

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS, COMUNICAÇÃO E  
EDUCAÇÃO.**

MARLOS JOAQUIM DE OLIVEIRA

**SOLUÇÃO DE PROBLEMAS E MAPAS CONCEITUAIS: UM ESTUDO DE  
APLICAÇÃO DE SOFTWARE NA APRENDIZAGEM DE ECOLOGIA.**

Uberlândia  
2017

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**FACULDADE DE EDUCAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS, COMUNICAÇÃO E**  
**EDUCAÇÃO.**

MARLOS JOAQUIM DE OLIVEIRA

**SOLUÇÃO DE PROBLEMAS E MAPAS CONCEITUAIS: UM ESTUDO DE**  
**APLICAÇÃO DE SOFTWARE NA APRENDIZAGEM DE ECOLOGIA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Tecnologias, Comunicação e Educação da Universidade Federal de Uberlândia, como exigência parcial para a obtenção do Título de Mestre em Tecnologias, Comunicação e Educação.

Área de concentração: Mídias, Educação e Comunicação.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elise Barbosa Mendes.

Uberlândia  
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

- O48s  
2017      Oliveira, Marlos Joaquim de, 1971-  
            Solução de problemas e mapas conceituais : um estudo de aplicação  
            de software na aprendizagem de ecologia / Marlos Joaquim de Oliveira. -  
            2017.  
            77f. : il.
- Orientadora: Elise Barbosa Mendes.  
            Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de  
            Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias, Comunicação  
            e Educação.  
            Inclui bibliografia.
1. Educação - Teses. 2. Aprendizagem baseada em problemas -  
            Teses. 3. Tecnologia educacional - Teses. 4. Ensino auxiliado por  
            computador - Teses. I. Mendes, Elise Barbosa. II. Universidade Federal  
            de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias,  
            Comunicação e Educação. III. Título.

MARLOS JOAQUIM DE OLIVEIRA

**SOLUÇÃO DE PROBLEMAS E MAPAS CONCEITUAIS: UM ESTUDO DE  
APLICAÇÃO DE SOFTWARE NA APRENDIZAGEM DE ECOLOGIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Tecnologias, Comunicação e Educação da Universidade Federal de Uberlândia, como exigência parcial para a obtenção do Título de Mestre em Tecnologias, Comunicação e Educação.

Área de concentração: Mídias, Educação e Comunicação.

Local e data da aprovação: Uberlândia, 14 de março de 2017.

Banca Examinadora:

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elise Barbosa Mendes (orientadora), UFU/MG

*Participação por vídeo conferência*

\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elisa Maria Quartiero, UESC/ SC

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Iara Maria Mora Longhini, UFU/MG

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, causa primária da sabedoria e do entendimento, arquiteto do universo, fonte de inspiração, princípio e fim. Obrigado pela permissão, pelo alento e pela proteção nos períodos de viagem.

Não poderia deixar de agradecer a Jesus, o advogado e único mediador entre Deus e os homens, por ser a referência principal para o exercício do ofício o qual cumpro com orgulho.

À minha esposa Elaine e ao meu filho Guilherme pela paciência incontestável nos momentos de enraizamento no computador.

Aos meus pais Sebastião e Iulha, pelo incentivo e educação familiar, à qual sou grato também a Deus por tê-los como meus genitores.

Aos meus amigos e fieis escudeiros do *ecocourse* pela empreitada, companheirismo e dedicação aos estudos realizados durante do curso.

E finalmente, de maneira especial à minha orientadora Elise, por ter se dedicado e acreditado na presente pesquisa. Por ter investido seu precioso tempo, como incentivadora, orientadora e conselheira.

*“Não existe ciência no mundo capaz de mensurar por meio de dados empíricos o valor de um sorriso, a intensidade de um afeto e a satisfação de alguém que ensina e aprende.”*

*Marlos Oliveira*

## RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo analisar a produção de mapas conceituais na construção de conceitos e solução de problemas em aulas de ecologia. A partir da aplicação de um minicurso sobre os recursos hídricos no ambiente urbano, no Ensino Médio, na cidade de Caldas Novas, verificou-se que os fundamentos da aprendizagem significativa por descoberta com uso de mapas conceituais e solução de problemas com tecnologia *software Cmap Tools* são muito importantes nas aulas. Para a metodologia de ensino, optou-se pela aplicação dos mapas conceituais, trabalho de campo e a resolução de um problema mal estruturado. Para a coleta de dados elegemos três instrumentos para serem avaliados qualitativamente: em 16 alunos de uma escola privada, por rubricas específicas, cujos dados que após a coleta foram tabulados e disponibilizados sob a forma de gráficos. Simultaneamente à adoção da metodologia de condução do minicurso adotamos a observação não estruturada, que objetivamente buscou avaliar as características subjetivas vinculadas ao processo metodológico de sua condução. A análise dos resultados permitiu verificar que a utilização do *software Cmap Tools* para a resolução de problemas demonstrou ser promissora para o processo de aprendizagem significativa.

**Palavras-chave:** Aprendizagem significativa. Aprendizagem por solução de problemas. Mapas conceituais. *Cmap Tools*. Tecnologias. Rubricas.

## ABSTRACT

This research aims to analyze the production of conceptual maps in the construction of concepts and problem solving in ecology classes. From the application of a mini-course on water resources in the urban environment, in the High School, in the city of Caldas Novas, it was verified that the foundations of significant learning by discovery using conceptual maps and solving problems with Cmap Tools software technology are very important in class. For the teaching methodology, we opted for the application of conceptual maps, field work and the resolution of a poorly structured problem. As a data collection tool, three instruments were selected to be qualitatively evaluated in 16 students of a private school, by specific rubrics whose data, after collection, were tabulated and made available as graphs. Simultaneously with the adoption of the methodology of conducting the mini-course, we adopted unstructured observation, which objectively sought to evaluate the subjective characteristics linked to the methodological process of its conduction. The analysis of the results allowed to verify that the use of the software Cmap Tools for the resolution of problems showed ample promising for the process of significant learning.

**Key words:** Meaningful learning. Problem-solving learning. Conceptual maps. Cmap Tools. Technologies. Rubrics.



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	16
2.1	Tecnologias na aprendizagem .....	16
2.2	A teoria da aprendizagem significativa .....	18
2.2.1	Aprendizagem por descoberta .....	19
2.2.2	Aprendizagem por solução de problemas.....	21
2.2.2.1	Estratégias que contribuem para a aprendizagem por solução de problemas.....	23
2.2.3	Mapas conceituais e a aprendizagem significativa.....	25
2.3	Educação ambiental.....	28
2.4	Software Cmap Tools .....	30
3	METODOLOGIA.....	33
3.1	Contexto da pesquisa .....	34
3.1.1	Do cenário .....	34
3.1.2	Dos participantes .....	35
3.2	Da estratégia da pesquisa.....	35
3.3	Planos e procedimentos de ensino .....	36
3.3.1	Do conteúdo, objetivos e processos.....	36
3.3.2	Da distribuição dos grupos .....	41
3.4	Instrumentos de coleta de dados.....	41
3.4.1	Mapas Conceituais.....	41
3.4.2	Trabalho de Campo .....	42
3.4.3	Resolução do problema .....	42
3.4.4	Observação não estruturada.....	43
3.5	Da avaliação .....	43
3.6	Estruturação e tabulação dos dados .....	47
4	RESULTADOS .....	50
4.1	A análise do módulo 3 .....	50
4.2	Análise do módulo 4.....	55

4.3 Análise da observação .....	60
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	63
REFERÊNCIAS .....	65
APÊNDICE A - Parâmetros para avaliação dos mapas conceituais: .....	70
ANEXO A- Resolução do problema .....	75

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente estamos arraigados a um padrão didático-pedagógico que demonstra, pelos resultados das avaliações externas, pouca eficiência. A didática adotada, principalmente no âmbito do ensino médio, objetiva mais a transmissão de conceitos. A “escola” continua utilizando como principais ferramentas tecnológicas: quadro negro, giz e o livro didático. O papel central do ensino é exercido pelo professor e o “aluno” continua passivo em sua missão de apenas memorizar conceitos.

