

MAPA CONCEITUAL EM RELEVO: RECURSO DIDÁTICO PARA DEFICIENTES VISUAIS NO ESTUDO DA CÉLULA¹

Sandra Mara Mourão Cardinali²

Adriana Gomes Dickman³

Amauri Carlos Ferreira⁴

Resumo: O artigo apresenta uma pesquisa qualitativa realizada com estudantes deficientes visuais com o objetivo de elaborar e utilizar mapas conceituais em relevo para a aprendizagem de conceitos relacionados à estrutura celular. O material foi testado junto a quatro estudantes com deficiência visual que estão cursando o ensino fundamental II. Inicialmente, foi feito um levantamento dos conhecimentos prévios dos participantes sobre morfologia e fisiologia da célula, com uso de um modelo esquemático. Um questionário, respondido pelos estudantes, auxiliou na identificação do seu perfil, o entendimento deles em relação aos conteúdos apresentados e se eles tinham alguma experiência prévia com mapas conceituais. Em seguida, os alunos manusearam quatro mapas conceituais da célula, permitindo a interpretação e interligação dos conceitos. Todo o processo foi gravado e filmado para coleta de dados, facilitando a análise da compreensão dos estudantes sobre o assunto. Após o manuseio dos mapas conceituais, observa-se pela fala dos alunos que foi possível a percepção de vários detalhes da estrutura celular, inclusive alguns que eles não conheciam. A análise dos dados indica que a utilização dessa ferramenta foi satisfatória, uma vez que consolidou os conhecimentos adquiridos nas aulas de ciências.

Palavras-chave: Célula, Estudantes com deficiência visual, Mapa Conceitual.

TACTILE CONCEPT MAP: A RESOURCE FOR TEACHING VISUALLY IMPAIRED STUDENTS ABOUT THE CELL

Abstract: In this work, we report a qualitative investigation about the elaboration and use of concept maps, translated into braille, as a tactile resource for teaching blind students about the cellular structure. We tested the teaching material with four visually impaired students at an elementary school. First, we identified the students' previous knowledge about cell morphology and physiology, using a tactile model. A questionnaire, answered by the students, helped to identify their profile, their understanding of the discussed concepts, and if they had

¹ Agradecemos a toda equipe administrativa e de apoio do Instituto Benjamim Constant pela disponibilidade, confiabilidade e em especial aos estudantes pela colaboração e dedicação durante a realização da pesquisa. Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPEMIG PPM – 00782-15.

² Doutora em Ensino de Ciências e Matemática. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. E-mail: sandramcardinali@yahoo.com.br.

³ Doutora em Física. Professora da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. E-mail: adickman@pucminas.br.

⁴ Doutor em Ciências da Religião com Pós-Doutorado em Educação. Professor da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais e do Instituto Santo Tomás de Aquino. E-mail: mitolog@pucminas.br.

any previous knowledge about concept maps. Then, the students handled four braille concept maps, which allowed them to interpret and connect the concepts. We recorded the process to use as data and analyzed the students' understanding of the cell. After handling the concept maps, it was possible to verify that the students were able to identify details of the structure of the cell, including some they did not know about. The results indicated a satisfactory experience, consolidating and broadening out the knowledge the students previously acquired in science classes.

Keywords: Cell, Visually impaired students, Concept map.

INTRODUÇÃO

As representações mentais – imagens e conceitos – em pessoas com deficiência visual se dão pela percepção do espaço por meio da conjunção de sensações táteis, cinestésicas, auditivas e olfativas, aliadas às experiências mentais vividas pelo sujeito. Para o desenvolvimento global do sujeito a formação de conceitos é condição essencial, não estando diretamente ligada à presença da visão, mas, sobretudo à maneira como se tem acesso à informação (ORMELEZI, 2000).

A maior parte das informações que recebemos do mundo à nossa volta é fornecida pelo sentido da visão, na sua ausência o processo de aprendizagem ocorrerá por meio da integração dos sentidos remanescentes (CARDINALI, 2008). O tato é um grande fornecedor de conhecimentos e, conseqüentemente, indispensável no desenvolvimento da aprendizagem das pessoas com deficiência visual. De acordo com Silva (2006), o tato

É o sentido que oferece ao cérebro os mais variados tipos de informação procedentes do meio externo, em razão dos receptores próprios desse sentido se distribuírem em toda a superfície cutânea e estarem ligados às vias nervosas correspondentes, enviando ao córtex cerebral uma ampla gama de informações codificadas (SILVA, 2006, p. 157-158).

Daí reconhece-se a importância de desenvolver materiais e recursos pedagógicos táteis, ampliando as condições de acesso à informação pelos estudantes com deficiência visual (DV).

O ensino do tema célula constitui um dos conteúdos de Biologia que mais requer elaboração de material de apoio, já que emprega conceitos bastante abstratos e trabalha aspectos microscópicos (CARDINALI, FERREIRA, 2010). Tal constatação remete a pergunta: É possível ensinar conceitos de biologia por meio de mapas conceituais em relevo para estudantes com deficiência visual? Para responder a essa indagação remontamos ao

processo de manuseio de mapas conceituais por alunos DV, e investigamos se o mapa conceitual tátil contribui para que esse aluno identifique as estruturas da célula.

