

MAPA CONCEITUAL COM PROPOSIÇÕES INCORRETAS: UMA NOVA PROPOSTA DE INSTRUMENTO AVALIATIVO

Ronise Ribeiro Corrêa¹

Paulo Rogério Miranda Correia²

Resumo: Os mapas conceituais são organizadores gráficos utilizados no processo de ensino e de aprendizagem pouco explorados como instrumento avaliativo em sala de aula. Uma nova proposta de se utilizar o mapa conceitual foi efetivada nesse trabalho onde o mapa conceitual é elaborado pelo professor que, intencionalmente, coloca proposições incorretas para alunos encontrarem verificando o que eles sabem ou não do conteúdo. Foram estabelecidos como objetivos: verificar se e quantos alunos encontraram as proposições incorretas dos mapas conceituais utilizados na disciplina e elencar quais foram os conteúdos que os alunos encontraram maior/menor quantidade de proposições incorretas nos mapas. Participaram 86 alunos ingressos em uma universidade de São Paulo, no primeiro semestre de 2016, na disciplina de Ciências da Natureza. O referencial teórico fundamentou-se na Teoria da Carga Cognitiva de Sweller (1988). Os materiais utilizados foram dois mapas conceituais com demanda de tarefas diferentes feitos pelo professor da disciplina sobre mudanças climáticas. Os dados analisados de forma descritiva evidenciaram que o mapa conceitual com proposição incorreta pode ser mais uma ferramenta avaliativa agregada as já utilizadas pelos professores; os alunos identificaram mais de setenta por cento das proposições em ambos os mapas e os conteúdos com menos acertos envolveram questões geográficas, físicas e biológicas. O estudo mostrou que o mapa conceitual, com essa estrutura, pode ser mais uma proposta para superar os percalços relacionados ao tempo de treinamento e de correção.

Palavras-chave: Instrumento avaliativo, Mapa conceitual, Proposições incorretas.

CONCEPT MAP WITH INCORRECT PROPOSITIONS: A NEW PROPOSAL FOR ASSESSMENT TOOL

Abstract: Concept maps are graphic organizers used for teaching and learning processes but hardly explored as an evaluation tool in the classroom. A new proposal for using concept maps was conceived in this work, in which the concept map is created by the teacher, who intentionally includes incorrect propositions that must be identified by the students as a way to verify their understanding about the topic. The study goals were to find how many students found the incorrect propositions in the maps used during the class as well as describe which topics they discovered in most/fewer incorrect propositions. A total of 86 students from a university in São Paulo participated in the study, during the first semester of 2016, in the

¹ Doutora em Educação pela USP e professora pela SEED/PR. E-mail: ronise.ribeiro.correa@gmail.com. O presente artigo é fruto de uma parte da tese de doutorado intitulada “Análise da utilização do mapa conceitual com proposições incorretas como instrumento avaliativo em uma sala de aula invertida” apresentada na Faculdade de Educação - Universidade de São Paulo - FEUSP.

² Doutor em Química e Professor da Universidade de São Paulo – EACH/USP. E-mail: prmc@usp.br. Professor orientador da tese supracitada.

discipline of Natural Sciences. The theoretical framework was based on Sweller's Cognitive Load Theory (1988). The material was two concept maps which demanded different tasks from the students, created by the professor about the topic of climate change. The data were analysed descriptively showing that the concept map with incorrect propositions is another type of evaluation tool among others already used by teachers. The students identified more than seventy percent of the incorrect propositions on both maps, and the topics that they had the least wrong propositions found were geography, physics and biology. The study showed that concept maps with this type of structure could be another proposal to overcome the setbacks in the correction or training time.

Key words: Assessment tool, Concept map, Incorrect propositions.

INTRODUÇÃO

Os mapas conceituais são organizadores gráficos que representam a estrutura do conhecimento do indivíduo que elabora. Eles podem ser utilizados em variados contextos principalmente na esfera escolar, em seus diversos níveis, tanto no processo de ensino quanto no de aprendizagem. Segundo um levantamento bibliográfico realizado em 2018 sobre a utilização dos mapas conceituais, Toigo, Moreira e Costa (2012) mostraram que o utilizam mais como recurso pedagógico/didático de ensino do que como instrumento avaliativo.

Várias questões e dificuldades são encontrados quanto ao seu uso para a avaliação. Uma delas está relacionada ao tempo: (i) para treinar os alunos na elaboração e (ii) para correção dos mapas conceituais pelo professor.

Quanto ao treinamento dos alunos na elaboração dos mapas conceituais, os professores precisam ensiná-los no procedimento de hierarquização conceitual, na elaboração de proposições semanticamente corretas (AGUIAR e CORREIA, 2013) o que, para muitos, causa certa insegurança em instruir, pois entendem que não dominam corretamente a técnica.

Ademais, na literatura, não há um consenso quanto ao tempo de treinamento para se aprender a elaborar um mapa conceitual sendo que, em alguns artigos, os autores colocam que o tempo pode variar de 15 a 20 minutos (*e.g.*, REDFORD *et al.*, 2012), outros de aproximadamente 50 minutos (*e.g.*, RUIZ-PRIMO *et al.*, 1997) ou, até mesmo, pode durar até 2 semanas (*e.g.*, MILLER, CAÑAS e NOVAK, 2008) o que poderia causar outros entraves relacionados ao tempo como o cumprimento do planejamento pedagógico e das demandas curriculares pertinentes a disciplina e a instituição de ensino.

Diante do impasse quanto ao tempo de treinamento dos alunos optou-se, para esse trabalho, entregar aos alunos um mapa conceitual já elaborado – no caso pelo professor da disciplina que compreende a técnica – para diminuir a demanda da tarefa e otimizar o tempo inerente a elaboração de um mapa conceitual.

Quanto ao tempo de correção dos mapas conceituais, uma questão levantada está ligada a variada de mapas que o professor teria que corrigir afinal eles revelam a construção hierárquica do conhecimento do indivíduo e são, portanto, idiossincráticos (NOVAK, 2010) o que levaria a outra reflexão.

Diante desses variados mapas conceituais, o professor teria uma demanda maior quanto ao tempo de correção e a devolutiva ao aluno. Até porque, depois de um tempo mais estendido, a devolutiva da avaliação perde o sentido.

Frente as situações acima colocadas, sua efetividade em sala de aula acaba sendo pouco explorada como instrumento avaliativo. Sendo assim, este artigo traz uma proposta diferenciada de utilização do mapa conceitual como ferramenta avaliativa em sala de aula em que o professor, que é treinado na técnica, o elabora contemplando o conteúdo da disciplina e, intencionalmente, modifica, inverte, suprime ou adiciona palavras nos termos de ligação das proposições deixando-as contextualmente (no contexto do ensino em questão) incorretas para que o aluno encontre o respectivo erro.

A estratégia proposta nesse trabalho pode ser utilizada de diversas formas na esfera escolar como por exemplo no treinamento dos alunos quanto a elaboração de mapas conceituais tanto para a identificação e diferenciação de proposições semanticamente e conceitualmente corretas quanto para ser reformulado deixando claro o que e como fez. Entretanto, os mapas conceituais apresentados nesse artigo tinham por objetivo somente a identificação das proposições conceitualmente incorretas no intuito de efetivas os objetivos de:

- verificar se e quantos alunos encontraram as proposições incorretas dos mapas conceituais utilizados na disciplina;
- elencar quais foram os conteúdos que os alunos encontraram a maior/ a menor quantidade de proposições incorretas nos mapas conceituais.