A pedagogia exercida na maioria das “escolas” brasileiras é uma das importantes variáveis responsáveis pelos resultados pouco expressivos apresentados pelos “alunos” nas avaliações externas promovidas em primeiro lugar, pelo governo federal por meio do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) e de outros instrumentos de avaliação do ensino fundamental, como é o caso da Prova Brasil. Tanto no ensino fundamental, quanto no ensino médio, o que se nota é a falta de significado ao que é ensinado nas “escolas”. Os “alunos” não conseguem utilizar os conteúdos “memorizados” para argumentar e/ou tecer ideias em uma redação, muito menos sintetizar, interpretar dados ou resolver problemas que dependam do trabalho cognitivo. Estes mesmos resultados também são interpretados quando são analisadas as avaliações aplicadas pelo PISA (Programa Internacional de Avaliação de Alunos), e encomendadas pela OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Os resultados referentes às avaliações de 2012 apontam que os “alunos” brasileiros ficaram em situação de desconforto. Dos 65 países participantes o Brasil ficou em 58º lugar no ranking geral. Ainda, segundo a mesma pesquisa, em ciências o Brasil obteve o 59º lugar. Corroborando com o resultado anterior; outra pesquisa realizada, desta vez pelo Fórum Econômico Mundial, referente ao ano de 2014, indicou que dos 140 países participantes o Brasil ficou na posição de número 132 no ranking de ciências (SCHWAB, 2015, p. 123).

Em comparação aos resultados aferidos anteriormente pela OCDE a avaliação referente ao ano de 2015, divulgada em 2016 aponta que, o estudo de ciências no Brasil caiu do 59º para o 63º lugar (OCDE, 2015). Em relação às questões que exigem análise, síntese, evidências ou estratégias para a resolução de problemas apenas 22,4% dos “alunos” obtiveram êxito, demonstrando que as táticas utilizadas pela “escola” para desenvolver habilidades e competências às quais os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) se referem devem ser alvo de reflexão e estudo.

As informações anteriores foram obtidas tendo como ponto de análise apenas o governo federal e o que organismos internacionais pensam a respeito de conteúdos, deixando de lado a opinião dos estudantes. Quando os principais envolvidos no processo são indagados sobre os motivos que os levaram a ter um baixo desempenho, as argumentações são expressivas.

Em pesquisa divulgada no ano de 2013, pelo Anuário Brasileiro da Educação Básica os estudantes revelaram que estão desmotivados com a “escola” atual. Uma das principais queixas é a falta de significado ao que é ensinado. Os estudantes relatam que não conseguem ligar a teoria à prática. A mesma pesquisa aponta que a metodologia tradicional das aulas ministradas apenas com “cuspe e giz” (grifo nosso) é desmotivadora e em muitos casos levam à evasão escolar (CRUZ; MONTEIRO, 2013). Legitimando a pesquisa anterior a UNICEF – Fundo das Nações Unidas para a Infância, realizou uma pesquisa com estudantes na faixa etária entre 15 e 17 anos, que resultou no documento intitulado os 10 Desafios do Ensino Médio no Brasil, divulgado em 2014. Nele os estudantes reclamam que não conseguem discernir como utilizarão os conteúdos ensinados na “escola” (UNICEF, 2014).

É necessário exaltar que atualmente nos deparamos com o grande avanço da ciência e da tecnologia, que por sua vez proporcionou uma revolução na maneira como nos relacionamos, acessamos dados e informações. Graças a ela podemos, por exemplo, nos comunicar com praticamente todo o mundo por meio de um *tablet*, computador ou *smartphone* interligado a rede mundial de computadores. Na economia, as empresas, o mercado já não é capaz de sobreviver sem o uso dessas ferramentas e sem a dinâmica que elas e outras tecnologias proporcionam.

É incontestável o poder da informação e das ditas “novas tecnologias” na esfera social. Toda essa gama de subsídios molda uma nova sociedade baseada no conhecimento e inaugura, de maneira implícita e fora da sala de aula, uma novidade na forma de ensinar e aprender. (grifo nosso)

Para Demo (2009), é nesta dicotomia entre modernidade e padrões do Século XX que está inserida a “escola” atual, radicada em grande parte aos modelos tradicionais centrado no docente e práticas desmotivadoras. Moran, Masetto e Behrens (2015) enfatizam que, nessa cultura das novas tecnologias a “escola” continua organizada de modo previsível, repetitiva e pouco atraente. A educação formal necessita considerar as potencialidades que as tecnologias podem proporcionar à aprendizagem conferindo aos estudantes a oportunidade de aprender utilizá-las para compreender, levantar hipóteses, investigar e para finalmente ter uma aprendizagem significativa. Assim, para haver educação científica, no ambiente educacional é

necessário pelo menos, abordar processo pedagógico de maneira que promova sua flexibilização, ofereça mais autonomia ao estudante e confira ao professor o papel de orientador, moderador, enfim, incentivador.

Diante desse panorama, o tema desta pesquisa concentra-se na aprendizagem por solução de problemas com tecnologia.

A potencialidade da aprendizagem significativa é reconhecida por desenvolver habilidades metacognitivas que proporcionam a reflexão, o raciocínio, enfim uma aprendizagem de longo prazo (SAVIN-BADEM; MAJOR, 2004). O mesmo posicionamento é expresso por Munhoz (2015, p. 104), que acrescenta que a aprendizagem baseada em problemas “tem se demonstrado como uma das abordagens mais seguras e que comporta a utilização de praticamente todas as inovações, sejam tecnológicas, sejam didáticas e pedagógicas”.

Quanto à descentralização do ensino, Ertmer et al. (2015) constataram em suas pesquisas que na aprendizagem baseada em problemas (APB) o estudante é o centro do processo pedagógico, o que confere ao mesmo o protagonismo, maior liberdade na pesquisa e na tomada de decisões.

Souza (2010) considera que a APB motiva, transforma o estudante, seja nas atitudes, no envolvimento e na aquisição de novos conhecimentos de forma autônoma. O autor salienta que a aprendizagem obtida perpassa o campo técnico e conceitual, possibilitando a aplicação dos conhecimentos.

Já na pesquisa conduzida por Santos (2010), verifica-se que a APB propicia a interdisciplinaridade permitindo a integração de várias disciplinas, como química, geografia e biologia. Esta conclusão foi possível após a análise comparativa de mapas conceituais empregados no início de uma situação de aprendizagem e ao final da mesma.

O estudo apresentado por Santos e Silva (2015), partiu de um levantamento crítico sobre a APB sob o ponto de vista da literatura com vistas a analisar as contribuições para o ensino da disciplina de matemática nas séries iniciais. Dentre as reflexões a pesquisa apontou que a APB mobiliza os processos cognitivos desencadeando a descoberta de caminhos e procedimentos para a resolução de problemas. Destacou-se também, que o processo de construção do conhecimento nesta abordagem é ativo, investigativo e beneficia o estudante conferindo ao mesmo, autonomia necessária para a tomada de decisões. O professor, na ótica da pesquisa atua na maioria das vezes como facilitador, não deixando o mesmo de intervir, quando necessário. Os autores, ao final de suas considerações recomendam a utilização híbrida entre o ensino tradicional e a aprendizagem por solução de problemas.

