

Modelos de representações mentais de estudantes do ensino fundamental sobre temas de ciências

Darlan Morais Oliveira¹, Camila Siani dos Santos², Luzeny Morais Borges², Caio Maximino¹ e Alessandra de Rezende Ramos¹

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA); 2 Universidade Federal do Pará (UFPA) – Programa de Formação de Professores (PARFOR). E-mails: darlan_morais@hotmail.com, kamillasiani4marcos@hotmail.com, luzenynp@hotmail.com, cmaximino@unifesspa.edu.br, rezende@unifesspa.edu.br

Resumo: O ensino de Ciências Naturais vem experimentando atualizações de suas práticas, promovidas pela aproximação do desenvolvimento científico e tecnológico com a realidade do aluno, de forma a facilitar a compreensão de seu próprio mundo. Nesta inserção, o presente trabalho buscou diagnosticar a compreensão que os alunos do 8ª série do Ensino Fundamental possuem sobre temas como DNA, genética, células e hereditariedade utilizando os modelos de representações mentais. A análise consistiu no exame das respostas e representações gráficas registradas pelos alunos em um questionário. O material coletado foi classificado em três tipos de representações mentais: proposicionais (ricos em símbolos), imagísticos (com predomínio de imagens) e híbridos (junção dos dois elementos anteriores). Os dados analisados mostraram que o conhecimento dos alunos sofreu influência da mídia, fato detectado pela maneira como estes responderam aos questionários. Os modelos mentais constituem uma forma inicial de aprendizagem do aluno e mostram-se muito úteis nas práticas de investigação por sondagem, pois possibilitam ao professor direcionar sua abordagem, auxiliando no processo ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: célula, DNA, modelos, ciências, ensino.

Title: Mental representations models of elementary school students on science subjects

Abstract: The Natural Sciences teaching is experiencing updates in its practices. Learning from scientific and technological developments seeks an approach with the student's reality to facilitate understanding of their world. In this sense, this paper aims to broaden the knowledge that students of the 8th grade of elementary school have on DNA, genetics, cell, and heredity using mental representations models. The analysis was made employing questions and graphical representations. The answers were classified into three types of mental representations: propositional (rich in symbols), imagistic (predominantly images), and hybrid (the combination of imagistic and propositional). The analyzed data showed that the media influenced the students' knowledge, actually detected by how they answered the questionnaires. Mental models are an early form of student learning and offer useful for research, allowing the teacher to direct your approach, assisting in the teaching-learning process.

Keywords: cell, DNA, models, science, teaching.

Introdução

Modelos são entes essenciais na prática científica e servem para investigar, representar, simplificar, abstrair e idealizar fenômenos complexos do mundo

sobre os quais pouco se sabe. Embora seja possível existir certa confusão entre as teorias e os modelos, ambos são distintos: as teorias consistem de um grupo de sentenças, logicamente organizadas acerca de fenômenos universais; enquanto que os modelos são representações de uma parte da realidade ou ainda, concretizações de uma teoria (Mendonça e Almeida, 2012; Passamre, Gouvea e Giere, 2014).

O tipo mais comum e mais debatido de modelo nas ciências, bem como no ensino de ciências, é o **modelo mental**. Modelos mentais são representações dinâmicas e generativas que fazem previsões sobre as circunstâncias do mundo real, passíveis de manipulação mental para garantir soluções ocasionais de fenômenos naturais, sendo produzidos instantaneamente perante algum problema, na tentativa de resolvê-lo. Tais modelos, ou parte deles, são memorizados pelo indivíduo, uma vez que, quando usados, produziram resultados exitosos, sendo reconstruídos da memória sempre que necessário. Ressalta-se ainda que esses modelos se caracterizam como uma representação pessoal, particular, individual de uma determinada coisa, conceito, estrutura, que quando expresso através da fala, escrita, imagem ou uma ação passa a ser um modelo expresso (Krapas et al, 1997).

No campo das ciências e do ensino de ciências os modelos mentais podem ser expressos principalmente através de imagens destinadas a representar algum conceito, como por exemplo, os modelos celulares. Tais representações celulares nunca são idênticas, nem mesmo nos livros didáticos, pois as imagens divergem de autor para autor. Aliás, estas imagens não precisam ser idênticas pois a importância maior no modelo mental está na sua funcionalidade e não na aparência, portanto, o que é relevante nesse exemplo é conhecer o padrão estrutural das células e o funcionamento da mesma.

Imagens de estruturas complexas no ensino de ciências, como células, moléculas de DNA, átomos e outras, tem representação didática diversa, e essa diversidade fica maior ainda quando essas estruturas são reproduzidas nas imagens feitas por professores e alunos, uma vez que cada indivíduo expressa essas estruturas da forma como as compreende.

Todavia, dentro do contexto escolar o modelo mental, que é individual, precisa estar de acordo com o modelo científico, que é consensual na comunidade científica. Modelos científicos são aqueles projetados por comunidades acadêmicas e científicas, sejam pesquisadores, engenheiros, professores etc, que buscam reproduções minuciosas, completas e consistentes de fenômenos, estruturas e sistemas reais. No contexto escolar, o professor ensina ciências de modo que os alunos formem modelos mentais condizentes com os modelos científicos (Moreira, 2014).