Com isso, o professor otimizaria o tempo de correção, pois é a mesma demanda de tarefa do mapa conceitual para todos os alunos repercutindo assim em uma devolutiva mais eficiente e assertiva sobre o processo de aprendizagem.

REVISÃO DA LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A técnica do mapeamento conceitual foi proposta e desenvolvida na década de 1970, pelo pesquisador e professor norte-americano Joseph Novak, conjuntamente com seus estudantes e colaboradores, na Universidade de Cornell, Nova York, USA (TOIGO, MOREIRA e COSTA, 2012), com o intuito de desenvolver uma ferramenta que representasse as relações conceituais

contidas nos modelos mentais dos alunos (NOVAK 2002; 2010).

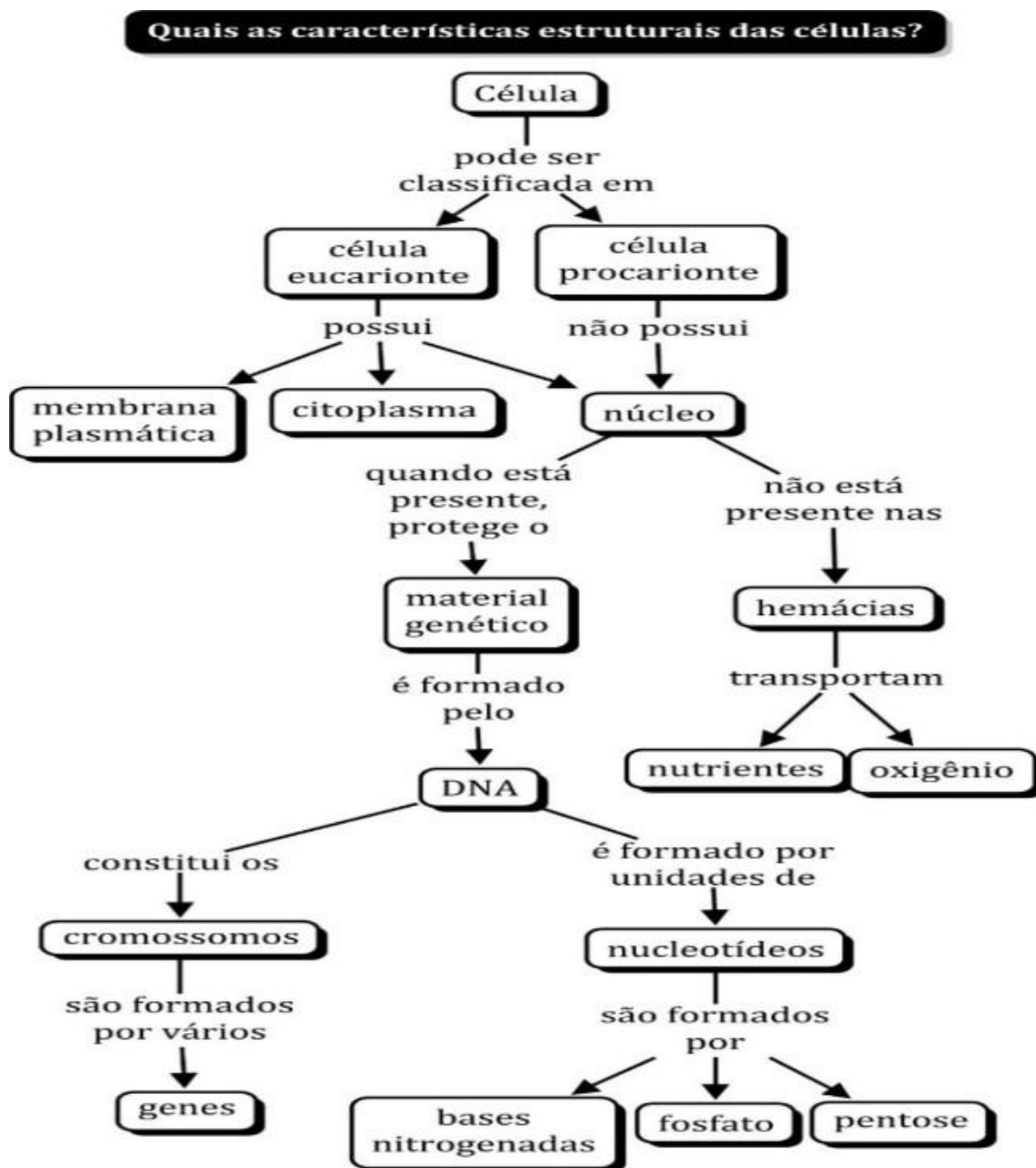
Segundo a proposta de Novak (NOVAK e GOWIN, 1984), o mapa conceitual possui algumas características peculiares que representam de forma precisa as relações que ocorrem entre os conceitos escolhidos sobre um determinado tema formando uma proposição – a proposição é uma das unidades fundamentais do mapa conceitual.

A proposição é formada por um conceito ligado a outro conceito por meio de uma frase ou termo de ligação. Um conceito descreve um objeto, eventos ou situações que possuem atributos comuns. A frase ou termo de ligação serve para expressar claramente o significado da relação entre os dois conceitos (AGUIAR e CORREIA, 2013) tornando-o mais expressivo que os demais organizadores gráficos (DAVIES, 2011).

A figura a seguir (Figura 1) mostra um exemplo de um mapa conceitual de acordo com a proposta de Novak (1984) com conceito ligado a outro conceito formando proposições claras e coerentes por meio do termo de ligação (por exemplo *célula* — pode ser classificada em — *célula eucarionte*).

Estes conceitos estão ligados por uma seta que indica a direção e o sentido em que a proposição deve ser lida para que o leitor compreenda o significado do assunto ou tema abordado no mapa conceitual (Figura 1).

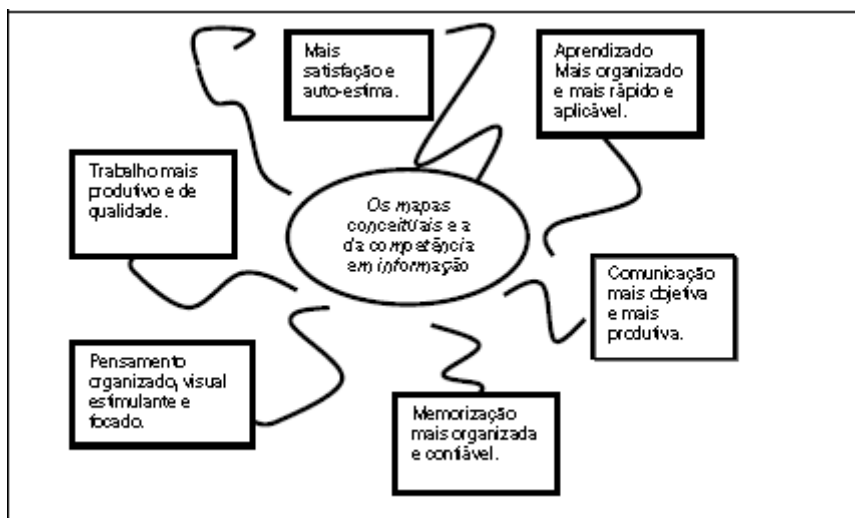
Figura 1 – Mapa conceitual construído de acordo com a proposta de Novak. Os conceitos (palavras dentro dos retângulos) estão ligados por setas para indicar o sentido da leitura. Cada par de conceitos é ligado por um termo de ligação com verbo para dar sentido e clareza semântica das proposições.



Fonte: CORRÊA (2019).