O estudo conduzido por Silva e Gontijo (2015) analisou a possibilidade da elaboração de uma proposta de utilização da APB para um curso de Engenharia Civil. A análise da literatura pertinente ao estudo permitiu identificar que a tendência dos cursos superiores é de aproximar conceitos ao exercício da profissão pelo uso de metodologias ativas como no caso da ABP. A proposta elaborada teve como objetivo nortear a utilização de problemas relacionados a conhecimentos específicos para motivar os estudantes e para torná-los agentes ativos no processo pedagógico de aprendizagem. Durante o estudo ficou evidenciado através de questionário próprio que 97,5% dos estudantes concordaram que a metodologia (APB) é uma alternativa interessante para o desenvolvimento do processo pedagógico na engenharia.

Outra pesquisa que abordou a APB foi conduzida por Silva, Lins e Leão (2016). O estudo foi conduzido de maneira qualitativa e teve como objetivo principal inquirir sobre a viabilidade da aplicação da APB em uma disciplina de Tecnologia da Informação e da Comunicação de um curso de Licenciatura em Química. O levantamento de dados se deu através de questionários oriundos da avaliação da APB. Como resultado do levantamento foi notado que as características: trabalho grupo, colaboração, motivação, engajamento, observadas durante o processo de coleta de dados já justificaria a utilização da APB na prática pedagógica. Foi observado também, o caráter investigativo e a participação ativa dos estudantes na busca de soluções para o problema levantado no início da pesquisa.

Como reflexão final os autores evidenciaram que a metodologia aplicada detém a capacidade de impactar positivamente na transformação de um “ensino” totalmente centralizado no professor para um processo pedagógico dinâmico, onde ambos possam atuar de maneira colaborativa, tendo como base problemas reais.

Em se tratando de mapas conceituais aplicados à resolução de problemas Novak (1984, p. 47) afirma que os mapas conceituais “[...] favorecem a retenção e o uso posterior de conceitos, especialmente para a resolução de problemas”.

A pesquisa conduzida por Kamble e Tembe (2013) no curso de engenharia mecânica, aplicou a metodologia tradicional a um grupo de controle e a utilização de mapas conceituais para um grupo experimental, aplicando-os para a resolução de problemas (mal estruturado e bem estruturado). Após a análise final, constatou-se que a utilização de mapas conceituais empregados pelo grupo experimental favoreceu a aprendizagem quando utilizados para a resolução de problemas bem estruturados, não melhorando o desempenho quando aplicados a problemas mal estruturados. O resultado final comparando-se a aprendizagem tradicional x aprendizagem utilizando mapas conceituais permitiu a conclusão de que os

estudantes que utilizaram os mapas tiveram um desempenho superior aos que empregaram o método tradicional de ensino.

Quanto à aplicação das tecnologias como ferramentas cognitivas, os estudos de Jonassen et al. (2003) em síntese destacam que, quando as tecnologias são aplicadas de forma a despertar o raciocínio e não meramente como instrumentos, se mostram favoráveis para a aprendizagem significativa.

Já os autores Stewart, Schfter e Selverian (2010), enfatizam em seus estudos, que as tecnologias não devem ser utilizadas como meros instrumentos de transmissão unilateral de conhecimento. Neste caso os “alunos” continuam sendo agentes passivos do processo de aprendizagem e a centralidade passaria para o professor e/ou computador, que seriam os detentores das informações. Eles ainda advertem que as tecnologias devem ser utilizadas para ajudar os estudantes a resolver problemas. Isso significa utilizar as tecnologias para levá-los a pensar.

Outra advertência parte da pesquisa de Oliveira (2012) que ao analisar os resultados em seus estudos notou que mesmo havendo investimento em tecnologias, muitas unidades escolares estão utilizando os recursos desconectados da realidade dos estudantes. A pesquisa aponta que a utilização das tecnologias deve ser antecedida de um planejamento, uma intencionalidade, enfim, uma metodologia que propicie a aprendizagem com tecnologia.

Dado o exposto, a presente pesquisa apresenta a seguinte problemática: em que medida a construção de mapas conceituais por meio do software *Cmap Tools* pode contribuir para aprendizagem significativa e a solução de problemas ecológicos em contextos reais? Dessa forma, apresenta os seguintes objetivos:

**Objetivo geral:** Analisar e avaliar a construção conceitual e solução de problemas reais de mananciais urbanos, utilizando o software *Cmap Tools* e os fundamentos da aprendizagem significativa.

Os **objetivos específicos** da pesquisa concentram-se em:

- a) Estudar os fundamentos da aprendizagem significativa por descoberta e solução de problemas com tecnologia, e mapas conceituais;
- b) Analisar a potencialidade do software *Cmap Tools* para a aprendizagem e solução de problemas reais;
- c) Verificar a aplicabilidade de rubricas como ferramenta qualitativa de avaliação;

- d) Compreender em que medida o uso das tecnologias podem ser utilizadas para o desenvolvimento do exercício cognitivo.

Assim, a presente pesquisa foi estruturada em introdução, que apresenta o contexto da qual se encontra a situação da educação brasileira no que tange o processo pedagógico das Ciências da Natureza; aborda também, uma revisão bibliográfica sobre a aprendizagem por solução de problemas; o uso das tecnologias no ambiente educacional e a viabilidade dos mapas conceituais para aprendizagem.

No capítulo 2, agrupam as bases teóricas que fundamentam a presente pesquisa, às quais se concentram no uso das tecnologias no ambiente educacional, as teorias da aprendizagem significativa, aprendizagem por descoberta, aprendizagem por solução de problemas, o uso de mapas conceituais, a importância da educação ambiental e finalmente apresenta-se o software *Cmap Tools*.

O capítulo 3 apresenta a metodologia aplicada a um minicurso de educação ambiental, baseado na epistemologia construtivista e no enfoque qualitativo participante, o qual foi dirigido a 16 estudantes do ensino médio de uma escola privada do município de Caldas Novas, no estado de Goiás. E ainda discorre sobre as escolhas metodológicas, bem como as opções de coleta e avaliação dos dados.

O capítulo 4 aborda os resultados da aplicação da estratégia proposta mediante a análise qualitativa, obtida através da utilização de rubricas aplicadas às ferramentas de coleta de dados (mapas conceituais, trabalho de campo e resolução de um problema). As considerações finais são apresentadas no último capítulo.



## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Como já discutido inicialmente, o resultado observado nas mais diversas avaliações apontam para uma “educação” centralizada nos professores, onde os “alunos” exercem o caráter passivo e mecânico de memorização de conceitos sem significados. Em contraposição a essa evidência, a presente pesquisa assume uma epistemologia construtivista. Essa visão baseia-se na figura central do **estudante** e em sua capacidade de construir seu próprio conhecimento através da bagagem cognitiva, da interação social da qual o mesmo se encontra. Considera também, segundo Stoltz (2012, p. 76) que “tudo é resultado dessa interação: inteligência, afetividade, capacidade de socialização, consciência, personalidade, características propriamente humanas.” Neste contexto o estudante assume a centralidade do ensino, fazendo de seu trabalho cognitivo um instrumento de aprendizagem significativa.

Neste capítulo são abordadas as teorias que permitiram a construção da trajetória lógica da presente pesquisa. Essa carga de elementos é composta pelo o uso das tecnologias no ambiente formal de educação, a aprendizagem significativa, aprendizagem por solução de problemas, o uso de mapas conceituais e a educação ambiental.