Na prática escolar é usual que os alunos não compreendam o que é ensinado, e conseqüentemente, não consigam formular modelos, ou então, criam modelos pouco condizentes com aqueles propostos pela ciência, e quando conseguem formular um modelo similar ao modelo científico, este é estático admitindo uma única forma (Passamre, Gouvea e Giere, 2014), ou seja, desconsideram as muitas variáveis existentes na entidade representada no modelo.

Considera-se ainda que é comum o aluno formular e expressar seu modelo não fundamentado na ciência, mas sim em concepções alternativas, construídas a partir de meios influenciadores como mídia e ficção. Por esse motivo conhecer tais concepções torna-se relevante, pois estas são orientadas pelo pensamento e comportamento do indivíduo (Malafaia *et al.*, 2010).

Ante tal situação, entende-se que o ensino de ciências que faz sentido para o aluno é aquele que facilita a compreensão de seu próprio mundo (Fourez, 2003), de modo que as informações contidas na memória de longo prazo são aquelas consideradas significativas, e que contribuem na relação do indivíduo com o meio ambiente de maneira mais permanente (Izquierdo, 2002). Ou seja, aquilo que está significativamente inserido no contexto de vida do aluno torna-se mais palpável e constante, e por isso mais fácil de ser alicerçado no seu entendimento. Neste sentido, a escola deverá estar atenta às vivências dos alunos para contextualizar conceitos científicos, e conseqüentemente aproximar seus modelos mentais aos modelos científicos.

Pelo exposto, é importante investigar as concepções de estudantes acerca de conceitos e modelos científicos apresentados em sala de aula, sendo relevante ainda averiguar se tais concepções estão relacionadas às vivências desses estudantes ou se estão completamente avessas ao contexto de vida dos mesmos.

Desse modo foi realizado um estudo, em uma escola do município de Novo Progresso/PA, com o intuito identificar as concepções e modelos formulados por alunos da 8ª série do ensino fundamental acerca de temas relacionados a disciplina de Ciências.

Metodologia

Tipo da pesquisa

Classifica-se o método utilizado nesta pesquisa, quanto à abordagem, em qualitativa, por se preocupar com a compreensão e aprofundamento de conceitos (Gerhardt e Silveira, 2009). Quanto a natureza é uma pesquisa básica, visando inicialmente explicitar novos conhecimentos independentemente de sua aplicação imediata, assim como também se trata de uma pesquisa explicativa que busca identificar causas que contribuem para a ocorrência de um fenômeno (Gil, 2002).

Sujeitos da pesquisa

O estudo foi realizado no 1º semestre de 2013 com um grupo de 27 alunos de três turmas do período matutino, da 8ª ano do Ensino Fundamental, de uma escola pública situada no município de Novo Progresso/PA. O professor da disciplina de ciências estava presente no momento da aplicação do instrumento, acompanhando o processo. Os alunos pertenciam a uma faixa etária de 12 a 15 anos, escolhidos por adesão, ou seja, somente aqueles que entregaram, juntamente com os responsáveis, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido devidamente assinado, participaram da pesquisa.

Metodologia de coleta de dados

A coleta dos dados foi realizada mediante a aplicação de instrumento contendo perguntas abertas. O questionário consiste em um dos meios mais

eficientes para se obter informações, sendo definido por Gehardt e Silveira (2009) como:

Um instrumento de coleta de dados constituído por uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito pelo informante, sem a presença do pesquisador. Objetiva levantar opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas. A linguagem utilizada no questionário deve ser simples e direta, para que quem vá responder compreenda com clareza o que está sendo perguntado (Gehardt e Silveira, 2009, pág. 69).

Para a coleta dos dados, as etapas descritas a seguir foram cumpridas:

a) Primeira etapa: esta fase foi dedicada a reuniões com a Direção da Escola, com o intuito de prestar esclarecimentos sobre o trabalho a ser realizado e obter autorização do corpo dirigente para a realização da investigação. Tão logo a autorização foi obtida, seguiram-se interlocuções junto ao professor da disciplina de Ciências Naturais, como forma de obter um melhor balizamento e aferimento dos procedimentos a serem adotados.

b) Segunda etapa: pesquisa com os alunos através da aplicação do instrumento em sala de aula, durante a aula de ciências, sem consulta a material didático. Este questionário apresentava seis questões abertas, das quais quatro a serem respondidas de forma da escrita, sobre as concepções de temas sobre hereditariedade, a saber: *o que vem espontaneamente a mente quando se fala em genética? O que vem espontaneamente a mente quando se fala em hereditariedade? Que tipo de informação da atualidade sobre genética você tem mais curiosidade em saber? Como se originou esse interesse? (Escola, internet, tv, livro, revista, outros).*

As outras duas questões seriam respondidas preferencialmente através de representações pictóricas, ou seja, desenhos da célula e DNA, com o intuito de analisar os modelos mentais desses conceitos. As questões foram: *Como você representa uma célula? Como você representaria uma molécula de DNA?*. Ressalta-se que os alunos tiveram contato com o tema hereditariedade durante o período letivo.

c) Terceira etapa: agrupamento em categorias e análise dos dados coletados.

