar os símbolos, o aluno não está demonstrando desconhecimento, porém destacamos que, se o aluno não souber associar o símbolo “2n” à presença de um conjunto cromossômico formado por pares de cromossomos homólogos na célula e o símbolo “n” à presença de um conjunto cromossômico formado por um cromossomo de cada par de homólogos na célula, ele terá dificuldades na leitura das imagens da divisão celular.

Percebemos nessas repostas que há, na estrutura cognitiva dos alunos, uma dissociação entre o conceito de cromossomos homólogos e os conceitos de haploidia e diploidia. Entre todos os respondentes do questionário, apenas um aluno definiu célula diplóide como: - “*aquela que tem os cromossomos homólogos*” (A24).

Os resultados obtidos na análise desse primeiro bloco de perguntas dão indícios de que os alunos devem ter memorizado os conceitos, principalmente os mais frequentemente requeridos deles nos testes escolares que são: *cromossomo*, *cromátide* e *gene*, mas não conseguem relacioná-los a conceitos similares, porém distintos, como os conceitos de *cromossomos homólogos* e *genes alelos*, ou os de *célula haplóide* e *célula diplóide*.

#### 4.2 QUANTO À FORMA COMO LÊEM AS IMAGENS DE MITOSE E MEIOSE

Quando mostramos as imagens, todos os alunos identificaram como sendo imagens de um processo de divisão celular. Ao pedirmos que identificassem o tipo de divisão celular representado, a maioria relacionou a figura 02 à mitose e a figura 03 à meiose, mas ao justificarem a afirmação, alguns demonstraram dúvida. Alguns alunos justificaram que a figura 02 era mitose usando o argumento de que o número de cromossomos no final do processo era igual ao número do começo, demonstrando conhecer que nesse processo ocorre a conservação do

número de cromossomos. Outros justificaram simplesmente dizendo que é mitose porque a imagem só mostra uma divisão e que se fosse meiose teria que ter duas divisões representadas na imagem.

As respostas dos alunos nos permitem inferir que para eles, a mitose é sempre representada com uma divisão só e que a principal característica da meiose é a divisão sucessiva, o que é normalmente evidenciado nas representações gráficas do processo. As razões dessa dupla divisão e o seu papel na redução do número de cromossomos parecem ser uma das dificuldades dos alunos.

A leitura da imagem da figura 02 gerou certa dúvida em alguns alunos por dois motivos: na imagem falta uma legenda dando informação sobre o número diplóide ou haplóide de cromossomos da célula que está representada e a forma como os cromossomos estão representados, isto é, estão todos do mesmo tamanho, com a mesma morfologia e a mesma cor, não permitindo que sejam identificados corretamente se são homólogos ou não.

As justificativas dos alunos para identificarem a figura 03 como meiose se centralizaram isoladamente em uma das três características relacionadas e, muito raramente, em duas delas: a) emparelhamento dos homólogos e crossing-over; b) separação dos cromossomos homólogos; c) formação final de quatro células. A interpretação dos eventos da meiose com base na imagem mostrou que os alunos, exceto um, não estabelecem ligação entre os conceitos de cromossomos homólogos e de célula diplóide.

Nas respostas dadas pelos alunos entrevistados observamos que eles sabiam que os cromossomos homólogos se separam na primeira divisão da meiose e mesmo assim diziam que a célula resultante da primeira divisão era diplóide.

Para esclarecermos melhor por que interpretavam a imagem da meiose dessa forma, pedimos para que eles analisassem, especificamente, a imagem que representava a célula em telófase da primeira divisão da meiose e nos dissessem o que estavam vendo. Todos identificaram que houve a separação dos cromossomos homólogos e disseram que as células resultantes dessa primeira divisão da meiose eram células diplóides.

Para explicarmos essa incoerência, temos duas alternativas: ou memorizaram a relação entre primeira divisão da meiose e a separação dos cromossomos homólogos e disseram isso porque viram cromossomos se separando nas imagens, ou não sabem o conceito de célula haplóide ou diplóide. Se houve separação dos cromossomos homólogos, as células resultantes, é claro, são células haplóides!