### 2.1 Tecnologias na aprendizagem

O meio social está permeado pelo uso das tecnologias digitais. Computadores, *smartphones*, câmeras fotográficas, filmadoras, *tablets*, internet são apenas alguns dos artifícios agregados ao meio social. Os resultados apresentados pelo uso dessas tecnologias no cotidiano são notadamente evidentes e se estende por todas as esferas da sociedade, como bem salienta Veloso (2011, p. 39):

As consequências das novas tecnologias são inúmeras, e seu poder multiplicador tem se voltado a quase todos os campos da esfera humana, seja no lar, na escola, na indústria, no comércio, na fábrica, na igreja, na cultura ou no lazer.

Os estudantes dessa “nova era digital” (grifo nosso) possuem acesso a uma infinidade de tecnologias, portanto o ambiente formal de educação (AFE) não pode desvaler de seu uso e viver uma dicotomia entre o tradicionalismo e modernidade. Desprezar uma sociedade inserida nas tecnologias é retroceder, como afirma Casal (2003, p. 1):

Na era do *YouTube*, dos *smartphones*, dos *tablets*, das redes sociais e da *cloud computing*, existirem ambientes de aprendizagem que não incluam inovação é obrigar os alunos a saírem da imersão tecnológica em que vivem, retirando-os do seu habitat natural e obrigando-os a retroceder no tempo para aprender.

Negar a existência das tecnologias digitais no ambiente formal de educação já não é mais possível. Elas possuem grande relevância no processo de aprendizagem, como nos diz Ward et al. (2010, p. 214): “A TIC chegou para ficar, e as mudanças e as novas tecnologias continuarão a melhorar a maneira como os alunos experimentam o mundo”.

É fato que as tecnologias digitais estão presentes no ambiente social e educacional, mesmo incomodando alguns educadores. Elas podem tornar o acesso à informação, mais ativo e processo de produção do conhecimento mais coerente com o contexto atual. A “escola” e o processo de aprendizagem não podem estar alheios a essas ferramentas, como nos diz Faria (2005, p. 15):

O processo educacional atual insere essas novas TICs nas suas atividades rotineiras, nos exercícios, nas pesquisas, nos trabalhos de grupo etc. Com isso, muito do que o aluno aprende também está fora da escola e depende de sua capacidade de buscar novas fontes de consulta e referência, tornando-se um aprendiz autônomo, responsável por sua própria aprendizagem.

É inegável que aprendizagem não se dá apenas dentro do ambiente formal de educação, assim, restringir o processo apenas a este local é continuar arraigado ao passado. A mesma ideia é analisada por Moran, Masetto e Behrens (2015, p. 30) “A escola precisa entender que uma parte cada vez maior da aprendizagem pode ser feita sem estarmos em sala de aula”. As tecnologias tendem a transformar todo um ecossistema educacional em um espaço de aprendizagem significativa, seja motivando os estudantes ou mesmo tornando o processo de construção do conhecimento mais dinâmico.

Dentre as tecnologias podemos destacar a rede mundial de computadores e os softwares de busca. Essas tecnologias permitem acessar a qualquer momento uma gama de informações, que podem ser utilizadas no processo de resolução de problemas, principalmente durante a fase de investigação. Além disso, conforme Takahashi (2000, p. 46):

[...]as novas tecnologias permitem, entre outras possibilidades, a construção interdisciplinar de informações produzidas individualmente ou em grupo por parte dos alunos, o desenvolvimento colaborativo de projetos por parte de

alunos geograficamente dispersos, bem como a troca de projetos didáticos entre educadores das mais diferentes regiões do País.

As vantagens do uso das tecnologias durante processo de ensino e aprendizagem são inúmeras, dentre elas, conforme destaca Carvalho e Ivanoff (2010): o acesso a bases de dados e informações, trabalhos em grupo, pesquisas, elaboração de trabalhos, dentre outras. Todas essas vantagens cria uma agenda positiva para a construção do conhecimento. Ao valer-se delas, praticamente todas as características de sua implementação perfazem o caminho da aprendizagem significativa e a alfabetização científica. De maneira prática, o uso das tecnologias facilita o processo investigativo e o teste de hipóteses, descartando práticas inadequadas que já foram testadas e refutadas.

## **2.2 A teoria da aprendizagem significativa**

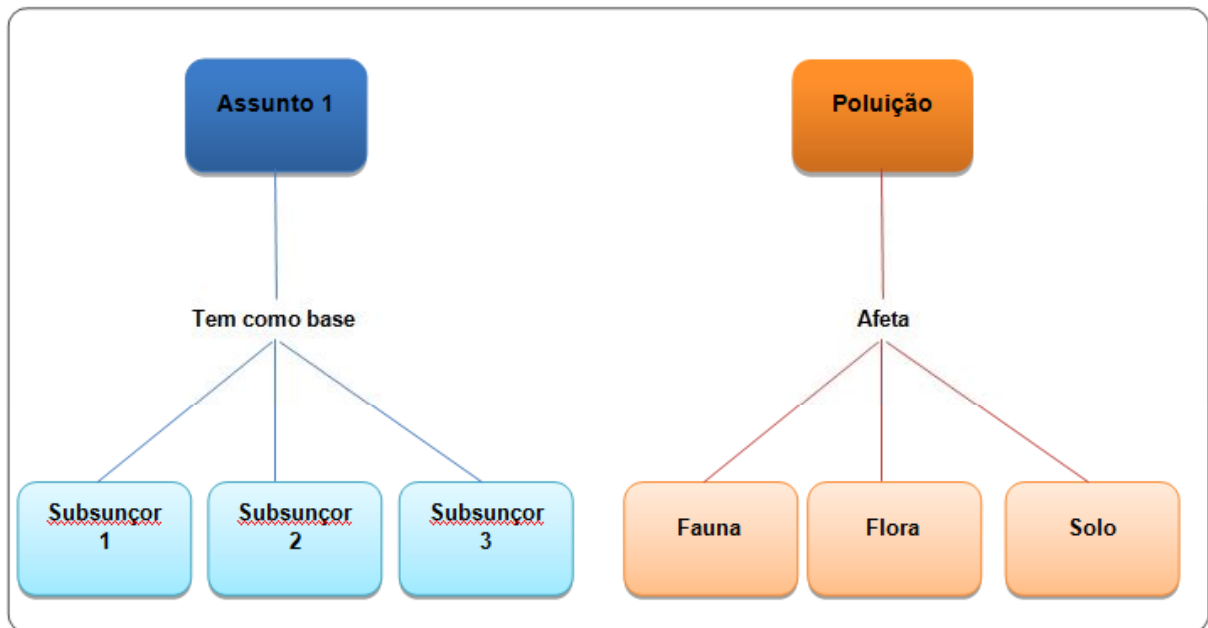
A aprendizagem significativa teve início com os estudos de David Paul Ausubel (1918-2008) um representante da aprendizagem cognitiva, que não deixa de reconhecer a importância das relações e experiências afetivas neste processo.

Segundo Moreira (1999, p 153) a aprendizagem significativa é:

[...]é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica[...]

Ao conjunto de conceitos específicos e categorizados, Ausubel chamou de subsunçores. Estes se encontram armazenados de forma hierárquica na estrutura cognitiva e estão ligados a uma área particular do conhecimento.

Na visão de Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 34) “a essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas pelo aluno através de uma relação não arbitrária e substantiva”.

**FIGURA 1** - Esquema simplificado de subsunções na estrutura cognitiva

Fonte: Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 34).