O objetivo desta pesquisa consistiu em elaborar e utilizar mapas conceituais em relevo para a aprendizagem de conceitos relacionados ao tema célula. Acreditamos que a partir dessa iniciativa possamos colaborar com a comunidade escolar no sentido de tornar mais próxima a realidade de uma prática pedagógica que contemple as necessidades educacionais de alunos DV e também, o de contribuir para motivar o educador para a elaboração de materiais didáticos alternativos concretos, facilitando o processo de ensino e aprendizagem no estudo da célula, que pode ser útil em diversos outros conteúdos de ciências.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA

Dos mapas conceituais à aprendizagem significativa

A elaboração de um mapa conceitual adaptado, dirigido a estudantes com deficiência visual, especialmente cegos, se justifica pela carência de material concreto tátil destinado a esse público (FERREIRA et al, 2007). Por outro lado, mapas conceituais são utilizados amplamente como estratégia potencialmente facilitadora da aprendizagem para alunos videntes.

Mapas conceituais são diagramas bidimensionais que relacionam conceitos, cuja proposta básica é tornar clara a importante relação que há entre os conceitos de uma área do conhecimento (MOREIRA, 2010). Para tanto, o estudante deve conhecer previamente o conceito ou aprendê-lo simultaneamente. Um mesmo grupo de conceitos pode ser organizado de diferentes maneiras, dependendo do contexto e das relações conceituais a que se dá prioridade. Os mapas organizam o conhecimento, o que facilita aos professores e alunos vislumbrarem um maior número de significados no material de aprendizagem (MOREIRA, 2012).

Moreira e Masini (2011) destacam que um mapa conceitual pode ser utilizado em uma única aula ou em um curso inteiro. Os autores afirmam que não existe apenas um mapa conceitual para um determinado conteúdo, “ou seja, qualquer mapa conceitual deve ser visto como apenas uma das possíveis representações de certa estrutura conceitual” (MOREIRA; MASINI, 2011, p.52). Ainda de acordo com os autores: “Mapas conceituais traçados por diferentes especialistas numa mesma área provavelmente refletirão pequenas diferenças em

entendimento e interpretação das relações entre os conceitos chaves dessas áreas” (MOREIRA; MASINI, 2011, p.52).

Os mapas conceituais são particularmente úteis, pois permitem identificar rapidamente quais os conceitos prévios são necessários ao aprendizado de novos conceitos, além de organizar o conhecimento (SÁNCHEZ; FLORES, 2008). Os mapas também são considerados uma ferramenta flexível, podendo ser utilizada em diversas situações temáticas e com diferentes finalidades em acordo com Rocha e Spohr (2016).

Ensinar o novo tendo por fundamento o que o aluno já sabe é fundamental para que se alcance uma aprendizagem significativa. Segundo Moreira e Masini (2011), do ponto de vista fenomenológico, uma situação pode ser interpretada como significativa se o indivíduo, ao vivenciá-la, aprende a decidir de forma ativa e a elaborar significados próprios a objetos e fenômenos, ampliando e aprofundando dessa maneira a sua consciência. Entretanto, como assinala Lopes (2007), não basta partir dos conhecimentos prévios do educando e seguir em frente sem considerar o processo de apropriação por ele vivenciado. Ainda, de acordo com Lopes (2007), o conhecimento prévio que o aluno traz em sua estrutura cognitiva deve ser identificado e valorizado pelo professor, e entendido como um elo que vincula o novo com o que ele domina.

Portanto, cabe ao professor propor situações de aprendizagem que abordem conceitos devidamente contextualizados e que façam sentido para o estudante, pois, assim, estará instrumentalizando-o para emitir opiniões, posicionar-se criticamente e fazer escolhas que não sejam pautadas apenas no senso comum.

Partindo das necessidades iminentes do estudante DV, torna-se necessária uma prática pedagógica que ofereça oportunidades concretas de acesso ao conteúdo, já que as mãos substituem os olhos para aqueles que não enxergam (CARDINALI; FERREIRA, 2010). Nesse sentido, a proposta deste trabalho é a adaptação de um mapa conceitual transcrito em braille para alunos DV, como um recurso didático alternativo e inovador. Para tal escolhemos o estudo da célula. Nas palavras de Cardinali e Ferreira (2010, p.4), a importância do estudo da estrutura celular se baseia no fato de

[...] que ela representa a unidade morfofuncional do organismo vivo, e o seu estudo amplia os conhecimentos em diversas áreas das ciências. Sabemos que um dos desafios atuais da biologia é fazer com que os alunos entendam conceitos básicos sem uma memorização descontextualizada. O que se tem hoje no ensino de biologia e nos livros didáticos é uma fragmentação de conteúdo, ocasionando uma valorização na memorização de conceitos, e não o seu entendimento. Isso implica desinteresse de parte dos alunos e,

especialmente, dos alunos cegos, uma vez que há uma carência de materiais pedagógicos adaptados para esse público.

Nesse contexto, percebe-se não apenas a importância de adaptar recursos didáticos para estudantes com deficiência visual, mas também de proporcionar um recurso que possibilite a compreensão de conceitos pelo estudante, evitando a fragmentação do conteúdo.

Ao estudar a célula, que é a unidade morfofisiológica dos seres vivos, certos conceitos são essenciais para que o aluno compreenda sua importância ao relacionar a estrutura celular com a sua função e entender o mecanismo de funcionamento no corpo humano. Desse modo, propor o uso do mapa conceitual não apenas elucidar os conceitos apropriados para o estudo da célula, mas também revela como esses conceitos estão inter-relacionados, favorecendo a organização do trabalho docente no processo de uma aprendizagem significativa.