As respostas discursivas que visavam a interpretação de concepções foram agrupadas nas categorias: 1) Concepção Conceitual; 2) Científica Médica; 3) Antropocêntrica; 4) Abrangente; 5) Não se enquadra. Essas categorias foram adaptadas do estudo de Malafaia et al (2010) (Quadro 1).

As questões respondidas por meio de ilustrações foram categorizadas em: 1) Modelos Proposicionais; 2) Modelos Imagísticos; 3) Modelos Híbridos ou Mistas. Essas categorias foram baseadas na pesquisa de Tauceda e Del Pino (2010) (Quadro 2):

Por fim, foi dado o tratamento quali-quantitativo às respostas dos alunos, fazendo-se inferências e destacando ideias predominantes, bem como quantificando as categorias mais ocorrentes. As respostas obtidas foram analisadas seguindo o modelo de análise de conteúdo de Laurence Bardin, que facilita a interpretação dos dados em uma pesquisa qualitativa, e divide-se em três etapas: pré-análise, que consiste em avaliar o que vale a pena ser

analisado e o que precisa ser coletado, em seguida vem a exploração do material onde ocorre a decodificação, categorização do material (semântico, sintático, léxico ou expressivo) e enumeração, por fim faz-se o tratamento das informações obtidas que podem ser por inferências, que é uma interpretação controlada (Bardin, 2009).

Concepção conceitual	Refere-se ao estudo de citologia e genética, sobre os conceitos que estas ciências trazem
Concepção científica/médica	Refere-se a correlação entre os conceitos de célula, DNA, hereditariedade com problemas de doenças genéticas, citológicas, desenvolvimento de vacinas/medicamentos/tratamentos
Concepção antropocêntrica	Relacionada ao ser humano, ao corpo do homem, as suas características físicas
Concepção abrangente:	Refere-se a uma concepção ampla, albergando as demais concepções
Não se enquadra	Concepção que não atende a nenhuma das categorias anteriores

Quadro 1. Categorias de concepções utilizadas, adaptadas do trabalho de Malafaia et al. (2010)

Modelos Híbridos	Unem imagens e proposições de modo explicativo e funcional
Modelos Imagísticos	Sobressaem-se o uso de imagens formando um modelo explicativo para o problema proposto
Modelos Proposicionais	Predominância de definições e símbolos unidos de modo a construir um modelo

Quadro 2. Categorias de Modelos Pictóricos utilizados, baseadas no trabalho de Tauceda e Del Pino (2010)

Escolha dos Temas

O critério para escolha dos temas nesta pesquisa foi que os alunos tivessem contatos prévios com os mesmos, através de conteúdos já transmitidos no ensino formal, como prevê o currículo pré-estabelecido nos Parâmetros Curriculares Nacionais, principal documento norteador de currículo da educação básica vigente na época da execução do trabalho.

Além disso, era necessário que os temas tivessem alguma relação de intimidade com a própria vivência do aluno, razão pela qual optou-se pelos conceitos de célula e genética, tendo em vista que são conceitos intrínsecos

a qualquer organismo vivo. Por isso, antes de iniciar a pesquisa foi questionado aos professores de Ciências sobre o assunto avaliado, e estes asseguraram que o conteúdo tinha sido apresentado aos alunos. Desta forma indica-se abaixo os momentos que os alunos são apresentados aos conceitos Célula, Genética e Hereditariedade.

Célula

O conceito e a imagem de célula são mostrados ao aluno do ensino fundamental, logo no terceiro ciclo (6º - 7º anos). Neste momento o aluno deve estudar o papel da célula como componente essencial dos tecidos. No quarto ciclo (8º-9º anos) o estudante deve fazer uma aproximação ao conceito de célula, segundo orientação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (Ministério da Educação, 1997).

Tal importância possui esse tema que a "Célula como unidade da vida" é um dos objetivos da atual Base Nacional Comum Curricular – BNCC, especificamente na unidade temática Vida e Evolução do 6º (antiga 5ª série) do ensino fundamental, que por sua vez tem como habilidade: "(EF06CI05) Explicar a organização básica das **células** e seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos" (Ministério da Educação Brasil, 2018, p. 345, grifo nosso).

Genética e hereditariedade

No quarto ciclo é estudado a organização estrutural dos seres vivos, partindo da célula como menor unidade viva. Neste momento inicia-se o ensino das partes fundamentais das células, com membrana plasmática, citoplasma, organelas e material genético. Logo, é nessa etapa que começa o estudo da **genética**, geralmente atrelada a outros temas como a reprodução, onde é possível trabalhar elementos de **hereditariedade**, como herança biológica, agentes mutagênicos e mutação (Ministério da Educação, 1997, grifo nosso).

Esse conteúdo também permanece na BNCC, precisamente como objetivo denominado 'Hereditariedade' da unidade temática Vida e Evolução do 9º ano (antiga 8ª série) tendo como habilidades:

(EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes. (EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos (Ministério da Educação Brasil, 2018, p. 351).

Ética na pesquisa

Esta pesquisa não foi submetida a Comitê de Ética na Pesquisa, haja vista que à época em 2013, não havia diretrizes específicas para realização de estudos em Ciências Humanas e Sociais cujos procedimentos metodológicos envolviam a utilização de dados diretamente obtidos com os participantes, pois tais normas só foram estabelecidas no ano de 2016 pela Resolução nº 510, de 7/04/2016 do Conselho Nacional de Saúde (Campos, 2020).