Outros organizadores gráficos, tais como mapas mentais, diagramas ou fluxogramas, muitas vezes são associados como mapas conceituais. Entretanto, eles não possuem a organização conceitual e a estrutura hierárquica proposta por Novak (1984) se assemelhando a um mapa mental (Figura 2).

Figura 2 – Organizações gráficas que podem ser confundidas com os mapas conceituais. Os links dos conceitos saem de um único termo central em forma radial.



Fonte: BELUZZO (2006).

Quanto à avaliação, os autores Toigo, Moreira e Costa (2012) mostraram que os mapas conceituais podem ser utilizados como instrumento avaliativo sob diversas perspectivas e finalidades. Segundo eles podem identificar o conhecimento prévio do aluno antes de iniciar um assunto, pode fornecer informações que auxiliem o professor a planejar o conteúdo a partir das respostas obtidas dos mapas conceituais dos alunos, como um instrumento avaliativo propriamente dito.

Esse artigo traz alguns autores que utilizaram o mapa conceitual como instrumento avaliativo. Segundo Åhlberg e Vuokko (2004), eles pesquisaram se os mapas conceituais poderiam ser utilizados no processo avaliativo e verificaram que eles eram ferramentas confiáveis e úteis para medir, estatisticamente, a aprendizagem dos alunos na faixa etária entre 10 e 13 anos.

No entanto, em outro trabalho Åhlberg e Nownta (2008) obtiveram resultados diferentes ao investigar se havia uma diferença estatisticamente significativa entre os mapas conceituais elaborados pelos alunos, com a mesma faixa etária, e suas respostas a um teste de conhecimento com perguntas curtas, como indicadores da qualidade da aprendizagem.

Os autores ficaram surpresos com os resultados encontrados, observando que as duas formas de avaliação, o teste com perguntas curtas e os mapas conceituais podem ser complementares.

Huerta (2006), outro autor analisado no trabalho de Toigo, Moreira e Costa (2012), acredita que as análises, pontuais e comparativas dos mapas conceituais permitem que os alunos

explorem a multidimensionalidade da representação do conhecimento e obteve conclusões sobre como aprender uma certa estrutura conceitual coloque-se em mais de um nível de representação nas relações conceituais.

Os autores Toigo, Moreira e Costa (2012), afirmam que um dos desafios da educação é a troca dos instrumentos avaliativos que, muitas vezes, são utilizados apenas para resgatar informações superficiais e rápidas de forma mecânica, por instrumentos favoráveis à construção do conhecimento pelos alunos e que seja possível aplicá-los em diversos contextos.

A sustentação de diversos trabalhos realizados no âmbito educacional com mapas conceituais se faz pautado na Teoria da Aprendizagem Significativa. Entretanto, para a análise desse artigo foi utilizado uma outra teoria: a Teoria da Carga Cognitiva, por não se tratar de um trabalho que analisa o conhecimento prévio dos alunos e sim verificar os acertos dos alunos quanto as proposições incorretas e quanto aos conteúdos - demandas de tarefa e de conteúdo presentes nos mapas conceituais com proposições incorretas.

Teoria da Carga Cognitiva

A Teoria da Carga Cognitiva foi proposta por John Sweller no final da década de 1980 (SWELLER, 1988) e apresentada formalmente no final da década de 1990 por Sweller, Merriënboer e Paas (1998) cujo objetivo é explicar como o indivíduo adquire, processa e armazena as diversas informações advindas do ambiente social – que são em grande quantidade e de diversas formas – e quais são os processos cognitivos envolvidos nesse procedimento.

A teoria é fundamentada na Psicologia Evolutiva e considera que o processo cognitivo é uma conquista evolutiva e sofre diversas influências dos mecanismos biológicos que evidenciam como o ser humano processa e armazena essas informações. Ela considera o princípio do processo de cognição uma conquista evolutiva do ser humano e que ele precisa de mecanismos biológicos importantes para que ocorra o processamento e o armazenamento das informações.

O processamento e o armazenamento das informações implicam no processo da aprendizagem, pois necessitam de diversas atividades cognitivas relacionadas a uma sequência de operações mentais, as quais permitem tratá-las por meio da representação, do raciocínio, da atenção e da memória do indivíduo.

Segundo a teoria, a memória é um recurso cognitivo muito importante para o armazenamento das informações e ela é classificada em memória sensorial, memória de trabalho e memória de longo prazo (SWELLER, MERRIËNBOER e PAAS, 1998).

A **memória sensorial** é importante para recolher as informações que foram processadas, pelos indivíduos, por um determinado tempo, que vieram do meio social. Estas informações que são captadas pelos sentidos da audição, olfato, visão, tato e gustação e, posteriormente, esses estímulos, são transferidos para a memória de trabalho por meio da atenção seletiva.

A atenção seletiva se revela quando selecionamos de forma consciente onde a mente deve permanecer focada e para tanto a atenção é uma função importante. Os principais canais são o visoespacial – diagramas e palavras – e o auditivo – narrações e sons – por onde as informações são captadas, processadas e armazenadas na memória de trabalho.

A **memória de trabalho** é o local onde ocorre o processamento cognitivo consciente das informações que vieram da memória sensorial. Entretanto, ela possui algumas limitações relacionadas à quantidade de informações e ao tempo em que elas permanecem na memória de trabalho: considera-se que algumas informações podem ser esquecidas.

Ela consegue operacionalizar as informações em pouca quantidade, em sete itens simultaneamente, podendo variar de dois itens para mais ou para menos ($7+2=9$ ou $7-2=5$) sendo estes itens caracteres, letras, sílabas, números entre outros. Esse é conhecido pelo “número mágico” descrito por Miller em meados da década de 1950 (MILLER, 1956). As informações ficam armazenadas e são processadas pelo tempo necessário para a realização de uma tarefa mais imediata como, por exemplo, saber o número de um telefone celular ou o endereço eletrônico de algum site.

Por ser uma memória limitada, quando a quantidade de informações aumenta linearmente, o número de interações e de combinações entre os elementos da informação aumenta exponencialmente o que leva a memória de trabalho a extrapolar sua capacidade prejudicando o processamento desses elementos.

Em contrapartida da memória de trabalho, a memória de longo prazo não é limitada em espaço, tamanho e quantidade de informações. Os esquemas advindos da memória de trabalho são processados e armazenados por meio da sua integração em diversos outros esquemas lógicos e não arbitrários já existentes na memória do indivíduo e, para que isso ocorra, é necessário a utilização de diversas estruturas mentais que permitem a organização das informações de forma ordenada e não aleatória à estrutura já existente do indivíduo.

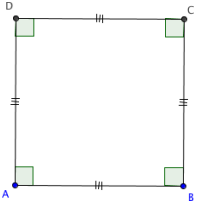
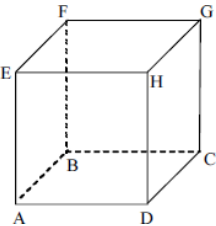
A integração dos esquemas ocorre de forma lógica, consciente e com esforço cognitivo. Quando um indivíduo tenta recuperar as informações de um determinado assunto da memória de longo prazo, mas não tem um conhecimento prévio bem estruturado, o seu

esforço cognitivo acaba se tornando alto, enquanto para um indivíduo que já possui um conhecimento preexistente bem estruturado sobre o assunto o esforço cognitivo acaba se tornando menor.