A aprendizagem significativa acontece quando uma informação nova ancora-se a subsunções pré-existentes na estrutura cognitiva, firmando-se, modificando-se, favorecendo o crescimento de um determinado subsunção. Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980) o fator mais importante para a aprendizagem é o que o estudante já traz em sua estrutura cognitiva, ou seja, subsunções prévios.

### 2.2.1 Aprendizagem por descoberta

O fator marcante da aprendizagem por descoberta é que o conteúdo de determinada área do conhecimento, no caso, de uma disciplina qualquer deve ser descoberto pelo próprio estudante. A função primordial deste tipo de aprendizagem é proporcionar a descoberta do que se deve aprender. Esse tipo de aprendizagem é notado normalmente nos primeiros anos de vida de uma criança. Através de estímulos externos a criança passa a descobrir o mundo em sua volta, agregando à sua carga cognitiva os primeiros subsunções (AUSUBEL; NOVAK; HANESIEN, 1980).

Nesse tipo de aprendizagem o indivíduo deve agrupar e reagrupar certas informações, reorganizar subsunções através do ordenamento cognitivo de forma que se chegue a um produto ou a uma conclusão. Com o produto descoberto, o conteúdo deverá se tornar significativo, da mesma maneira como ocorre na aprendizagem significativa por

recepção<sup>1</sup>. A aprendizagem por descoberta só se tornará significativa caso o conteúdo descoberto pelo estudante seja relacionado com os subsunçores presentes em sua estrutura cognitiva. Quando ele não consegue relacionar esses conceitos a aprendizagem se torna passível de esquecimento.

A aprendizagem por descoberta é válida para certos fins e em situações específicas. Uma delas seria a aprendizagem pelo método científico em uma disciplina qualquer, como destaca Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p 440):

O método da descoberta também possui obvias utilidades para avaliar resultados de aprendizagem e ao ensinar técnicas de solução de problemas e uma compreensão do método científico. Não há meio melhor de desenvolver habilidades eficientes na formulação de hipóteses e sua comprovação.

O uso esporádico de técnicas relacionadas à aprendizagem por descoberta é válido, no entanto, esse tipo de aprendizagem requer o consumo excessivo de tempo e recursos financeiros, tornando-a inviável para o desenvolvimento de todos os conteúdos disciplinares, neste caso a aprendizagem por recepção significativa demonstra-se mais eficaz (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Tomar a aprendizagem por descoberta como única solução para a aprendizagem significativa é de forma prática impossível, como bem destacam Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 440):

De um ponto de vista prático, porém é impossível considerar a exequibilidade pedagógica da aprendizagem pela descoberta como um meio primordial de ensino de conteúdo da matéria sem levar em consideração os imensos custos de tempo e dinheiro envolvido.

Em resumo a aprendizagem por descoberta possui suas vantagens, como: aumentar a autoestima do estudante, fomentar o pensamento criativo, facilitar a retenção do material, porém pela escassez de tempo e a quantidade de conteúdos essenciais destinados à aprendizagem formal essa abordagem não deve ser a única prática pedagógica a ser adotada no ambiente formal de educação.

---

<sup>1</sup> Kiefer e Pilatti (2016, p 18). “É o tipo de aprendizagem significativa que ocorre quando a informação é passada de forma acabada. O indivíduo atua ativamente no material que lhe é repassado para relacionar com as ideias relevantes existentes em sua estrutura cognitiva”.

### 2.2.2 Aprendizagem por solução de problemas

A aprendizagem por solução de problemas segundo Ausubel (1968, p. 533) é “qualquer atividade na qual a representação cognitiva de experiência prévia e os componentes de uma situação problemática apresentada são organizados a fim de atingir um determinado objetivo”. Se um determinado estudante dispuser de uma quantidade de subsunçores adequados dentro de sua estrutura cognitiva a qual mediante essa premissa permita que ele seja capaz de reorganizar o conhecimento a ponto de resolver um problema, a aprendizagem se dará de maneira significativa.

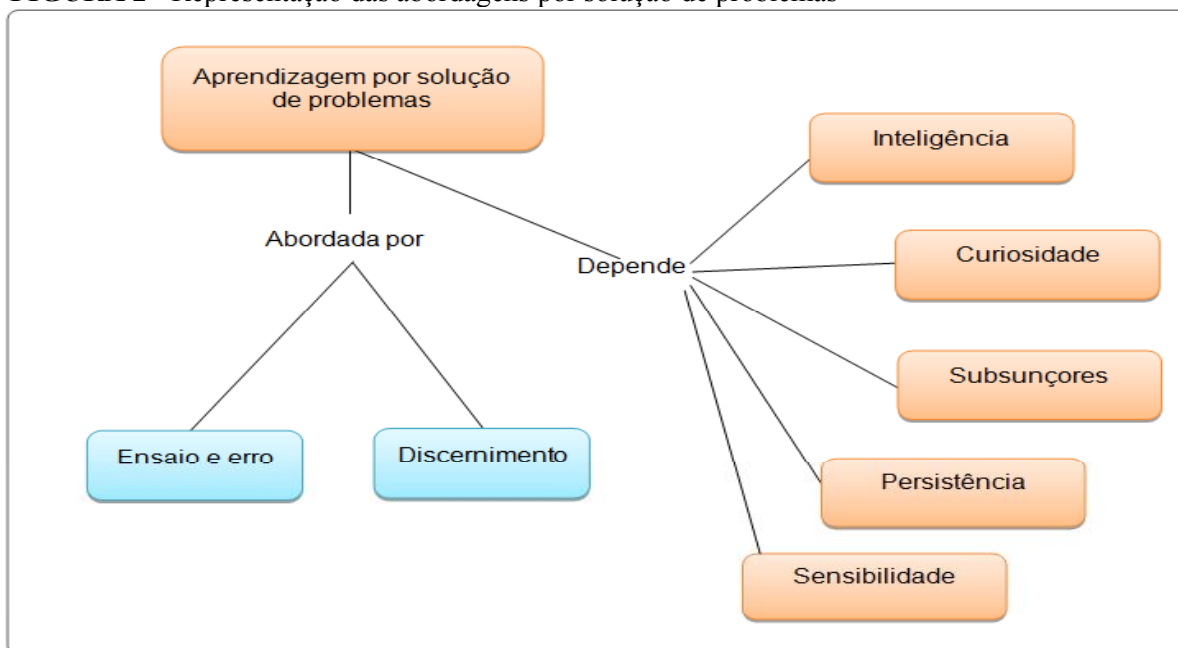
Corroborando no mesmo sentido Jonassen et al. (1999) justifica que a aprendizagem pela resolução de problemas, por ser uma característica investigativa, construtiva e voltada para o exercício prático, demonstra que a abordagem pode ser o baluarte da aprendizagem significativa.

Quanto ao tipo de abordagem existem dois tipos de solução de problemas os quais podem ser observados em estudantes de qualquer nível etário: ensaio e erro e, por discernimento.

O primeiro, conforme Ausubel (1968) envolve a aproximação e correção de hipóteses ou perguntas de maneira sistemática ou aleatória até que um conceito ou uma variante surja e se firme como uma premissa verdadeira que venha a proporcionar a solução do problema. Esse tipo de abordagem está presente em aprendizagens motoras, como presente em brinquedos pedagógicos e em quebra cabeças que exigem testes de acerto e erro.

Já a abordagem por discernimento, envolve a capacidade de optar por critérios ou padrões para a descoberta de uma relação significativa apresentada pelo problema, tomada a partir do julgamento de critérios além da carga cognitiva, geralmente acompanhada implicitamente da compreensão de algum princípio que fundamenta a solução do problema o que torna esse tipo de aprendizagem significativa. A utilização de hipóteses, neste caso específico é necessária, porém não é suficiente para a resolução de um problema (AUSUBEL, 1968).