No entanto, cuidados éticos foram tomados de acordo com os preceitos da resolução vigente no período, Resolução nº 466, de 12/12/2012, do Conselho Nacional de Saúde que determina na letra g do item III.2: "**obter**

consentimento livre e esclarecido do participante da pesquisa e/ou seu representante legal, inclusive nos casos das pesquisas que, por sua natureza, impliquem justificadamente, em consentimento *a posteriori*" (Ministério da Educação Brasil, 2012, grifo nosso).

Portanto, todos os estudantes, assim como seus respectivos responsáveis, foram previamente informados sobre os objetivos da investigação e de que forma os dados seriam utilizados. Além disso, como forma de explicitar a concordância com os termos do trabalho, os responsáveis pelos alunos assinaram o "Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE" (Anexo A).

Resultados e discussão

As concepções constituem formas pessoais, perspectivas ou filosofias que diferem de pessoa para pessoa, podendo ser definidas como estruturas mentais conscientes ou subconscientes, formadas por crenças, conceitos, significados, regras, imagens mentais e preferências inerentes a cada indivíduo (Reis *et al.*, 2006).

Quanto à investigação das concepções dos termos sobre hereditariedade reveladas pelos alunos nesta pesquisa, foi observada uma variedade de respostas. Todavia, ficou claro que os discentes pouco conseguem precisar e distinguir os conceitos de genética e hereditariedade.

De acordo com Andrade (2009) Genética é uma ciência, significa gerar, sendo uma ramificação da biologia, tendo como objeto de estudo a hereditariedade e suas variações, envolvendo os meios de transmissão de caracteres. Já a Hereditariedade é um processo, um fenômeno em si, da transmissão de caracteres dos ascendentes para os descendentes.

Neste estudo, em termos qualitativos, as respostas demonstraram que os alunos tratam genética e hereditariedade praticamente com a mesma definição, usando termos repetidos para ambos os conceitos, como por exemplo *DNA, pais, herdar* dentre outros. Entretanto foi notado a ocorrência de todas as categorias nas ideias dos alunos, mesmo que algumas categorias tenham surgido apenas para o conceito de genética e outra apenas para a definição de hereditariedade (Quadro 3).

Essa dificuldade em distinguir esses dois conceitos, condiz com os resultados encontrados por Pedrancini *et al.* (2007), que em seu estudo constatou que quando o sujeito se apropria de uma palavra, não significa que se apropriou do conceito que esta palavra expressa. Ele pode utilizar o mesmo termo, por exemplo, material genético, porém, com significados diferentes. Por isso, um ensino centrado em definições, muitas vezes, pode resultar numa pseudo-aprendizagem, uma vez que o aluno se apropriou da palavra, mas não necessariamente do conceito.

No que se refere a quantificação de categorias, foi considerado o fato de que os conceitos de genética e hereditariedade constavam em perguntas distintas, por esse motivo suas categorias foram contabilizadas separadamente, muito embora a qualidade das respostas fosse quase indistinta. Deste modo foi observado a predominância da concepção Antropogênica para ambos os conceitos, sobretudo para a definição de hereditariedade, uma vez que os alunos correlacionaram tais definições exclusivamente ao homem, o que ficou evidente com a repetição de termos

como *pai, mãe, filho, criança, família e pessoa*, ratificando-se que as demais categorias não ocorreram nas definições genética e hereditariedade.

Categoria	Concepção Sobre Genética	Concepção Sobre Hereditariedade
Conceitual	"Traços, características, estudo de células " (aluno turma A) "Eu penso em DNA porque fala sobre genética" (aluno turma C)	
Médica/Científica	"Genética fala de clonagem e outras coisas" (aluno turma B) " Doença genética que passa de geração em geração (turma C)"	
Antropogênica	"Coisas que a gente tem igual ao nosso pai e mãe (aluno turma C)"	"As características que herdamos de nosso pais " (aluno turma A)" "Quando uma pessoa se parece com ela, como pai e filho (aluno turma B)"
Abrangente		"Características herdadas através das gerações familiares , algumas doenças mais expressas que herdamos (aluno turma B)" "Sexualidade, clonagem , características iguais, doenças de pai para filho (aluno turma A)"
Não se enquadra		"Vem da palavra sangue (aluno turma C)" "Como as cordas vocais são alteradas a cada fase da vida da pessoa (aluno turma B)"

Quadro 3. Categorias encontradas nas respostas sobre concepções de genética e hereditariedade apresentados pelos alunos. Fonte: Oliveira, Santos, Borges, Maximino e Ramos (2013)

As principais respostas fornecidas mostraram que para o conceito genética, 41% (11) das concepções se enquadram na categoria Antropogênica, 37% (10) na categoria conceitual e 22% (6) na categoria científica/médica. Enquanto que para o conceito hereditariedade, 63% (17) das concepções pertencem a categoria antropogênica, 26% (7) na categoria abrangente e 11% (3) na categoria não se enquadra.