Para a Teoria da Carga Cognitiva, quanto mais automatizado estiverem os esquemas mais recursos sobram na memória de trabalho para a codificação de novas informações e o acionamento dos conhecimentos prévios na memória de longo prazo (SWELLER, MERRIËNBOER e PAAS, 1998). Sendo assim, a memória de trabalho, precisa de recursos cognitivos disponíveis para processar estes esquemas. Esses recursos cognitivos estão relacionados a dois aspectos importantes: (a) a carga cognitiva intrínseca e (b) a carga cognitiva extrínseca.

- a) Carga Cognitiva Intrínseca (CGI): está relacionada com o conteúdo e a sua complexidade. Na matemática, por exemplo, o conteúdo abordado em geometria plana sobre o quadrado apresenta uma menor carga intrínseca se for comparado ao da geometria espacial sobre o cubo (Quadro 1).
- b) Carga Cognitiva Extrínseca (CGE): está relacionada ao formato da tarefa apresentada ao aluno. Explicar para um aluno o que é e como desenha se um quadrado ou um cubo na forma textual impõe uma maior carga extrínseca do que na forma pictórica ou visual. (Quadro 1).

Quadro 1 – Exemplo de como a carga cognitiva intrínseca pode ser menor ou maior em função da baixa ou alta interativa entre elementos e extrínseca pode ser menor ou maior em função de um formato de instrução adequado (visual/ texto).

Cargas cognitivas	Menor Carga intrínseca (quadrado)	Maior Carga intrínseca (cubo)
Menor Carga extrínseca (visual)		
Maior Carga extrínseca (textual)	<p>Quadrado é uma figura geométrica plana formada por quatro lados congruentes e por quatro ângulos retos – os seus quatro ângulos interiores medem 90°.</p>	<p>O hexaedro ou cubo é um poliedro regular com 6 faces congruentes, 8 vértices e 12 arestas. Cada face tem 4 arestas e de cada vértice partem 3 arestas.</p>

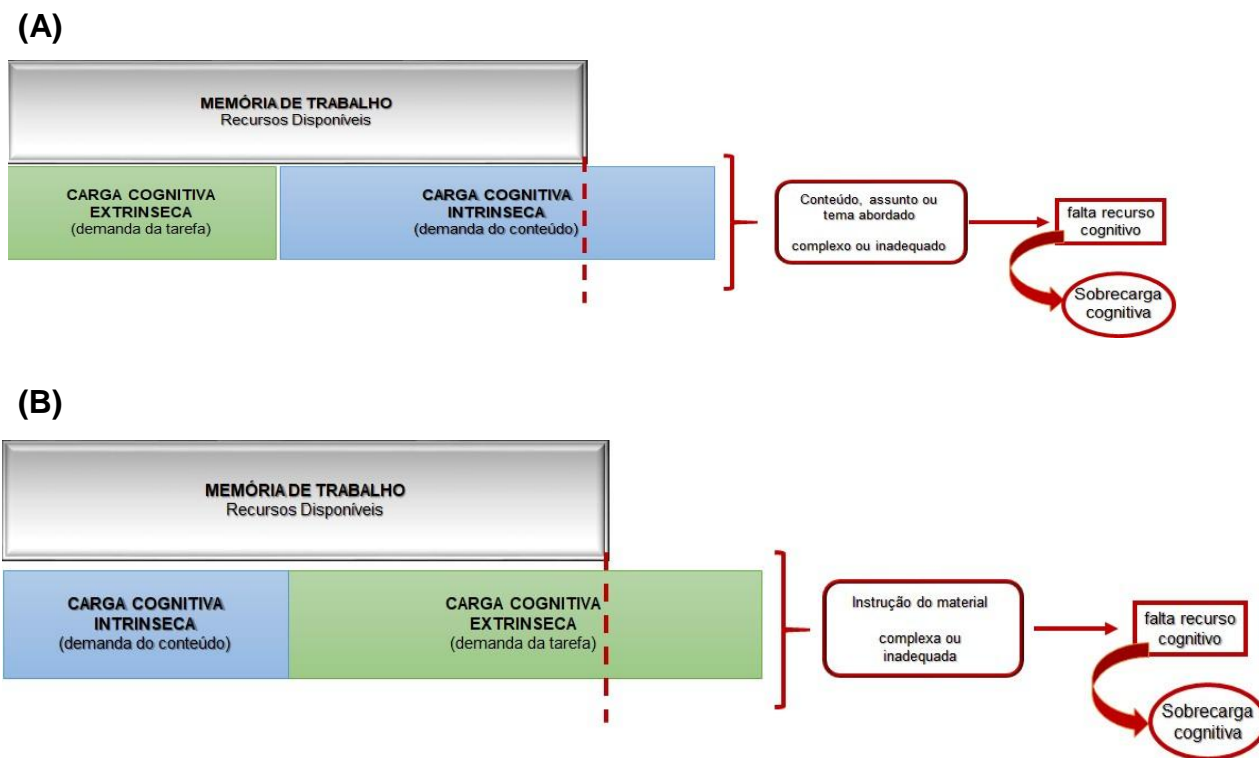
Fonte: CORRÊA (2019).

A Teoria da Carga Cognitiva, além de distinguir as duas cargas cognitivas, coloca que elas são capazes de interferir no processamento de informações pela memória de trabalho durante a aprendizagem (SWELLER, AYRES e KALYUGA, 2011) que ocorre adequadamente quando a somatória das cargas, intrínseca e extrínseca, não excede os recursos da memória de trabalho. Se a instrução da tarefa é difícil ou complexa ou inadequada e se o conteúdo abordado é muito denso e complexo ocorrerá uma sobrecarga cognitiva porque faltarão recursos cognitivos disponíveis na memória de trabalho o que prejudicará a aprendizagem do aluno (Figura 3).

Para que o processamento de informação do aluno seja positivo, cabe ao professor propor atividades com ajustes nas cargas extrínseca e intrínseca evitando o uso de qualquer coisa que o distraia ou dificulte na construção ou na modificação dos esquemas de informação.

Se uma das cargas, ou intrínseca ou extrínseca, não pode ser modificada cabe ao professor ajustar uma delas planejando adequadamente a organização pedagógica da disciplina. Por exemplo, se a demanda do conteúdo, relacionado à carga intrínseca, está muito complexa, o professor pode sequenciá-la partindo do ponto mais simples para auxiliar o aluno na compreensão do tema.

Figura 3 – Representação da sobrecarga cognitiva na memória de trabalho. Quando a instrução do material (retângulo verde) extrapola a memória de trabalho (retângulo cinza) há sobrecarga cognitiva (b). Quando o conteúdo (retângulo azul) extrapola a memória de trabalho (retângulo cinza) há sobrecarga cognitiva (a).



Fonte: CORRÊA (2019).

Caso a demanda da tarefa esteja difícil, o docente pode apresentar a mesma tarefa de forma mais adequada, como por exemplo de texto para imagem, para que o aluno compreenda a instrução da atividade proposta e possa aprender adequadamente o conteúdo da aula.

Além da forma de planejar a organização curricular e pedagógica da sua disciplina para não sobrecarregar cognitivamente o aluno, o professor precisa ficar atento aos recursos e instrumentos que ele utiliza para otimizar o percurso de aprendizagem do discente.

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A pesquisa ocorreu no primeiro semestre de 2016, na disciplina de Ciências da Natureza: Ciência, Cultura e Sociedade, componente curricular de uma universidade na cidade de São Paulo. Participaram desse estudo 86 alunos, sendo 45 do gênero masculino e 41 do gênero feminino.