Conforme Jonassen et al. (2003, p. 20), “Escrever num papel requer a busca da informação e organização, geração de teste, e uma série de processos de escrita”. Em concordância com as características, fica evidente que o exercício do método científico levando-se em conta todas as premissas apresentadas leva a uma aprendizagem significativa. O mesmo autor ainda ressalta a importância da natureza da tarefa ou do problema. Ele deve ser instigador a ponto de despertar o interesse do estudante em resolvê-lo.

**FIGURA 2** - Representação das abordagens por solução de problemas

Fonte: O autor.

O discernimento também se configura como uma aprendizagem significativa. Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 474) essa abordagem “[...] envolve ‘ir além da informação dada’. Inclui a transformação da informação pela análise, síntese, formulação e comprovação de hipóteses, rearranjo recombinação, translação e integração.”.

Existem evidências, conforme Marzano, Pickering e Pollock (2008) que permitem dizer que as orientações do professor sob a forma de pistas podem facilitar a solução de problemas, uma vez que elas ajudam os estudantes a recordar o que já sabem sobre um determinado tema. Neste caso observa-se claramente o papel do professor, que passa a atuar como mediador e incentivador da busca do conhecimento o que também é recomendado por Moran, Masetto e Behrens(2015). Essa abordagem é pedagogicamente dinâmica para desenvolver no estudante habilidades e competências para a resolução de problemas.

Uma estratégia importante para a resolução de problemas é proposta por Cortesão, Leite e Pacheco (2003, p.40): “quando estamos face a um problema, é preciso, antes de mais, estudá-lo, compreendê-lo e tentar encontrar uma sugestão adequada para o enfrentar, até, quem sabe, para o resolver”. Ao evidenciar o estudo do problema, implicitamente almeja-se o levantamento dos pontos chaves relevantes para que as hipóteses sejam elaboradas pelos estudantes a fim de solucionar o problema. Exorta-se aqui, novamente, o papel do professor, que através do planejamento atua como mediador.

A abordagem por resolução de problemas em tese promove o desenvolvimento da autonomia do estudante, tornando-o crítico e permitindo que o mesmo possa desenvolver

competências que vão além do ambiente formal de educação, permite o surgimento de habilidades que serão essenciais para o aprendizado durante toda a vida.

Na visão de Bridges, Mcgrath e Whitehill (2012), quando essa abordagem é aplicada aos cursos de medicina, os estudantes são instigados a resolver problemas mal estruturados de forma colaborativa, envolvendo o levantamento de hipóteses e aplicando testes a fim de resolver o problema. O professor atua como facilitador / incentivador e tem a função primordial de guiar e não de dar as respostas acabadas.

A aprendizagem baseada em problemas busca estimular a capacidade do estudante em construir seu próprio conhecimento, a trabalhar em equipe e exercer o papel democrático no processo de aprendizagem, ou seja, ouvir a opinião dos outros, tirar conclusões e exercer autonomia na busca de novos conhecimentos.

A aprendizagem significativa no âmbito da resolução de problemas possui argumentos contundentes que indicam a sua importância quando aplicada aos meios educacionais como uma estratégia construtiva de ensino.

#### **2.2.2.1 Estratégias que contribuem para a aprendizagem por solução de problemas**

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) recomendam a utilização de organizadores prévios, antes da iniciação de um conteúdo delimitado. Estes organizadores servem como um pequeno material introdutório que vem a despertar ou mesmo servir de ponte entre o que o indivíduo já sabe e o material a ser aprendido de maneira significativa. A importância de se trabalhar esses organizadores é que todas as etapas do processo pedagógico podem ser exploradas de maneira intencional antes mesmo de o conteúdo ser ministrado. Observa-se que um planejamento anterior deve ser empreendido, proporcionando ao professor organizar o material de forma sequencial e lógica, permitindo apresentar conceitos relevantes, traçar estratégias e prever antecipadamente etapas construtivas da aprendizagem.

No intuito de facilitar a aprendizagem significativa é necessário a implementação de algumas condições para que o objetivo seja alcançado.

Em primeiro lugar o material a ser aprendido deve ser significativo, ou seja, que esse material seja potencialmente relacionado à carga cognitiva do aprendiz (LARA; SOUSA, 2009). Em outras palavras, ele deve ser capaz de despertar o interesse e a interação entre subsunçores e sua mudança em relação à sua carga cognitiva. Este conceito, mesmo nos dias de hoje se torna atual como afirma Fava (2014, p. 139) “Um conhecimento significativo é

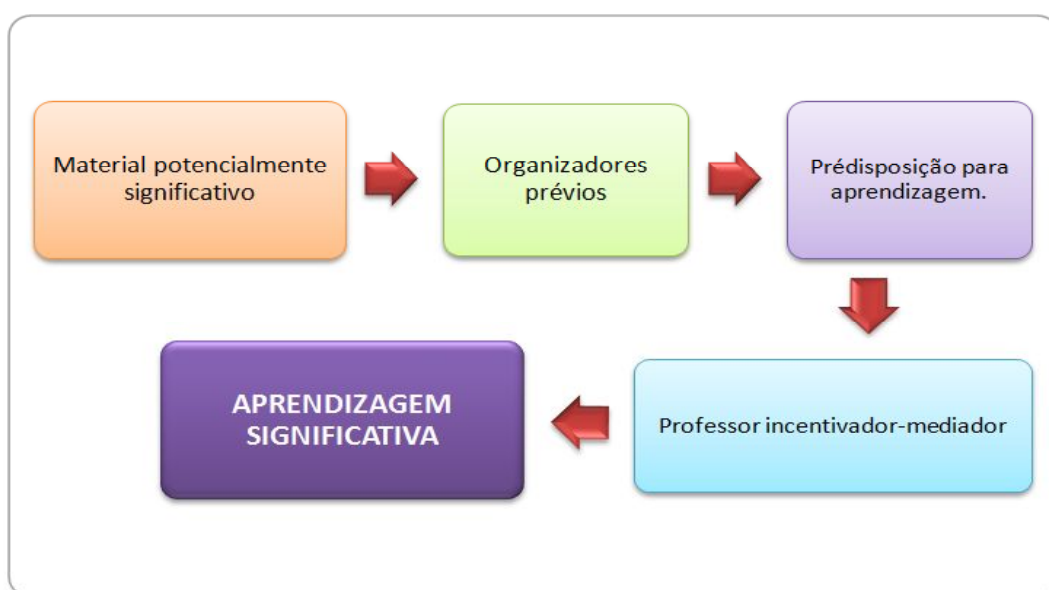


aquele que se transforma em instrumento cognitivo do estudante, ampliando tanto o conteúdo como a forma do seu pensamento e de suas atitudes”.

Em segundo lugar o estudante deve estar aberto para, de modo natural relacionar de maneira substantiva o material potencialmente significativo às suas estruturas cognitivas. Deve haver um equilíbrio entre o material e a disposição para aprendê-lo.

Novamente, o professor deve atuar como um incentivador da aprendizagem, delineando estratégias e verificando constantemente a ocorrência da aprendizagem significativa.

**FIGURA 3** - Condições para aprendizagem significativa



Fonte: Dados do autor.