A prevalência da concepção antropogênica sobre genética/hereditariedade não é um fato isolado e nem exclusivo desta pesquisa. Lima et al (2006) em estudo com alunos do ensino médio de Minas Gerais observaram nas respostas dos alunos, obtidas em questionários, a concepção antropogênica relacionada ao DNA, gene e cromossomo. Os autores relatam que estas respostas demonstram uma limitação da aquisição de alguns conhecimentos

científicos, pois muitas representações são proporcionadas por diversos meios de comunicação que ofertam essa visão antropocêntrica da vida.

Todavia, a visão antropogênica também remete a ideia de que o aluno melhor assimila o conteúdo quando relaciona esse mesmo conteúdo com a vida do homem, logo esse fato se torna algo positivo sob a perspectiva de que o conteúdo escolar se torna mais significativo quando correlacionado a sua própria vivência e, portanto, mais assimilável.

No que diz respeito a meios de comunicação, a pesquisa revelou que a principal fonte de temas relacionados a genética/hereditariedade, foi a televisão, que é citada pela maioria dos participantes. Esta evidência está dentro das expectativas, visto que dentre os temas mais citados, o interesse recaía em assuntos como DNA, clonagem, etc. Estes assuntos apresentam ampla repercussão na mídia televisiva como em novelas (o Clone), séries (Kayo XY) e programas em geral, possíveis exemplos de onde foram vistos pelos alunos.

A TV é o principal meio de informação sobre temas de genética para os alunos participantes desta pesquisa, correspondendo a 63% (17). Na sequência a internet e livros obtiveram os mesmos índices de 30% (8), a escola teve pontuação de 22% (6), revista com 7% (2) e por fim conversas com 4% (1).

Para Mascovici (2001) a revolução provocada pelos meios de comunicação de massa, e a difusão dos saberes científicos e técnicos transformam os modos de pensamento e criam conteúdos novos. A representação que o indivíduo cria está relacionada com a forma que este conhecimento foi adquirido por meio dos veículos de comunicação.

Neste sentido, cabe ao professor usufruir desta curiosidade, e utilizar de elementos como desenhos animados, filmes, novelas, textos de revistas e jornais, e até mesmo propagandas, como aliados para ajudar seus alunos a transporem de uma maneira mais satisfatória os muros escolares, para que com isso consigam relacionar a funcionalidade e aplicação de determinados conteúdos (Carneiro *et al.*, 2009). A criação de modelos mentais, quando incentivada pelos professores, auxilia no aprendizado não só de como seriam as células ou DNA mas em outros conteúdos como em Ciências, Matemática, História e etc. pois o estudante pode visualizar seu aprendizado através da construção de uma imagem que o mesmo formulou.

A melhor maneira dos alunos aprenderem ciência é fazendo ciência, e o ensino deve ser baseado em experiências que permitam a eles investigar e reconstruir descobertas científicas (Pozo e Crespo, 2009), algumas destas estão na mídia e provocam a curiosidade destes alunos.

No que diz respeito a análise qualitativa dos desenhos e a interpretação de possíveis modelos mentais, foi observado que modelos imagísticos se apresentavam exclusivamente como imagens, já os modelos híbridos eram compostos de imagens acompanhadas de pequenos termos esquemáticos. Todavia observou-se imagens que não correspondiam a modelos pois não apresentavam funcionalidade, tampouco estruturação lógica para representar algo que equivalesse ao modelo clássico de célula, tais ilustrações foram incluídas na categoria 'Não se enquadra'. As três categorias são retratadas na Figura 1.

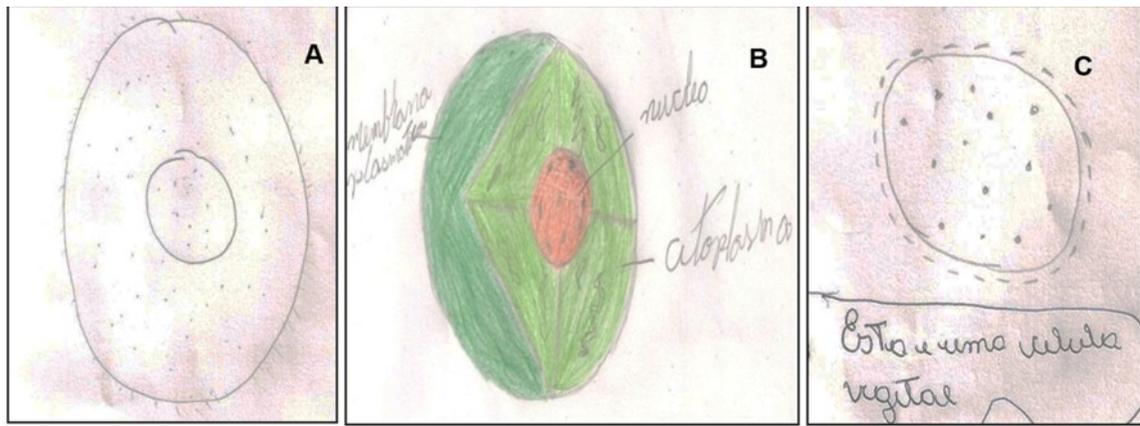


Figura 1. Modelos mentais de células representadas pelos alunos: A – modelo imagístico; B – modelo híbrido; C – representação sem enquadramento. Fonte: Oliveira, Santos, Borges, Maximino e Ramos (2013)

Em termos quantitativos a análise de categorias de modelos mentais demonstrou que 48% (13) correspondiam a modelos mentais imagísticos, 18% (5) equivaliam a modelos híbridos, enquanto que a categoria 'Não se enquadra' correspondeu a 33% (9), não havendo pontuação para a categoria modelos proposicionais.