O professor organizou a disciplina conforme a metodologia ativa conhecida como sala de aula invertida com atividades virtuais e momentos presenciais com aulas semanais, totalizando 15 encontros divididas em 3 blocos com temas correlatos mas distintos: o primeiro bloco sobre o tema Universo, o segundo sobre Mudanças Climáticas e o terceiro sobre

Bioética. Cada bloco era composto por 5 aulas sendo que na última foi aplicado os mapas conceituais com as proposições incorretas (desde o início da disciplina, os alunos tiveram contato com os mapas conceituais).

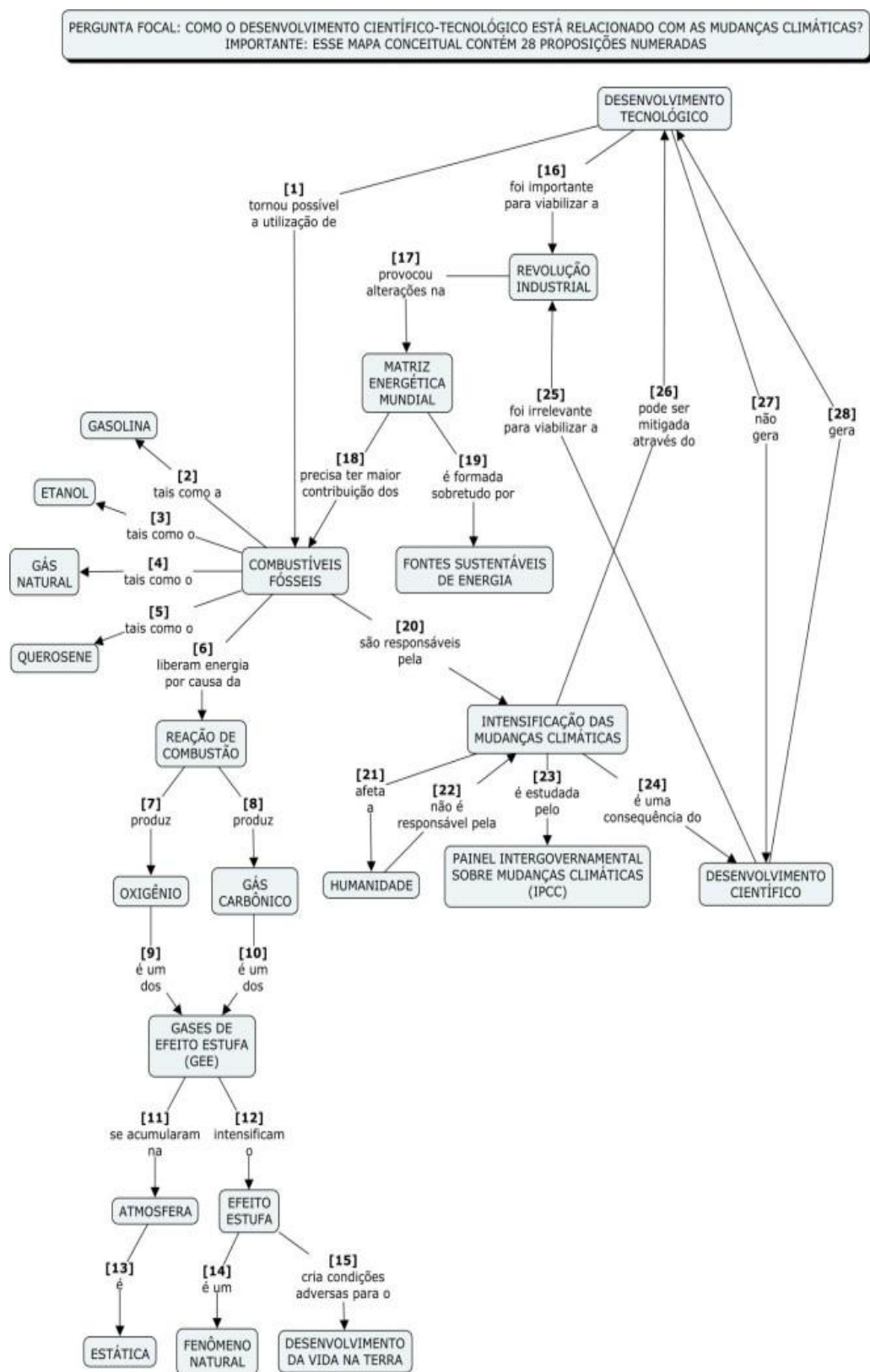
Os mapas conceituais com proposições incorretas não eram os únicos instrumentos avaliativos utilizados pelo professor na disciplina. Ele disponibilizava, também, testes de múltipla escolha e questões dissertativas sendo que cada instrumento avaliativo possuía o mesmo peso no valor total da nota. Outras atividades paralelas eram disponibilizadas para os alunos como questões a serem debatidas em sala de aula, questões a serem respondidas na plataforma virtual da disciplina entre outras.

A pesquisa focou na organização do segundo bloco da disciplina. Foram utilizados dois mapas conceituais, ambos elaborados pelo professor da disciplina que tinha conhecimento da técnica de mapeamento. Os alunos tinham 15 minutos para concluir a tarefa de cada um dos mapas totalizando 30 minutos. Os mapas possuíam diferenças na instrução da tarefa que serão detalhados a seguir.

Mapa conceitual [MC1]: Identificar a proposição incorreta

Esse mapa continha um total de 28 proposições sendo que 10 estariam incorretas (3, 7, 9, 13, 15, 18, 19, 22, 25 e 27). Junto com o mapa, os alunos receberam também uma folha que continha a instrução da tarefa sem nenhum tipo de dica ou direcionamento que os auxiliassem para encontrar as proposições incorretas (Figura 4).

Figura 4 – Mapa conceitual elaborado pelo professor com proposições incorretas [MC1].



Fonte: CORRÊA (2019).

Foi entregue aos alunos junto com o mapa, uma folha onde havia uma tabela com espaço para os alunos colocarem o número da proposição do mapa conceitual que tinha erro no termo de ligação e na coluna ao lado havia um espaço para os alunos comentarem o erro da proposição ou a corrigissem conceitualmente.

Para a pesquisa, esse mapa conceitual recebeu o código [MC1] (instrumento avaliativo) e o código pela instrução de tarefa [IE] (identifique o erro). Os códigos correspondentes desse mapa conceitual estão destacados em vermelho na primeira linha, à esquerda, no início da instrução da tarefa no Quadro 1.

Quadro 1 – Codificação do mapa conceitual [vermelho].

MC1 [IE] Indique as proposições erradas no mapa conceitual que começa com o conceito “DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO” e explique cada erro identificado. Use quantas linhas forem necessárias.	
Número da proposição	Explicação do erro
03	XXXXXXXX
07	XXXXXXXX
09	XXXXXXXX

Fonte: CORRÊA (2019).