Revisão da literatura

Nesta seção apresentamos alguns trabalhos que investigam o uso de mapas conceituais como recurso didático. O uso de mapas conceituais como uma ferramenta de ensino e ou avaliação da aprendizagem em sala de aula tem aumentado significativamente, em vários níveis de ensino e disciplinas (ROCHA; SPOHR, 2016).

De acordo com Gomes (2018), no processo de aprendizagem é imprescindível evidenciar no estudante a geração e apropriação de conhecimentos, o que é proporcionado pelos mapas conceituais, por meio do esclarecimento dos significados dos conceitos e suas relações (PÉREZ et al, 2014; CARABETTA JÚNIOR, 2013). Cañas e Reiska (2018) defendem que estratégias de ensino envolvendo mapas conceituais contribuem para desenvolver a capacidade de raciocínio em níveis mais elevados, em que os estudantes são capazes de estender o conhecimento adquirido para novas situações.

Nos trabalhos analisados, as estratégias de aprendizagem envolvem a construção de mapas conceituais pelos alunos e sua posterior análise, que pode ser feita através da comparação com mapas conceituais de *experts* da área ou com os mapas elaborados pelos próprios alunos (SCHWENDIMANN, 2014). Sánchez e Flores (2008) investigaram a possibilidade de alunos cegos construir mapas conceituais utilizando um *software*. Os autores perceberam várias dificuldades dos alunos cegos no processo, como: proposições envolvendo dois ou mais conceitos; dificuldade para expressar o significado de conceitos e interpretação de textos; estabelecimento de várias relações sem significado; capacidade limitada para sintetização.

Este trabalho tem uma proposta distinta dos demais, uma vez que se baseia no uso de mapas conceituais táteis, previamente elaborados por um profissional da área de Biologia, para que estudantes DV possam identificar os conceitos mais relevantes do conteúdo, relacioná-los e organizá-los hierarquicamente. A nossa hipótese consiste na possibilidade de utilização das informações contidas em mapas conceituais em relevo por estudantes com deficiência visual para a compreensão do tema célula.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa caracteriza-se como uma investigação qualitativa. O procedimento metodológico utilizado foi a observação participante, em que foram registrados por meio de filmagem a manipulação dos mapas conceituais pelos estudantes DV.

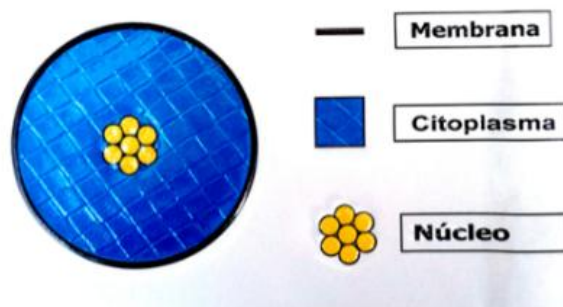
A aplicação didático-pedagógica do mapa conceitual em braille foi realizada em uma instituição de atendimento a estudantes com deficiência visual, contando com a participação de quatro alunos da sétima série do ensino fundamental. O critério para a definição na composição da amostra baseou-se no nível de escolarização dos alunos.

Inicialmente a professora de ciências apresentou a pesquisadora à toda a turma. Os alunos foram informados do caráter do estudo, do conteúdo a ser abordado, assegurando-lhes a independência deste trabalho com a escola e o professor, a fim de que eles não confundissem com uma avaliação escolar. Foi também ressaltada a importância da sua participação para o sucesso da pesquisa.

Vale ressaltar que a atividade não foi aplicada a turma integralmente devido à necessidade de cada estudante tatear o mapa conceitual individualmente, levando em conta o tempo gasto para narrar suas percepções a respeito da experiência.

Em um primeiro momento os alunos responderam a um questionário com onze questões (ver Apêndice). A primeira parte do questionário, questões 1 a 3, busca informações sobre algumas características dos estudantes: idade, escolas em que estudou, a deficiência. Na segunda parte, as perguntas têm um caráter temático, buscando dados sobre a experiência escolar destes alunos, em particular, em estudos da célula animal e sobre o uso de mapas conceituais na escola.

Figura 1- Esquema tátil da célula



Fonte: Material produzido no Instituto Benjamim Constant.

Na segunda etapa do processo, a investigação foi direcionada para o tópico célula. A partir do manuseio individual do esquema tátil de uma célula (figura 1), cada aluno relatou oralmente os aspectos da sua morfologia. Essa etapa de sondagem permitiu que fossem levantados os conhecimentos prévios de cada estudante, por meio da análise de descrições orais.

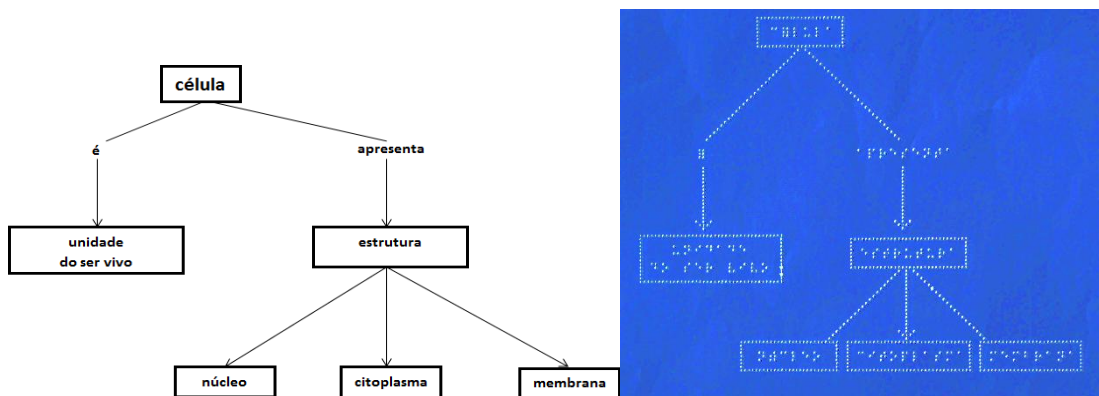
Após a sondagem inicial, foram apresentados a cada estudante os mapas conceituais em relevo produzidos.