Considerando as mesmas características encontradas nas imagens de célula, observou-se que as imagens de DNA também obedeceram aos mesmos padrões, com presença de modelos imagísticos, híbridos e não se enquadra (Figura 2).

Na análise dos modelos mentais da molécula de DNA constatou-se a ocorrência das mesmas categorias observadas para os modelos de célula anteriormente descritos, no entanto as proporções foram diferentes, sendo 63% (17) na categoria imagísticos, 12% (3) na categoria híbridos e 26% (7) na categoria não se enquadra, novamente não havendo modelos proposicionais.

Esses resultados apresentam um alinhamento com a pesquisa de Tauceda e Del Pino (2010) feita com 35 alunos do 1º ano do ensino médio de uma escola de Porto Alegre/RS, na qual os modelos imagísticos e híbridos de célula e DNA se sobressaíram sobre os proposicionais, com as seguintes proporções 24% para imagísticos, 20% para híbridos e 11% para proposicionais.

No que se refere ao modelo estrutural da célula, deve-se considerar que o estudo da célula é um dos conteúdos mais ressaltados nas grades curriculares do ensino fundamental e médio (Pedrancini *et al.*, 2007) e, portanto, a escola é o principal meio de contato dos alunos com a representação celular, ao contrário do modelo de DNA, que é comumente disseminado nos meios de comunicação e entretenimento. Assim, é notório que representações e ou imagens de células não ocorrem tão frequentemente quanto imagens de moléculas de DNA.

O conceito e a imagem de célula são mostrados ao aluno do ensino fundamental, logo no terceiro ciclo (5ª – 6ª séries ou 6º - 7º anos). Neste momento o aluno deve estudar o papel da célula como componente essencial dos tecidos. No quarto ciclo (7ª – 8ª série ou 8º-9º anos) o estudante deve fazer uma aproximação ao conceito de célula, segundo orientação dos

Parâmetros Curriculares Nacionais (Ministério da Educação, 1997). No que se refere ao modelo de DNA, as imagens que não se enquadravam tiveram índice menor se comparado ao modelo de célula, presumindo-se assim que a fácil representação da molécula de DNA pelos alunos pode ser explicada pela crescente oferta de informações relacionadas a este tema. Isto pode ser observado em programas televisivos que promovem testes de paternidade, e seriados investigativos que utilizam o DNA como evidência de crimes.

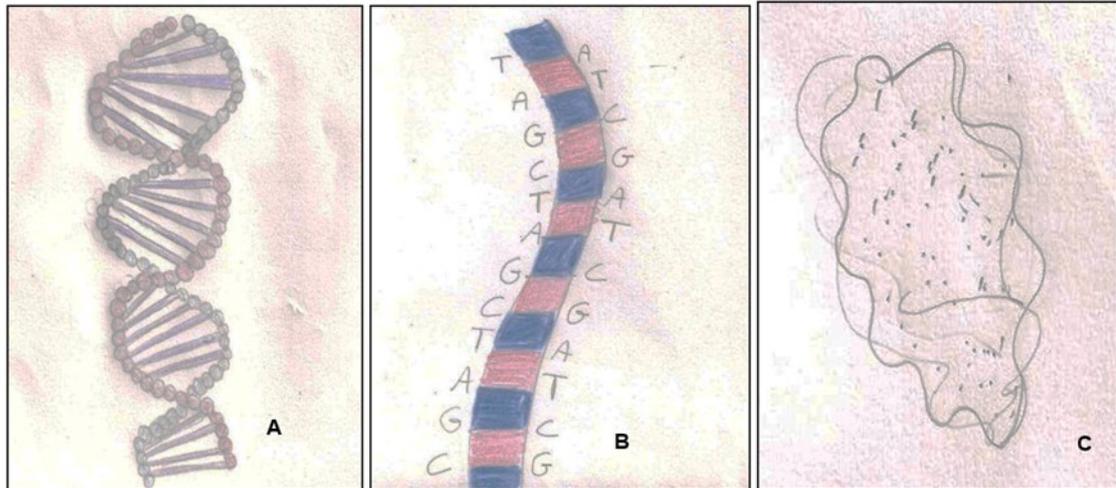


Figura 2. Modelos Mentais de DNA representada pelos alunos: - A- imagística. B - híbrida. C - não se aplica. Fonte: Oliveira, Santos, Borges, Maximino e Ramos (2013)

Este contato permanente com vários tipos de informações, nas quais o termo DNA está presente, provoca a curiosidade do aluno, que muitas vezes não consegue absorver este conhecimento. A constatação deste fato se deu durante a aplicação do questionário, quando muitos alunos expuseram suas dúvidas.