Então resolvemos pedir para identificarem entre os cromossomos representados na imagem, quais eram os cromossomos homólogos. A maioria identificou como sendo os que “estão emparelhados” ou “estão aos pares”, o que nos indica as dificuldades dos alunos na identificação de cada um dos elementos. Percebemos então, que as dificuldades dos alunos sobre a imagem da meiose tinham um fundamento: identificavam as cromátides irmãs como sendo os cromossomos homólogos e por isso, quando viam as duas cromátides juntas dentro da célula em telófase da primeira divisão da meiose da figura 03, diziam que a célula era diplóide.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desse estudo vêm corroborar algumas pesquisas já realizadas que tiveram como foco a aprendizagem dos conceitos de cromossomos, gene, meiose e herança mendeliana. Algumas apontam que a genética é um dos conteúdos da biologia mais difíceis de ensinar, segundo os professores, e de aprender, segundo os alunos (BANET; AYUSO, 1995; KINDFIELD, 1994) e que muitos conhecimentos são necessários para entender a genética, mas as maiores necessidades são conhecer o mecanismo de separação dos cromossomos homólogos durante a meiose e que essa separação é, em última análise, a separação dos genes alelos (MERTENS; WALKER, 1992).

Outros trabalhos mostram que os alunos atribuem significados errados a conceitos básicos como, por exemplo, cromossomos, cromossomos homólogos, genes, genes alelos e demonstram confusão conceitual sobre a origem das réplicas dos cromossomos, que seriam as cromátides irmãs, durante o processo de replicação do DNA (KINDFIELD, 1994)

Nessa perspectiva, este estudo aponta, mais uma vez, para a necessidade de revermos alguns elementos que envolvem o processo de ensino desta disciplina e que merecem ser repensados como, por exemplo, o detalhamento de cada uma das etapas dos processos de mitose e de meiose, o que é perfeitamente dispensável para esse nível de escolaridade e o excesso de conteúdo, que impede ao professor empregar mais tempo para ajudar os alunos a estabelecerem relações válidas entre os diferentes conceitos necessários à compreensão dos fenômenos biológicos. Essa forma de ensinar divisão celular, detalhada e com muita rapidez, pode deslocar a atenção do aluno, que deveria estar focada nas mudanças morfológicas da cromatina durante o ciclo celular e nos movimentos dos cromossomos durante a divisão celular, para detalhes que podem não auxiliá-los na compreensão desse fenômeno biológico.

Tal afirmação encontra sustentação na análise dos resultados dos questionários e entrevistas realizados para esse trabalho. Embora tenhamos detectado que os significados dos termos *cromatina*, *cromátide*, *cromossomo*, *cromossomos homólogos*, *gene*, *genes alelos*, *célula haplóide* e *célula diplóide* estivessem presentes na estrutura cognitiva dos alunos, estes se mostraram fragmentados e embora aparentemente relacionados, as relações estabelecidas muitas vezes se mostraram não verdadeiras, o que pode ser considerado como uma das origens das suas dificuldades para a interpretação das imagens do processo de divisão celular e para a aprendizagem significativa desse tema, além de se configurarem, mais tarde, obstáculos para a aprendizagem da herança genética.

Quanto aos conceitos necessários para ler e interpretar as imagens de divisão celular, os resultados dessa pesquisa indicam que os conceitos que se mostraram mais problemáticos entre os alunos foram os de *cromossomos*, *cromátide*, *cromossomos homólogos*, *genes alelos*, *célula haplóide* e *célula diplóide*.

Isso ficou evidenciado quando, ao analisarmos como os alunos interpretavam as imagens de mitose e de meiose, encontramos resultados que nos revelaram que os alunos identificaram sem muita dificuldade as imagens das figuras 02 e 03 como imagens que representam a divisão celular. Contudo, quanto à identificação do tipo de divisão e à interpretação dos processos por elas representados, detectamos certas dificuldades, justamente devido às falhas conceituais e de significados dos termos acima mencionados. Os alunos, ao interpretarem as imagens do processo de mitose e de meiose, pouco usavam esses conhecimentos e, quando usavam, o faziam de uma maneira inadequada. Nesse caso, a imagem apenas auxiliou o processo de memorização.

## REFERÊNCIAS

- ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- AMADOR, F.; CARNEIRO, M. H. S. O papel das imagens nos manuais escolares de ciências naturais do ensino básico: uma análise do conceito de evolução. **Revista da Educação**, vol 8, n. 2, p. 119 – 129, 1999.
- BANET, E.; AYUSO, E. Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachirellato: I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. **Enseñanza de las ciencias**, v.13, n. 2, p. 137 – 153, 1995.
- CALADO, Isabel. **A utilização educativa das imagens**. Porto: Porto Editora, 1994.
- COLIN, Philippe; CHAUVET, Françoise; VIENNOT, Lourence. Reading images in optics: students' difficulties and teachers' views. **INT. J. SET. EDUC.** v. 24, n. 3, p. 313 – 332, 2002.
- DONDIS, D. A. **Sintaxe da linguagem visual**. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1997.
- FOLEY, B. J. Designing visualization tools for learning. **American Educational Research Association**, p. 1 – 11. 1998.