Elaboração dos mapas conceituais

Os mapas conceituais foram produzidos no computador utilizando o programa *CmapTools* no formato de papel A4. Em todos os mapas, os conceitos mais inclusivos vieram em primeiro lugar e foram progressivamente diferenciados em termos de detalhes e especificidade. Os conceitos relevantes e hierárquicos foram interligados por linhas e setas.

O mapa I, mostrado na figura 2, refere-se às partes fundamentais da célula: núcleo, citoplasma e membrana. Em todas as figuras a versão impressa é apresentada à esquerda e a versão em relevo à direita.

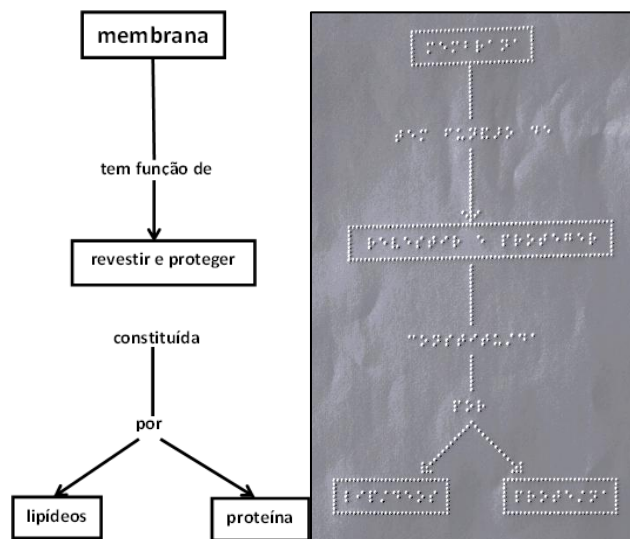
Figura 2 – Mapa conceitual I mostrando partes fundamentais da célula



Fonte: Elaborado pelos autores.

O mapa II mostrado na figura 3 mostra a membrana, sua função na célula e sua constituição.

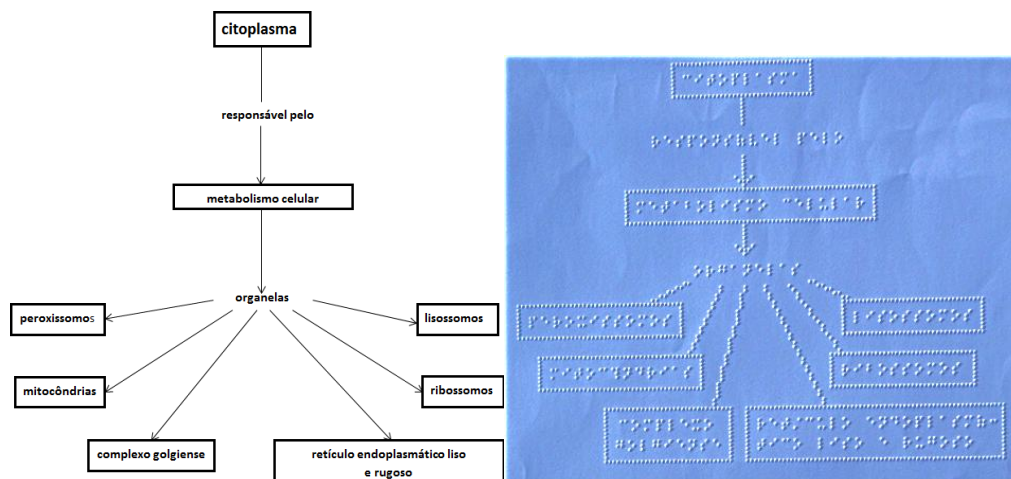
Figura 3 – Mapa conceitual II sobre a membrana celular



Fonte: Elaborado pelos autores.

O mapa III mostrado na figura 4 apresenta o citoplasma, sua função e as organelas que constituem sua estrutura.