Para detectar a aprendizagem significativa deve-se optar por avaliações contextualizadas, ou seja, testes que sejam apresentados de maneira diferente ao que está exibido no material didático. Como estratégia para verificação da aprendizagem pode-se optar pela adoção de mapas conceituais, uma vez que:

[...]o mapa conceitual apresenta condições favoráveis para a externalização do conhecimento pessoal dos estudantes porque expressa sínteses contendo o conteúdo mais significativo das suas ideias, enfatizando não apenas a descrição mecânica do conceito memorizado, mas, por meio dos conectivos e proposições geradas, transmitindo pensamentos, isto é, expressando o fato e a sua interpretação (ALEGRO, 2008, p. 78).

Além dos mapas conceituais, pode-se lançar mão de uma rubrica já que a mesma constitui-se, segundo Russel e Airasian (2005, p. 205), um conjunto de critérios que auxiliam

professor e estudante a focar no que será valorizado em um determinado assunto, conteúdo ou mesmo uma atividade. Neste caso, ambos os atores terão como foco os principais pontos a serem valorizados, deixando bem explícito o objetivo a ser alcançado.

Também deve-se propor problemas que envolvam subsunçores relevantes, para que requeira do estudante o raciocínio, interligações, diferenciações para a resolução das questões apresentadas (MOREIRA, 2011). Caso contrário, os estudantes passarão a memorizar proposições, fórmulas, causas, fazendo-se uma simulação da aprendizagem significativa sem aplicá-la ativamente, configurando-se assim, como apenas uma aprendizagem mecânica memorística, de fácil esquecimento.

### **2.2.3 Mapas conceituais e a aprendizagem significativa.**

Como já abordado, “a essência do processo de aprendizagem significativa, é que as ideias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas pelo estudante através de uma relação não arbitrária e substantiva” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980). Quando os conceitos são relacionados de maneira não arbitrária eles vão se relacionando, formando uma rede de conceitos, que em seu ápice constitui a aprendizagem significativa, adquirindo assim um caráter duradouro dentro da estrutura cognitiva do estudante. O contrário acontece quando conceitos adquiridos mediante a aprendizagem mecânica não são relacionados a outras estruturas pré-existentes, desta forma eles permanecem por pouco tempo na memória e logo se dissipam.

Para contrapor essa aprendizagem, Joseph Novak (1972), propôs a criação dos mapas conceituais. Eles foram elaborados tendo como fundamento a aprendizagem significativa de David Ausubel. Em sua gênese os mapas conceituais foram desenvolvidos basicamente como uma técnica que visava o mapeamento da aprendizagem de estudantes de 6 a 8 anos, especificamente na disciplina de ciências. O estudo desenvolveu-se ao longo de doze anos e demonstrou, durante este período ser bastante eficiente.

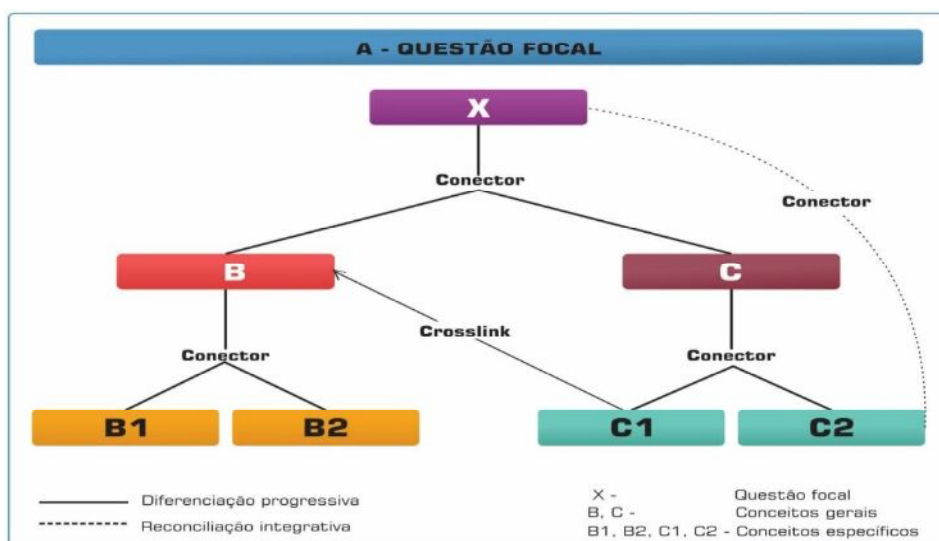
Os mapas conceituais, segundo Novak e Cañas (2010, p. 35) “são ferramentas gráficas utilizadas para a organização e representação do conhecimento”, ou seja, são representações gráficas que se ligam demonstrando como um determinado assunto está organizado na estrutura cognitiva de seu detentor.

De maneira técnica, Gava, Menezes e Cury (2013, p. 3) definem os mapas conceituais como sendo:

Representações gráficas de conceitos, semelhantes a diagramas, em um domínio específico de conhecimento, construídos de tal forma que os relacionamentos entre os conceitos são evidentes. Ou seja, eles representam conceitos e suas ligações (relacionamentos) na forma de um mapa, onde os nós são os conceitos e os links entre dois nós os relacionamentos entre os conceitos. Estes relacionamentos são nominativos, ou seja, cada relacionamento entre dois conceitos forma uma proposição.

Os círculos ou retângulos abrigam conceitos e estes são conectados a outros conceitos através de linhas. Entre um conceito e outro, interligando os dois, aparece geralmente uma palavra ou uma pequena frase que especifica o tipo de relacionamento que há entre eles. Os conceitos gerais são abrigados no topo e os conceitos mais específicos são dispostos logo abaixo. Para que o entendimento seja compreensível, na maioria das vezes, antes de iniciar o mapa propriamente dito é delimitado uma questão focal, ou seja, o mapa elaborado deverá responder a uma pergunta disposta no início. Quando um conceito se relaciona com conceitos de diferentes domínios, temos uma ligação cruzada, ou como *cross-link*.

**FIGURA 4** - Representação de um mapa conceitual



Fonte: GAVA, MENEZES E CURY, 2013, p.3.

Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980) o processo de organizar e reorganizar conceitos na estrutura cognitiva está ligado diretamente ao processo da aprendizagem significativa. O estudante que consegue organizar os conceitos de forma a representar um determinado conhecimento estruturando um mapa conceitual notadamente conseguiu representar uma aprendizagem significativa. Destaca-se que existem diversas maneiras de se

estruturar um determinado conhecimento, portanto, não existe um mapa especificamente correto, o que existe é uma forma particular de representar o conhecimento armazenado em uma estrutura cognitiva. Moreira (2012, p. 8) reforça a teoria quando afirma: “Se a aprendizagem é significativa, a estrutura cognitiva está constantemente se reorganizando por diferenciação progressiva e reconciliação integrativa e, em consequência, mapas traçados hoje serão diferentes amanhã”.

Aprendizagem significativa não é apenas decorar um conjunto de conceitos soltos, mas a habilidade de organizar uma rede de saberes interligado, como afirmam Novak e Cañas (2010, p. 8):

[...] em nossa compreensão da aprendizagem é que a memória humana não é um simples “recipiente” a ser preenchido, mas antes uma trama complexa de sistemas de memória interligados. Organizar e reorganizar estes subsunçores são um ato de construção constante da aprendizagem.

Os mapas conceituais podem estar presentes durante todo o processo de ensino e aprendizagem. Estes podem ser utilizados para definir os organizadores prévios disponíveis na estrutura cognitiva do estudante, de forma a facilitar a conexão entre novos conceitos. Também podem ser utilizados para introduzir organizadores prévios que serão necessários para que determinada situação de aprendizagem possa ser recebida de maneira significativa.