GIORDAN, A. Les enzymes de l'estomac concassent, pétrissent, malaxent la nourriture ou... préalables pou une didactique de l'image. **Bulletin de Psychologie**, v. 41, n. 386, p. 672 – 686, 1988.

GOUVEA, G.; MARTINS, I. Imagens e educação em ciências. In: ALVES, N.; SGARBI, P. (org) – **Espaços e imagens na escola**. Rio de Janeiro: DP&A, 2001. p. 41 – 57.

JOLY, M. **Introdução à análise da imagem**. 6<sup>a</sup> ed. Campinas: Papirus, 2003.

KINDFIELD, Ann C. H. Assessing understanding of biological processes: elucidating students' models of meiosis. **The American Biology Teacher**, v. 56, n. 6, p. 367 – 371, sept., 1994.

MERTENS, Thomas R.; WALKER, Julie O. A paper-&-pencil strategy for teaching mitosis and meiosis, diagnosing learning problems and predicting examination performance. **The American Biology Teacher**, v. 54, n. 8, p. 470 – 474, nov/dec 1992.

PERALES, F. J.; JIMÉNEZ, J. D. Las ilustraciones en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias. Análisis del libro texto. **Enseñanza de las ciencias**, v.20, n.3, p. 369 – 386, 2002.

PINTÓ, Rosey; AMETLLER, Jaume. Students' difficulties in reading images. Comparing results from four national research groups. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 3, p. 333 – 341, 2002.

REID, David. The role of pictures in learning biology: Pat 1, perception and observation. **Journal of Biological Education**, v. 24, n. 3, p. 161 – 172, 1990(a).

\_\_\_\_\_. The role of pictures in learning biology: Pat 2, picture – text processing. **Journal of Biological Education**, v. 24, n. 4, p. 251 – 258, 1990(b).

SANTAELLA, L. **O que é semiótica**. São Paulo: Brasiliense, 2002. (Coleção primeiros passos; 103)

VEZIN, J-F.; VEZIN, L. Illustration, schematization et activité interpretative. **Bulletin de Psychologie**, v. 41, n. 386, p. 655 – 666, 1988.

## ANEXO A

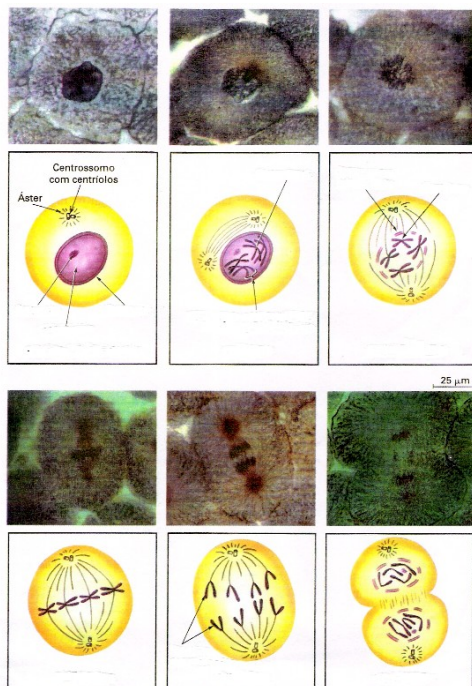


Figura 02. Mitose

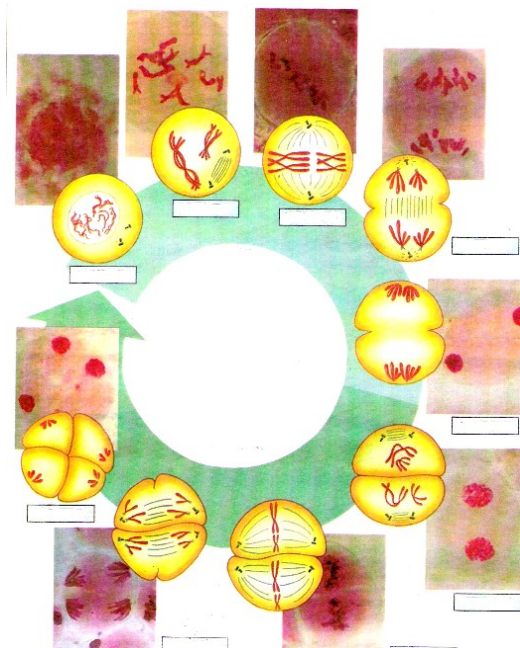


Figura 03. Meiose