Mapa conceitual [MC2]: julgar e comentar a proposição incorreta

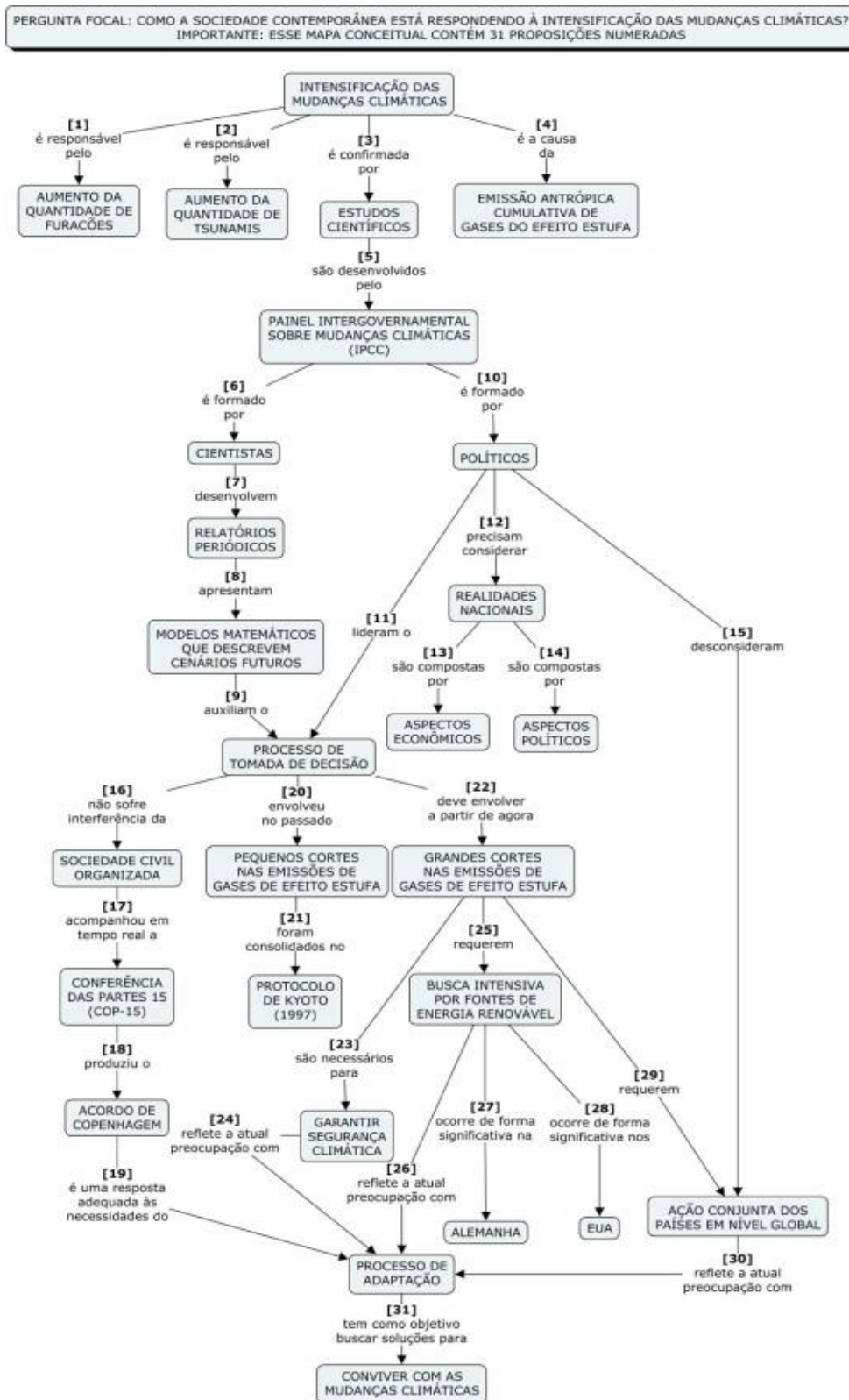
Esse mapa também foi elaborado pelo professor e continha 31 proposições. Com o intuito de saber se os alunos reconheceriam, de uma lista de 10 proposições pré-selecionada por ele, quais proposições teriam algum erro conceitual no termo de ligação foi entregue aos alunos, junto com o mapa conceitual, uma folha com a tabela sendo que na coluna, a esquerda, continha os números das proposições selecionadas do mapa conceitual, ao lado a coluna com a afirmação “está certa” e outra com a frase “está errada” e em outra coluna, um espaço para os alunos comentarem o erro na proposição.

Os alunos deveriam ler as proposições previamente selecionadas e julgar se ela estava correta ou não. Caso estivesse correta, ele marcaria um X na coluna “está correta” ou se não estivesse correta, dentro do critério de conhecimento do aluno, ele deveria marcar um X na coluna “está errada”. Ao selecionar a coluna de que a proposição está errada, ele deveria corrigi-la para que a mesma ficasse correta conceitualmente.

Para o trabalho esse mapa conceitual recebeu o código [MC2] e por sua instrução de tarefa o código [CP] (comentar a proposição). Os códigos correspondentes desse mapa conceitual estão destacados em vermelho na primeira linha, a esquerda, no início da instrução da tarefa no Quadro

2.

Figura 5 – Mapa conceitual elaborado pelo professor com proposições incorretas [MC2].



Fonte: CORRÊA (2019).

Quadro 2 – Codificação do mapa conceitual [vermelho].

MC2 [CP] Julgue, em certo ou errado, as proposições erradas no MC que começa com “INTENSIFICAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS”. Marque sua opção com um “X” e explique cada erro identificado			
Número da proposição	Está certa	Está errada	Explicação do erro
02	x		xxxxxxx
04	x		xxxxxxx
10		x	xxxxxxx
15	x		xxxxxxx

Fonte: CORRÊA (2019).

RESULTADOS

Os dados obtidos foram organizados e categorizados³, segundo os critérios dos autores, por similaridade de acordo com os assuntos abordado em cada um dos mapas conceituais. Para o primeiro mapa conceitual [MC1], as categorias estabelecidas foram:

- Conteúdo específico: são os assuntos das questões mais específicos voltados para a Física, a Química e a Biologia no que diz respeito as mudanças climáticas no planeta (P3, P7, P9, P13, P15, P18 e P19);
- Conteúdo inter-relacionado: são os assuntos mais voltados para as questões da ação humana (antrópicas), de ações governamentais (políticas) e aspectos e consequências voltadas densidade demográfica, relevo e fenômenos naturais (geográficas) (P22, P25 e P27) relacionados as mudanças climáticas.

Para o segundo mapa conceitual [MC2], as categorias estabelecidas foram:

- Conteúdo antrópico: são os assuntos relacionados as ações humanas nas questões climáticas (P4 e P16);
- Conteúdo político: são os assuntos relacionados as ações políticas das políticas públicas e governamentais com a intenção de diminuir o aquecimento global (P10 e P19);
- Conteúdo geográfico: são os assuntos sobre o aumento das mudanças climáticas relacionados com os fatores geográficos como por exemplo os tsunamis (P2).

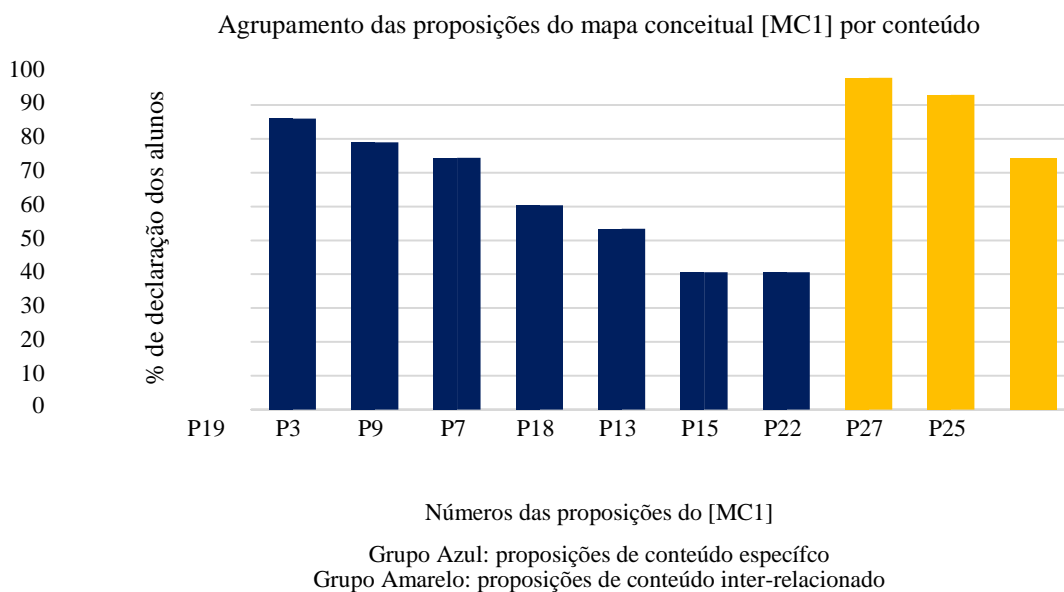
³ As categorias foram diferentes devido as peculiaridades de cada mapa conceitual. O [MC1] tratava do desenvolvimento científico e tecnológico e o [MC2] abordava a relação da sociedade com as mudanças climáticas.