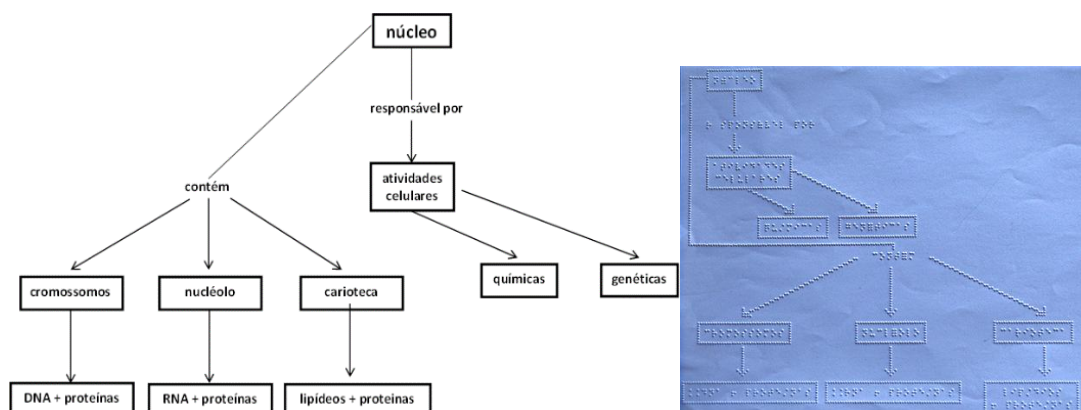
Figura 4 – Mapa conceitual III do citoplasma celular



Fonte: Elaborado pelos autores.

No mapa IV, figura 5, é mostrado em detalhes o núcleo celular, sua constituição e as atividades pelas quais é responsável.

Figura 5 – Mapa conceitual IV do núcleo celular



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os mapas conceituais, depois de elaborados, foram encaminhados para o DPME no Instituto Benjamin Constant (IBC)⁵ para transcrição no sistema braille e realização da pesquisa com os estudantes com deficiência visual.

⁵ Divisão de Pesquisa e de Produção de Material Especializado do Instituto Benjamin Constant. O Instituto Benjamin Constant é um centro de referência nacional que atende a pessoas com deficiência visual, principalmente crianças e adolescentes cegos, surdocegos, com baixa visão e deficiência múltipla. O instituto capacita profissionais e assessora instituições nessa área, além de reabilitar pessoas que perderam ou estão em processo de perda da visão. Fonte: <http://www.ibc.gov.br/o-ibc>. Acesso em 15 de agosto de 2019.

Perfil dos participantes

A partir dos questionários obtivemos dados da história de vida dos alunos participantes da pesquisa. Os alunos serão referenciados por A1, A2, A3 e A4 preservando, assim, o seu anonimato.

Os dados (quadro 1) mostram que a faixa etária dos alunos, exceto pelo aluno A4, encontra-se dentro do tempo considerado regular, lembrando que todos estavam cursando o ensino fundamental no momento da pesquisa.

Com a exceção de A3, que está estudando no IBC por um ano, os outros entraram para o IBC logo após o Jardim de infância. Os alunos A1 e A2 são cegos, enquanto que os alunos A3 e A4 são classificados como baixa visão. Além disso, a deficiência visual dos alunos A1 e A3 é congênita e dos alunos A2 e A4 é adquirida.

Nessa entrevista também foi relatada a experiência escolar dos alunos sujeitos da pesquisa. Dois alunos (A2 e A3) relataram que têm mais facilidade em Matemática, A4 tem facilidade em Português, e A1 tem facilidade em todas as disciplinas. As disciplinas que representam a maior dificuldade são: nenhuma (A1), Português (A2), História (A3), e Ciências (A4). As respostas foram bem curtas, não fornecendo detalhes ou comentários sobre a razão de haver facilidade ou não em cada disciplina.

Quadro 1 - Dados da história de vida dos alunos participantes da pesquisa

Alunos	Idade	Escolas	Deficiência/Tipo
A1	14	IBC	Cego/Congênita
A2	12	Várias e IBC	Cego/Adquirida (10 anos)
A3	12	Colégio e IBC	Baixa visão/ Congênita (Catarata)
A4	16	Jardim de infância e IBC	Baixa visão /Adquirida

Fonte: Elaborado pelos autores.

Todos os alunos relataram já terem estudado o assunto Célula animal na escola, inclusive com a manipulação de uma célula tátil. Todos afirmaram que seriam capazes de descrever as partes fundamentais da célula com suas respectivas funções e reconheceram que o estudo da célula é importante. A1 e A4 justificaram essa importância afirmando que acham o estudo interessante, dependendo da área; e A2 e A3 afirmaram que esse estudo contribui para entender nosso corpo, a genética, e tudo o que acontece.

Apenas o aluno A2 disse ter conhecimento prévio de um mapa conceitual, mas não sobre célula. Os outros alunos relataram que nunca tiveram contato com mapa conceitual antes dessa pesquisa.

ANÁLISE DOS DADOS DA APLICAÇÃO DO MAPA CONCEITUAL

Cientes da importância do contato com material palpável para a compreensão da célula, cada estudante teve a oportunidade de manusear a célula e suas partes fundamentais, através do esquema tátil mostrado na figura 1. Durante essa manipulação inicial, todos relataram sua percepção, conforme descrição mostrada no quadro 2.

Pela fala dos estudantes foi possível identificar que todos reconheceram as estruturas celulares apresentadas pelo modelo esquemático tateado. Os alunos A1 e A4 citaram todas as partes da célula (núcleo, citoplasma e membrana), enquanto que os alunos A2 e A3 citaram apenas o núcleo e a membrana. Em relação aos conhecimentos prévios, os alunos A1 e A2 citaram algumas funções das células como: digestão e respiração no citoplasma; proteção da membrana. O aluno A4 mostrou que entende que os órgãos do nosso corpo são formados por células.

Este material introdutório contribuiu para identificar os conhecimentos prévios dos alunos, assim, foi possível estabelecer um elo entre o que o aluno já sabia e o que ele poderá aprender na nova tarefa.

Em sequência com a apresentação do mapa conceitual I em relevo, foram descritas as narrativas dos estudantes, mostradas no quadro 3.