De acordo com Pozo e Crespo (2009), o ensino de ciências precisa adotar como um de seus objetivos prioritários a prática de ajudar os alunos a aprender ciências, além de ensinar aos alunos procedimentos para a aprendizagem de ciências. Todavia, é imprescindível refletir sobre o modo pelo qual a criança em processo de aprendizagem escolar se apropria dos conceitos científicos.

Ao construir modelos mentais, os alunos mostraram melhor compreensão na explicação das moléculas de DNA com desenhos imagísticos, e utilizaram símbolos que talvez tenham visto nas aulas de ciências, televisão, internet ou outro meio de comunicação, visto que os alunos não tiveram acesso a materiais de consulta. As representações saíram parecidas entre si, sendo algumas mais detalhadas do que outras, mas em essência bem similares. Segundo Moreira e Lagreca *apud* Taucedá e Del Pino (2010), um aluno que não constrói um modelo mental de um determinado estado de coisas não forma uma representação mental mais elaborada, com algum poder explicativo e preditivo, e que indique uma aprendizagem significativa.

Para Taucedá e Del Pino (2010), o aluno, portanto, é um perceptor/representador, isto é, percebe o mundo e o representa. Desta forma, os modelos mentais seriam representações mediadoras entre o mundo real ou imaginário, e o conhecimento que o sujeito possui. Assim, os desenhos

representados pelos alunos nesta pesquisa revelam a percepção dos alunos sobre células e moléculas de DNA.

Quando o aluno constrói uma ideia é porque ele já tem em sua mente este conhecimento, mesmo que seja um modelo não elaborado. Para Schnetzier (1992), a construção de uma ideia em uma determinada situação exige a participação ativa do aluno, estabelecendo relações entre aspectos da situação e seus conhecimentos prévios.

Segundo Moreira (*apud* Tauceda e Del Pino, 2010) uma aprendizagem significativa, implica na construção de modelos mentais, pois compreender um estado de coisas do mundo natural (eventos, fenômenos) através do ensino de conceitos mentais (científicos), implica ter um modelo mental deste evento ou conceito.

Portanto, uma aprendizagem por meio de repetição nem sempre significa uma aprendizagem satisfatória, e o interessante é que o aluno construa um modelo mental associado ao conhecimento prévio, para fazer representações e chegar ao conhecimento científico.

A construção dos modelos pode sofrer transformações nas quais o modelo é remontado, se aproximando mais do conceito científico e promovendo a aprendizagem como processo de construção cognitiva. Segundo Fogaça e Macedo (2006), à medida que a compreensão do modelo científico se aprimora, novos modelos mentais são construídos pelos alunos, o que modifica sua visualização interna, facilitando a continuidade do processo de aprendizagem.

Orientações atuais das pesquisas em educação científica têm mostrado a importante contribuição das investigações que privilegiam a integração de diferentes linguagens para o ensino de ciências, em particular a análise das dimensões discursivas e imagéticas nos processos de ensino e aprendizagem de ciências em situações reais de sala de aula. Símbolos, fotografias, figuras e esquemas constituem elementos importantes na descrição e desenvolvimento de significados do conhecimento científico (Klein e Laburú, 2009).

Desse modo, pesquisas como estas só ressaltam a importância do uso de imagens no processo de ensino-aprendizagem, chamam a atenção para a análise de modelos mentais como forma de assimilação de conteúdo e avaliação de alunos e, portanto, enaltecem a relevância desses modelos como ferramenta educativa.

Conclusões

Esta pesquisa identificou as concepções e modelos formulados por alunos da 8ª série (atual 9º ano) de uma escola do Novo Progresso/PA, acerca de temas relacionados a citologia e genética. A maioria dos alunos avaliados demonstrou conhecimentos prévios a cerca dos temas investigados, contudo faz necessário que estes assimilem um conhecimento científico melhor elaborado. Isso reflete a relevância do saber primevo dos estudantes, adquirido fora da escola, bem como a importância da educação escolar na lapidação desse saber, convertendo o conhecimento popular em saber científico.

A concepção antropogênica de genética/hereditariedade foi evidenciada sobre as demais, revelando melhor assimilação de conteúdo científico quando relacionado à vivência humana, o que inclui sua própria vida cotidiana. Esse fato ficou ainda mais claro por meio da expressão de modelos mentais imagísticos que prevaleceram nesta pesquisa, sobretudo os modelos de DNA que são reflexos do contato diário dos alunos com meios de comunicação e entretenimento.

Essas informações são de grande valia para provocar reflexões sobre a prática pedagógica vigente na maioria das escolas e orientar futuras ações docentes e discentes. Também é imprescindível refletir sobre o modo pelo qual a criança em processo de aprendizagem escolar se apropria dos conceitos científicos.

Assim, para ter uma visão geral de como está a aprendizagem dos alunos, os modelos mentais constituem uma forma prévia de informação sobre o aluno, e por isso deve ser pensado como ferramenta nas aulas de ciências e biologia.