Depois dos dados serem ordenados, o segundo passo foi o tratamento dos resultados obtidos utilizando a análise descritiva – razão de proporção (porcentagem) – (FIELD, 2013) para saber a quantidade de proposições incorretas encontradas pelos alunos e quais os conteúdos estavam relacionados. Foi elaborado um gráfico para mostrar os resultados obtidos de cada um dos mapas conceituais.

DISCUSSÕES

Primeiro foi considerado o mapa conceitual [MC1] onde as colunas azuis representam o conhecimento mais específico e as colunas amarelas evidenciam o conhecimento inter-relacionado (Figura 6).

Figura 6 – Quantidade de proposições incorretas encontradas pelos alunos por grupo: conteúdo mais específico (azul) e conteúdo inter-relacionado (amarelo) abordados no mapa conceitual [MC1].



Fonte: CORRÊA (2019).

Com relação aos assuntos abordados no mapa conceitual [MC1] e a quantidade de proposições incorretas identificadas pelos alunos, as mais encontradas foram as P22 com 98%, a P27 com 93% e a P25 com 74%.

De acordo com as características do conteúdo essas proposições foram agrupadas na categoria dos conhecimentos inter-relacionado (colunas amarelas da Figura 6). A proposição P22 abordava a ação antrópica nas mudanças climáticas (humanidade não é responsável

pelasmudanças climáticas) onde o erro aparecia na negativa do termo de ligação.

As proposições P27 e 25 tratavam das questões tecnológicas e científicas que ocorreram na Revolução Industrial que aumentaram, ao longo dos anos, o efeito estufa. As demais proposições foram agrupadas na categoria do conhecimento mais específico. As proposições que os alunos mais identificaram foram a P19 com 86%, a P3 com 79% e a P9 com 74% de acertos (colunas azuis na Figura 6).

A proposição P19 abordava questões geográficas (matriz energética mundial é formada sobretudo por fontes renováveis de energia) e as proposições P3 e P9 estavam relacionadas às questões químicas sobre mudanças climáticas.

As proposições com os menores índices de acertos foram a P13 e a P15 no mapa conceitual, [MC1] com menos de 40%. A P13 tratava do conhecimento de Física sobre o movimento da atmosfera (atmosfera é estática) e a P15 abordava o conteúdo de Biologia sobre o efeito estufa propiciar condições para a existência de vida no planeta (efeito estufa cria condições adversas para o desenvolvimento da vida na Terra) (Figura 6).

Os temas apresentados no mapa conceitual [MC1] tinham um caráter mais específico quanto às mudanças climáticas. Nesse mapa, o grupo com maior percentual de acertos foi a categoria cujos conteúdos exploravam as questões menos científicas e mais inter-relacionados com mudanças climáticas (ação antrópica e tecnológica).

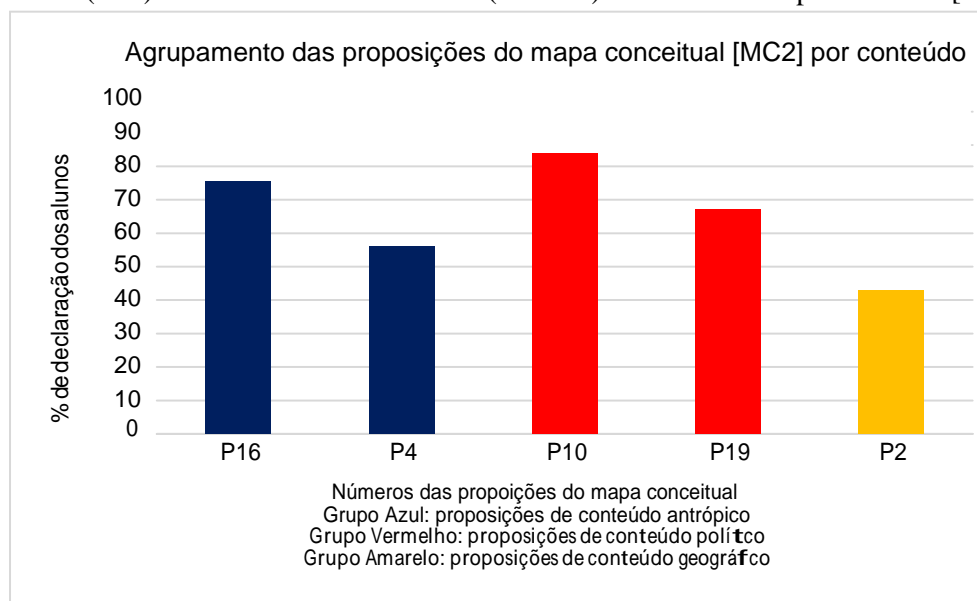
Essa complexidade fica evidente nos resultados obtidos: com menor índice de acerto foram os conteúdos de Física e de Biologia, proposições P13 e P15 respectivamente, com percentual de acerto de 41% cada um. (Figura 4).

A proposição P13 tratava especificamente de um conteúdo físico sobre uma característica da atmosfera e os textos disponibilizados para a disciplina não abordam especificamente o dinamismo da atmosfera, mas enfatizam que os “gases, mesmo emitidos na China circulam por toda atmosfera e, portanto, sua presença afeta não só os chineses, mas também outras populações” (GOLDEMBERG, 2000, p.77).

Para o mapa conceitual [MC2] foi estabelecido um gráfico no qual as colunas azuis representam o conhecimento antrópico, as colunas vermelhas o conhecimento sobre os aspectos políticos e as colunas amarelas o conteúdo geográfico sobre mudanças (Figura 7).

Constatou-se que o maior índice de acertos foi obtido na P10 com 84% e na P19 com 67%. Elas estão no grupo vermelho, temática relacionada aos aspectos políticos com as mudanças climáticas (Figura 7).

Figura 7 – Quantidade de proposições incorretas encontradas pelos alunos por grupo: conteúdo mais específico (azul) e conteúdo inter-relacionado (amarelo) abordados no mapa conceitual [MC2].



Fonte: CORRÊA (2019).

Dos assuntos abordados no mapa conceitual [MC2], o grupo de proposições com o maior percentual de acertos foi o vermelho (Figura 7) cujos aspectos centrais eram as questões políticas sobre as mudanças climáticas.

A proposição que apresentou menos acerto no mapa conceitual [MC2] foi a P2 onde 42% dos alunos encontraram o erro no termo de ligação. Ela é uma questão que chama a atenção, pois vários alunos relacionaram o aumento na quantidade de tsunamis como consequência da intensificação das mudanças climáticas.