Quadro 2 – Primeira descrição da célula pelos alunos

Alunos	Descrição da célula pelos alunos	Partes citadas
A1	Eu comecei a perceber o que está mais dentro do desenho primeiro e acho que é a parte chamada núcleo, depois percebo a maior parte, que acho que é o citoplasma e pelo que me lembro, é aí dentro que tem muitas coisas que faz a célula fazer o seu trabalho: respirar para ter energia, digerir o que entra dentro dela. E mais para fora, um envelope que serve para separar uma da outra, que é a membrana.	- Membrana - Citoplasma - Núcleo - Função: digestão e respiração
A2	A parte mais externa da célula é a membrana que tem a função de proteção. Mais para dentro percebo uma parte bem grande e no seu centro uma menor que acho que é o núcleo.	- Membrana - Núcleo - Função: proteção

A3	Neste esquema que estou tateando é possível identificar três partes: a de fora que se chama membrana, uma de dentro maior de todas e a mais de dentro ainda o que penso ser o núcleo.	- Membrana - Núcleo
A4	A célula é formada de membrana, citoplasma e núcleo. Cada parte tem uma função bem diferente na célula e quando juntas podem formar os órgãos que formam nosso corpo.	- Membrana - Citoplasma - Núcleo

Fonte: Elaborado pelos autores.

Verificamos que os alunos cegos (alunos A1 e A2) foram mais habilidosos no manuseio dos mapas, tiveram mais atenção, ficaram mais centrados, e ao descreverem o conteúdo foram mais explicativos. Já os alunos de baixa visão (A3 e A4) foram mais dispersos, embora conhecessem o sistema braille.

Todos os alunos identificaram a nova representação da célula, em formato de mapa conceitual, e a relacionaram com o modelo tátil mostrado anteriormente. Os alunos A1 e A2 utilizaram o tato para essa tarefa, e mencionaram que esse material é mais fácil e interessante. O aluno A3, embora tenha utilizado a visão para entender o mapa, também achou que a disposição dos elementos facilitou a compreensão da célula. A análise da fala do aluno A1 (Quadro 3) mostra que este foi capaz de perceber a organização hierárquica dos conceitos apresentados. A fala do aluno A4 sobre o mapa conceitual é bastante vaga. Os alunos A1 e A3 descrevem, em sua fala, a estrutura do mapa conceitual.

Quadro 3 – Descrição da membrana pelos alunos após manusear o mapa conceitual I

Alunos	Descrição da célula	Partes citadas
A1	Este mapa conceitual é igual ao modelo da célula que descrevi antes, porém está escrito em braille o que para mim é mais fácil de compreender. Estou seguindo as setas o conceito de célula veio em primeiro lugar. Célula é a “Unidade dos seres vivos”. E que é constituída de três partes: membrana, citoplasma e núcleo.	- Membrana - Citoplasma - Núcleo - Unidade dos seres vivos - Descrição do mapa
A2	Este material é interessante, segui todo ele primeiro e depois já entendi. A célula e suas partes: membrana, citoplasma e núcleo.	- Membrana - Citoplasma - Núcleo
A3	Como eu enxergo um pouco vi que este material tem umas caixas com nomes (conceitos) e ligados por setas que são da célula suas partes e assim achei fácil entender que são três partes: membrana, citoplasma e núcleo.	- Membrana - Citoplasma - Núcleo - Descrição do mapa
A4	A célula tem três partes e ela é encontrada em todos os seres vivos.	- Não menciona as partes da célula - Está em todos os seres

	vivos
--	-------

Fonte: Elaborado pelos autores.

No quadro 4 são mostradas as descrições dos alunos em relação ao mapa conceitual II que detalha a membrana celular.

Quadro 4 – Descrição da membrana pelos alunos após manusear o mapa conceitual II

Alunos	Descrição da membrana	Partes citadas
A1	A membrana é para revestir a célula, e não sabia que tinha proteína e lipídeos nela.	- Membrana (função) - Proteína - Lipídeos
A2	Este mapa é da membrana. Ela é muito importante, ela protege a célula, isto é o mais importante que ela faz. Não lembrava que ela tinha proteína mais lipídeos. Com estas setas fica fácil a gente lembrar....	- Membrana (função) - Proteína - Lipídeos
A3	É a membrana que toda célula tem. Protege a célula e não lembrava que tinha proteína e lipídeos...	- Membrana (função) - Proteína - Lipídeos
A4	A membrana tem em toda célula viva e serve para proteger.	- Membrana (função)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Todos os alunos citam a membrana e sua função; e com exceção do aluno A4, os alunos citam também seus componentes (proteína e lipídeos), mencionando que não se lembravam dessa informação. O aluno A2 menciona que as setas ajudam a lembrar o conteúdo.

No quadro 5 são mostradas as descrições dos alunos ao tatearem o mapa III do citoplasma.