Referências

- Andrade, J. (2009). *Apontamentos de Genética*. Ilha Solteira: UNESP.
- Bardin, L. (2009). *Análise de Conteúdo*. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA.
- Carneiro, E.; Faria, R. L.; Shuvartz, M (2009). A utilização da mídia impressa no ensino de Ciências: uma proposta de debate sobre o meio ambiente. *Atas Encontro Estadual de Didática e Prática de Ensino*, Disponível em:
http://cepedgoias.com.br/edipe/IIIedipe/pdfs/2_trabalhos/gt04_fisica_quimica_biologia_ciencias/trab_gt04_a_utilizacao_da_midia_impressa_no_ensino.pdf.
- Fogaça, M.; Macedo, L. (2006). A inferência na construção de modelos mentais de célula. *Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência - ENPEC*, ABRAPEC
- Fourez, G. (2003). Crise no Ensino de Ciências. *Investigações em Ensino de Ciência*, 8(2), 109-123
- Freitas Campos, R. H. (2020). A pesquisa em ciências humanas, ciências sociais e educação: questões éticas suscitadas pela regulamentação brasileira. *Educ. Pesqui.*, São Paulo, v. 46, e217224.
- Gerhardt, T.; Silveira, D. (2009). *Métodos de Pesquisa*. Porto Alegre: UFRGS.
- Gil, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- Izquierdo, I (2002). *Memória*. Porto Alegre: Artmed.
- Klein, T. A. S.; Laburú, C. E (2009). Imagem e ensino de ciências: análise de representações visuais sobre DNA e biotecnologia segundo a retórica da conotação. *Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis: ABRAPEC.

Krapas, et al (1997). Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 2(3), 185-205.

Lima, et al (2006). O entendimento e a imagem de três conceitos: DNA, gene e cromossomo no ensino médio. Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência - ENPEC, ABRAPEC Disponível em <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p464.pdf>.

Malafaia, G.; Barbara, V. Fagundes; Rodrigues, A. S. L. (2010). Análise das concepções e opiniões de discentes sobre o ensino da Biologia. *Revista Eletrônica de Educação*: 4 (2): 165 –182.

Mascovici, S. (2001). Das Representações Coletivas às Representações Sociais: elementos para uma história. EnIn: Jodelet, D. (Org.). *As Representações Sociais*. Rio de Janeiro. EDURJ.

Mendonça, F. M.; Almeida, M. B. (2012) Modelos e teorias para representação: uma teoria ontológica sobre o sangue humano. *Atas XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação*, Rio de Janeiro, Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Ciência da Informação - ANCIB.

Ministério da Educação Brasil (1997). *PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais* - terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: ciências naturais. Brasília: MEC/SEF.

Ministério da Educação Brasil (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC.

Ministério da Educação Brasil (2022). Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466/2012 – *Dispõe sobre pesquisa envolvendo seres humanos*. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2012. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf> . Acesso em: 03 jun.

Moreira, M. A. (2014). Modelos científicos, modelos mentais, modelagem computacional e modelagem matemática: aspectos epistemológicos e implicações para o ensino. *R. B. E. C. T.*, 7(2), 1-20.

Passmore, C; Gouvea, J.S.; Giere, R (2014). Models in Science and in Learning Science: Focusing Scientific Practice on Sense-making. In: Matthews, M. *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (1171-1202). New York: Springer.

Pedrancini, V. D. et al. (2007). Ensino e aprendizagem de Biologia no Ensino Médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. *Revista Eletrônica de Ensino de Ciências* 6 (2): 299-309.

Pozo, J. I.; Crespo, M. A. G. (2009). A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed.

Reis, P.; Rodrigues, S.; Santos, F. (2006). Concepções sobre os cientistas em alunos do 1.º Ciclo do Ensino Básico: "Poções, máquinas, monstros, invenções e outras coisas malucas". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(1), 51-74.

Schnetzier, R. P. (1992) Construção do Conhecimento e Ensino de Ciências. *Aberto em Brasília*, 11(55), 17-22.

Tauceda, K. C.; Del Pino, J. C. (2010). Modelos e outras representações mentais no estudo do DNA em alunos do ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*:15 (2): 337-354.

Anexo A – Termo de Consentimento Livre E Esclarecido

Srs. Pais ou responsáveis, seu filho (a) está sendo convidado para participar como voluntário, em uma pesquisa de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) em Ciências Naturais. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de permitir que seu filho faça parte do estudo, assine ao final deste documento.

Título do projeto: Modelos de representações mentais de estudantes do ensino fundamental sobre temas de ciências

Objetivo da pesquisa: O estudo tem como objetivo identificar qual a concepção dos alunos do ensino fundamental sobre temas relacionados a disciplina de Ciências. Os alunos receberão um questionário contendo perguntas relacionadas com o tema do estudo.

Pesquisador responsável: Profa. Dra. Alessandra de Rezende Ramos/UFPA

Pesquisadores participantes: Camila Siani dos Santos; Luzeny Moraes Borges

Telefones para contato:

Consentimento da participação do aluno como sujeito da pesquisa

Eu
.....RG nº CPF nº
responsável pelo aluno
RG no. da Escola Tancredo Neves, turma
concordo que o aluno participe do estudo.

Fui devidamente informado e esclarecido pelas pesquisadoras: Camila Siani dos Santos e Luzeny Moraes Borges sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isso leve a qualquer penalidade.

Local e data

Nome e assinatura

Eu ,aluno do 8º Ano do Ensino Fundamental da Escola no ano de 2013, turma concordo em participar do projeto acima apresentado.

Assinatura