Na tentativa de resgatar o conteúdo e compreender a instrução de uma determinada tarefa que, para o aluno, seja uma novidade ou complexa, ele precisa resgatar informações que podem extrapolar a memória de trabalho, que é limitada, prejudicando o processamento das informações (SWELLER, AYRES e KALYUGA, 2011) necessário para a aprendizagem. Ou seja, se a demanda da tarefa é difícil, o docente pode apresentar a mesma tarefa de forma mais ajustada para que o aluno compreenda a instrução proposta e possa aprender adequadamente o conteúdo proposto.

Apesar dos mapas conceituais terem instruções de tarefa diferenciadas, os resultados apontaram que os alunos tiveram um resultado satisfatório em ambos os mapas para a disciplina. Pode-se verificar, também, que o mapa conceitual apresenta ser um instrumento versátil quanto a ajustes na demanda da tarefa podendo diminuir ou aumentar a carga cognitiva extrínseca (CGE) devido ao nível de complexidade do conteúdo abordado.

Nesse caso em específico, a complexidade do assunto foi um desafio para os alunos, pois eles precisam entender: (i) os fatores naturais e antrópicos que afetam o clima, (ii) suas possíveis consequências, (iii) formas de mitigar as transformações climáticas (LAMBERT, LINDGREN e BLEICHER, 2012) de forma menos dicotomizada, superficial ou equivocada (RATINEN, VIIRI e LEHESVUORI, 2013) o que pode sobrecarregar a estrutura cognitiva do aluno dificultando o seu processo de aprendizagem.

Essa sobrecarga cognitiva se deve ao fato de que, muitas vezes, esse tema - mudanças climáticas – é explicado de forma desconexa de outras áreas de conhecimento ou pautado em um senso comum e fortemente apegado a contextos controversos, equivocados ou incertos (RATINEN, VIIRI e LEHESVUORI, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nessa pesquisa permitiram chegar a algumas considerações sobre a utilização de mapas conceituais com proposições incorretas como ferramenta avaliativa em uma sala de aula de acordo com os objetivos propostos.

Pode-se verificar que os alunos encontraram as proposições incorretas em ambos os mapas conceituais. No [MC1] das 10 proposições, 8 ficaram com um percentual acima de 50% de erros identificados e apenas 2 obtiveram um percentual abaixo de 50%. Analisando o conteúdo com o menor índice de acertos se verificou que eram bem específicos e estavam relacionados a Física e a biologia.

No mapa [MC2] das 5 proposições escolhidas pelo professor com erros nos termos de ligação, apenas 1 ficou com índice abaixo de 50% e o seu conteúdo abordava questões geográficas sobre mudanças climáticas.

O mapa conceitual com direcionamento na demanda da tarefa, o [MC2] se mostrou mais eficiente quanto ao encontrar o erro no termo de ligação com 80% de desempenho dos alunos do que o [MC1] com 70% dos acertos. Contudo, apesar da diferença percentual entre eles ser pequena, o ajuste na demanda de tarefa do [MC2] auxiliou os alunos no direcionamento da leitura sequencial do mapa favorecendo-os quanto na demanda de conteúdo que era complexa e inter-relacionada com variados temas.

O estudo mostrou que o mapa conceitual elaborado pelo professor, com essa estrutura, pode ser mais uma opção dentre as outras que ele já utiliza como instrumento avaliativo em seu contexto escolar como testes de verdadeiro ou falso ou de múltipla escolha, questões subjetivas entre outros.

A forma como o mapa conceitual foi proposto se mostra uma opção de contribuir para destravar os percalços mencionados na introdução nesse trabalho relacionados ao tempo de treinamento e de correção: (i) somente o professor é treinado para construir o mapa conceitual o que diminui a carga extrínseca de elaboração pelos alunos; (ii) o professor passa a corrigir o mesmo mapa conceitual independentemente da quantidade que ele possui o que otimiza o fator tempo quanto a devolutiva para os alunos.

Além disso, dependendo do objetivo, o professor pode fazer uso do mapa conceitual com ou sem direcionamento na instrução. Isso se vale dos ajustes que ele precisa realizar de acordo com as dificuldades nas demandas de conteúdo e de tarefa para otimizar e contribuir para um processo de aprendizagem mais satisfatório dos alunos de acordo com a Teoria da Carga Cognitiva.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Joana Guilaes; CORREIA, Paulo Rogério Miranda. Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. **Revista Brasileira de pesquisa em Educação em Ciências**, 13.2: 141-157, 2013.
- CORRÊA, R. R. **Análise da utilização do mapa conceitual com proposições incorretas como instrumento avaliativo em uma sala de aula invertida**. 2019. 231p. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.
- DAVIES, M. **Concept mapping, mind mapping and argument mapping: what are the differences and do they matter?**. Higher education, v. 62, n. 3, p. 279-301, 2011.
- FIELD, A. **Discovering statistics using**. IBM SPSS statistics, 2013.
- GOLDEMBERG, José. Mudanças climáticas e desenvolvimento. **Estud. av.**, São Paulo , v. 14, n. 39, p. 77-83, 2000.
- KINCHIN, I. M. **If concept mapping is so helpful to learning biology, why aren't we all doing it?**. International Journal of Science Education, v. 23, n. 12, p. 1257-1269, 2001.
- LAMBERT, J. L., LINDGREN, J., BLEICHER, R. **Assessing elementary science methods students' understanding about global climate change**. International Journal of Science Education, 34(8), 1167–1187, 2012.
- MAYER, R. E. **Seeking a science of instruction**. Instructional Science, 2010.
- MILLER, G. A. **The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information**. Psychological review, v. 63, n. 2, p. 81, 1956.
- MILLER, N. L., CAÑAS, A. J., NOVAK, J. D. **Use of the CmapTools recorder to explore acquisition of skill in concept mapping**. In Proceedings of the Third International Conference on

Concept Mapping (Vol. 2, pp. 674–681). Tallinn, Estonia: Tallinn University, 2008.

NOVAK, J. D. **Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations.** Routledge, 2010.

_____; GOWIN, B. **Learning how to learn.** Cambridge University Press, Cambridge, 1984.

RATINEN, I.; VIIRI, J.; LEHESVUORI, S. **Primary School Student Teachers' Understanding of Climate Change: comparing the results given by concept maps and communication analysis.** Research in Science Education, v. 43, n. 5, p. 1801-1823, 2013.

REDFORD, J. S. *et al.* **Concept mapping improves metacomprehension accuracy among 7th graders.** Learning and Instruction, v. 22, n. 4, p. 262-270, 2012.

RUIZ-PRIMO, M. A. *et al.* **On the validity of concept map-base assessment interpretations: An experiment testing the assumption of hierarchical concept maps in science.** CRESST, 1997.

SWELLER, J. **Cognitive load during problem solving: effects on learning.** Cognitive Science, 12, 257–285. 1988.

_____; VANMERRIENBOER, J. J. G.; PAAS, F. G. W. C. **Cognitive architecture and instructional design.** Educational Psychology Review, v. 10, n. 3, p. 251-296, 1998.

_____; AYRES, P., KALYUGA S. **Cognitive load theory.** New York: Springer, 2011.

TOIGO, A. M.; MOREIRA, M. A.; COSTA, S. S. C. **Revisión de la literatura sobre el uso de mapas conceptuales como estrategia didáctica y de evaluación.** Investigações em ensino de ciências. Porto Alegre. Vol. 17, n. 2, p. 305-339, 2012.

Recebido em 27/06/2019; Aceito após revisão em 18/12/2019.