Quadro 5 – Descrição do citoplasma pelos alunos após manusear o mapa conceitual III

Alunos	Descrição do citoplasma	Partes citadas
A1	Citoplasma: é bem grande lembro pelo modelo que tateei e pelo mapa fui lembrando que tem muitas estruturas importantes e tem uma importante função de metabolismo celular. Este mapa ajuda a gente a lembrar de tudo....	- Citoplasma - Função - Muitas estruturas - Metabolismo celular
A2	Também li todo primeiro. Aprendi que a gente tem que seguir as setas e as caixas com os nomes (conceitos) e este é do citoplasma. Tem muita coisa e dentro do citoplasma a célula faz muitas funções.	- Citoplasma - Muitas funções
A3	Este mapa é de citoplasma e ele tem muitas estruturas importantes só não sabia que tinha peroxissomos, lembrei que parece com o nome de lisossomos, por isso deve ser para digerir alguma coisa.	- Citoplasma - Peroxissomos - Digestão (talvez) - Lisossomos

A4	O citoplasma é muito importante é nele que tem muita atividade dentro da célula. Tem muita seta mostrando suas estruturas e funções mais fica mais fácil quando a gente “lê” isto aqui.	- Citoplasma - Muitas estruturas e funções
----	---	---

Fonte: Elaborado pelos autores.

O mapa III apresenta mais estruturas, entretanto, a fala dos alunos foi mais concisa, reportando características gerais como o próprio citoplasma, e que esse possui muitas estruturas e funções. Apenas o aluno A1 citou que o citoplasma é responsável pelo metabolismo celular. O aluno A3 associou a organela lisossomo com peroxissomo, e assim, concluiu corretamente que essa última deve estar relacionada à digestão celular.

O mapa conceitual IV que descreve o núcleo e suas estruturas representou um desafio para a compreensão dos alunos, pois a maioria citou que esse mapa era mais difícil de entender por ter muitas setas. O aluno A4 continuou dando respostas sucintas, mencionando apenas o núcleo e o DNA. Os outros alunos mencionaram vários aspectos do núcleo, além de seus constituintes, como pode ser visto no quadro 6.

Quadro 6 – Descrição do núcleo pelos alunos após manusear o mapa conceitual IV

Alunos	Descrição do núcleo	Partes citadas
A1	Este mapa é grande e mais difícil de entender, mas aprendi que cromossomos são DNA + proteínas, no nucléolo tem RNA + proteína e carioteca tem lipídeos + proteínas. Neste mapa também ficou tudo mais próximo e então compreendi também o núcleo da célula.	- Cromossomos -> DNA + proteínas - Nucléolo -> RNA + proteína - Carioteca -> lipídeos e proteínas - Núcleo
A2	Este é complicado tem muitas setas, mas eu aprendi que tem uma carioteca (membrana nuclear isto eu lembrei) que tem proteína e lipídeos.	- Carioteca (membrana celular) - Proteína - Lipídeos
A3	O núcleo é o mais difícil de entender porque tem muita seta ... mas aprendi que ele também tem proteína em muitas estruturas: carioteca, no DNA e no nucléolo.	- Núcleo - Proteína - Carioteca - DNA e Nucléolo
A4	O núcleo é importante também, tem DNA e sei que isto é do ser vivo mesmo...	- Núcleo - DNA

Fonte: Elaborado pelos autores.

Discussão dos resultados

Sabemos que o processo de exploração pelas mãos é demorado e requer grande esforço por parte dos alunos, tornando-se necessário criar situações para não inibir e dificultar

a tarefa. Vale ressaltar que foram dadas condições necessárias de atenção e tempo para que todos desenvolvessem a atividade.

Após o manuseio dos mapas conceituais, observa-se pela fala dos alunos que foi possível a percepção de vários detalhes da estrutura celular, inclusive alguns que eles não conheciam. Os alunos tiveram por hábito tatear o mapa por inteiro e depois explorar as partes. Esse é um fato interessante, se considerarmos a estrutura hierárquica da teoria da aprendizagem significativa representada nos mapas, podendo contribuir para ampliar as relações entre conceitos através da discriminação de conceitos mais gerais e inclusivos (MOREIRA, 2012).

Uma comparação dos conhecimentos prévios dos alunos com os conhecimentos apresentados durante o manuseio dos mapas mostra que houve uma ampliação destes, por meio da percepção de organelas e funções mais específicas. Desta maneira, a atividade propiciou a possibilidade de uma aprendizagem significativa, ao permitir a associação de conhecimentos novos com conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva dos estudantes (LOPES, 2007; MOREIRA, 2010). Uma indicação de aprendizagem significativa foi observada no aluno A3 ao associar (novo conhecimento) os peroxissomos com digestão celular através da comparação com os lisossomos (conhecimento prévio) (PÉREZ et al, 2014; CARABETTA JÚNIOR, 2013).

Três alunos, em vários momentos, citaram que o mapa conceitual auxilia a lembrar o conteúdo. Esse fato pode indicar que os mapas conceituais em relevo podem ser utilizados como material de estudo, substituindo por exemplo, as figuras de um livro didático, reafirmando a flexibilidade desse recurso (ROCHA; SPOHR, 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aprendizado da célula é complexo e demanda muitas explicações envolvendo o uso de imagens. O tato é imprescindível para o aluno que não enxerga fazer a sua representação mental, pois é a partir do concreto que se constroem as abstrações.

Neste estudo, o mapa conceitual em relevo foi utilizado como ferramenta didática, para a exposição da célula e de suas partes fundamentais, facilitando a integração e ampliação dos conhecimentos prévios dos estudantes com a nova estrutura representada, em acordo com os resultados relatados por Carabetta Júnior (2013) e Pérez et al (2014).

Diante do relato dos estudantes foi possível concluir que a utilização de materiais concretos palpáveis, no formato de mapas conceituais, constituiu mais um ponto de apoio de

aprendizagem para eles, que o julgaram interessante e fácil, permitindo relacionar os conceitos da estrutura celular. Porém, devemos ressaltar que apesar de ser uma ferramenta didática inovadora para alunos DV, essa deve ser utilizada com tempo hábil para que os estudantes possam consultá-la quantas vezes forem necessárias, favorecendo a compreensão do conteúdo.

Os mapas conceituais podem ser trabalhados em diversos conteúdos de ciências, desde que apresente um número pequeno de conceitos, para facilitar o manuseio tátil dos estudantes, pois a impressão no sistema braille aumenta muito a diagramação do material.

Um aspecto importante, que deve ser considerado na elaboração de novos mapas conceituais, foi a dificuldade reportada pelos alunos quando o número de setas indicando as estruturas da célula aumentou significativamente. Mapas mais limpos e menores são mais fáceis de manusear, proporcionando um conforto na assimilação do conteúdo.

O uso do mapa conceitual na pesquisa revelou-se uma estratégia potencialmente útil para dar significado aos conceitos relacionados ao tema célula, permitindo que os estudantes o interligasse com a imagem tátil da célula, comprovando a nossa hipótese inicial.

Essa utilização abre-se como uma proposta de estratégia didático-pedagógica inovadora e desafiadora, pois demanda do professor criatividade na sua preparação para atender e atenuar as necessidades educacionais específicas desse público.

REFERÊNCIAS

CAÑAS, A.J.; REISKA, P. What are my students learning when they concept map? In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCEPT MAPPING, 8, 2018, Medellín. **Proceedings** [...]. Tallinn (Estônia): Institute for Human and Machine Cognition, 2018.

CARABETTA JÚNIOR, V. A utilização de mapas conceituais como recurso didático para a construção e inter-relação de conceitos. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v.37, n.3, p. 441-447, 2013.

CARDINALI, S.M.M. O Ensino e Aprendizagem da célula em modelos táteis para alunos cegos em espaços de educação formal e não formal. 2008. 108f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2008.

CARDINALI, S.M.M.; FERREIRA, A.C. A aprendizagem da célula pelos estudantes cegos utilizando modelos tridimensionais: um desafio ético. **Revista Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, n.46, p.1-10, 2010.

FERREIRA, A.C. et al. O mestrado profissional em ensino de ciências e matemática e a questão do produto como estratégia à educação inclusiva. In: ENCONTRO NACIONAL DE

PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: ABRAPEC, 2007.

GOMÉS, I. Mapas conceptuales: uma estratégia para evidenciar aprendizagem significativa. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCEPT MAPPING, 8, 2018, Medellín. **Proceedings [...]**. Tallinn (Estônia): Institute for Human and Machine Cognition, 2018.

LOPES, B.J.S. **O mapa conceitual como ferramenta avaliativa**. 2007. 166f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Londrina, 2007.

MOREIRA, M.A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, M.A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educação Científica**, v. 4, n. 2, p. 38-44, 2012.

MOREIRA, M.A; MASINI, E.F.S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2 reimp. São Paulo: Centauro, 2011.

ORMELEZI, E.M. **Os caminhos da aquisição do conhecimento e a cegueira: do universo do corpo ao universo simbólico**. 2000. 237f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Educação - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

PÉREZ et al. Afinando significados mediante la utilización de mapas conceptuales. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCEPT MAPPING, 6, 2014, Santos (Brasil). **Proceedings [...]**. Tallinn (Estônia): Institute for Human and Machine Cognition, 2014.

ROCHA, C.E.S.; SPOHR, C.B. O uso de mapas conceituais como instrumento didático para identificar indícios de aprendizagem significativa em diferentes níveis de ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.21, n.3, p.23-52, 2016.

SÁNCHEZ, J.; FLORES, H. Concept mapping for blind learners. In: ANNUAL INTERNATIONAL TECHNOLOGY & PERSONS WITH DISABILITIES CONFERENCE, 23, 2008, Los Angeles (EUA). **Proceedings [...]**. Los Angeles, 2008.

SCHWENDIMANN, B.A. Comparing two forms of concept map critique activities to support knowledge integration in biology education. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCEPT MAPPING, 6, 2014, Santos (Brasil). **Proceedings [...]**. Tallinn (Estônia): Institute for Human and Machine Cognition, 2014.

SILVA, L.G.S. Estratégias de ensino utilizadas, também com um aluno cego, em classe regular. In: MARTINS, L.A.R., PIRES, G.N.L., MELO, F.R.L.V. (ORG) **Inclusão: compartilhando saberes**. 2. Ed. Petrópolis: Vozes, 2006.

Recebido em 22/05/2019; Aceito após revisão em 15/12/2019.

APÊNDICE

Questionário aplicado aos alunos participantes dessa pesquisa

1. Qual a sua idade?
2. Onde estudou antes de vir para o IBC?
3. A deficiência visual é adquirida ou nasceu com ela?
4. Dentre as disciplinas que estuda qual você tem mais facilidade em estudar? Comente.
5. E a de maior dificuldade? Comente.
6. Em ciências você já estudou a célula animal?
7. No estudo da célula utilizou algum material adaptado?
8. Você é capaz de descrever as partes fundamentais da célula com suas respectivas funções?
Comente.
9. Você sabe o que é um mapa conceitual?
10. Você já utilizou um mapa conceitual em algumas das disciplinas estudadas no IBC?
11. Reconhece que o estudo da célula é importante para outras áreas do conhecimento?
Comente.