Os mapas conceituais são excelentes ferramentas para avaliação qualitativa do conhecimento. O estudante ao estruturar conceitos de maneira hierárquica dentro de uma determinada questão e fazendo pontes entre seus conceitos demonstra não apenas o conhecimento de conceitos soltos, mas, de uma aprendizagem significativa.

Eles são importantes ferramentas para sintetizar um determinado conteúdo resultante de um trabalho ou mesmo de uma aula. Ao estabelecer as interconexões entre os conceitos trilha-se um caminho lógico entre conceitos e a amplitude de sua significância.

Novamente, referindo-se a Ausubel, Novak e Hanesian (1980), o ser humano constrói significados de maneira mais eficiente quando considera inicialmente a aprendizagem das questões mais gerais de um tema, ao invés de trabalhar inicialmente com as questões mais específicas desse assunto.

No viés dessa reflexão, um mapa conceitual hierárquico se coloca como um instrumento adequado para estruturar o conhecimento que está sendo construído pelo estudante, assim como uma forma de explicitar o conhecimento de um especialista. Ele é

adequado como ferramenta facilitadora da meta-aprendizagem, possibilitando uma oportunidade de aprender a aprender.

### **2.3 Educação ambiental**

O modelo atual de sociedade baseada na liquidez dos sólidos, fundada no consumismo nos remete aos limites reais que nosso planeta possui em sustentar recursos suficientes garantir a sua manutenção aos níveis atuais. Não obstante o consumismo e a busca por um crescimento econômico figura-se entre um dos principais problemas, resultado na escassez de recursos naturais. Gullo (2010, p.4) afirma que:

Esse padrão de consumo requer o aumento no uso de recursos naturais, e isso passa a ser um problema, na medida em que se percebe que a deteriorização do meio ambiente já é evidente e poderá ser o principal entrave ao crescimento econômico.

Em decorrência desse consumismo a sociedade depara-se com uma série de problemas emergentes dentre eles a poluição ambiental, crises hídricas, doenças relacionadas ao saneamento básico, além das mudanças climáticas, sendo este último ainda fruto de controvérsias entre os cientistas, no entanto, essas mudanças devem ser levadas em consideração por ser fruto em parte, da ação do homem sobre o seu meio. Na atualidade estudos apontam que o principal desafio que a sociedade enfrenta é manter um ambiente saudável e propício para que todos os elementos da biosfera possam caminhar de maneira harmoniosa e equilibrada (ROSA; FRACETO; MOSCHINI-CARLOS, 2012).

O ambiente global apresenta problemas que necessitam da atenção imediata de pesquisadores e estudiosos na busca de soluções para as questões ambientais. Vale dizer que a alteração de práticas individuais podem alterar o curso de problemas em andamento e evitar maiores transtornos, seja de ordem ambiental ou de saúde pública.

Dada à dimensão do problema ambiental na esfera global, a sociedade encontra-se perante de uma incógnita que pode afetar o futuro da espécie humana e até mesmo da vida na terra. Essa preocupação gerou uma mudança na retórica de governantes e de parte da comunidade científica. O discurso parte para a busca de mecanismos para o crescimento econômico baseado na sustentabilidade e na responsabilidade ambiental.

A questão do desenvolvimento sustentável é outro fator que, na visão de Torres (2011, p.15) “desponta-se como um dos problemas para a viabilidade econômica e social”.

Como desenvolver economicamente, suprir as necessidades sociais e não interferir na qualidade de vida das futuras gerações?

A temática não afetou apenas a comunidade científica e governamental. Graças à divulgação dos problemas ambientais pela mídia, o cidadão comum passou a despertar uma crescente consciência ecológica, mesmo que timidamente. Notícias como a crise hídrica de 2014, no estado de São Paulo, despertou na população o senso crítico ante o consumo descomedido de água potável.

Já não é de hoje que a problemática ambiental desperta o interesse dos governantes em promover a conscientização a nível global. Já em 1972 surgem iniciativas para a educação ambiental, como ficou registrado na Declaração de Tbilisi Unesco (1978, p.1):

A educação ambiental deve ser dirigida à comunidade despertando o interesse do indivíduo em participar de um processo ativo no sentido de resolver os problemas dentro de um contexto de realidades específicas, estimulando a iniciativa, o senso de responsabilidade e o esforço para construir um futuro melhor.

Logo em seguida, no ano de 1975 por meio da Carta de Belgrado é designado o foco central da educação ambiental: “É na relação entre a escola e a comunidade, entre o sistema educacional e a sociedade, onde devem ser lançadas as fundações para um programa mundial de educação ambiental” (UNESCO, 1975, p.1).

Iniciativas para a resolução da problemática foram implementadas pelo governo brasileiro através das Orientações Curriculares Nacionais (OCN), que inseriu na disciplina de biologia a temática visando modificar as práticas sociais BRASIL (2006, p. 20):

O aluno deve ser capaz de reconhecer-se como organismo e, portanto, sujeito aos mesmos processos e fenômenos que os demais. Deve, também, reconhecer-se como agente capaz de modificar ativamente o processo evolutivo, alterando a biodiversidade e as relações estabelecidas entre os organismos.

O caráter teórico da disciplina de biologia, especificamente os conteúdos relacionado à ecologia, apresentam características que proporcionam ao estudante o exercício reflexivo sobre os aspectos destrutivos da sociedade sobre o seu meio. Além do mais, por ser uma ciência de cunho prático social e relacionar-se com o meio ambiente e fatores que o influenciam, apresentam as propriedades necessárias para um ensino voltado para a solução de problemas.

Segundo Faria (2005) os conceitos biológicos devem ser inseridos no ambiente de aprendizagem por meio de questões problemas que apresentam indícios práticos que instiguem o indivíduo a buscar sua solução, mesmo que preliminarmente. Tal procedimento de provocação desenvolve no estudante o faro investigativo e a busca pela solução das questões.

Como aporte para o estudo da biologia, Faria (2005, p. 9) ainda argumenta que: “Para as ciências, a natureza é, de fato, a fonte de inspiração, a origem de tudo, seu despertar.” O meio ambiente permite a interdisciplinaridade e a junção de saberes, além de possibilitar a observação, o trabalho de campo e a experiência. Legitimando esta ideia, Garcia (2005) deixa claro que a educação ambiental, devido à dimensão abrangida deve-se basear na solução dos problemas. Ao considerar essa perspectiva o processo pedagógico passa a ser ativo, participativo, e com uma abordagem interdisciplinar.

O estudo da disciplina de biologia é propício ainda; para a troca de saberes, o agir em comunidade, enfim sua dinâmica permite a interação entre membros do mesmo ecossistema. Entende-se aqui que o ecossistema educativo não se dá apenas no espaço formal de educação. Este deixa de ser um o local exclusivo onde ocorre a aprendizagem e passa a ser integrante de toda uma rede que permite a solução de problemas e a construção de saberes.

Na abordagem ecológica que aponta para a solução de problemas, o professor deixa de ser o foco central do processo pedagógico, passando para o estudante este papel. O professor abandona a função de enciclopédia humana e passa a ser orientador, instigador, parceiro, enfim o provocador da aprendizagem. Esse novo papel deve ser orientado e planejado nos mais absolutos detalhes para que as questões norteadoras da aprendizagem significativa possam ser obedecidas e previstas com antecedência.

Em se tratando de aprendizagem significativa espera-se dos estudantes que ao tomar conhecimento da nova proposta de ensino, em que o estudante é o agente da aprendizagem, uma mudança de atitude ante aos problemas sociais emergentes, garantindo o futuro das próximas gerações.

## 2.4 Software Cmap Tools

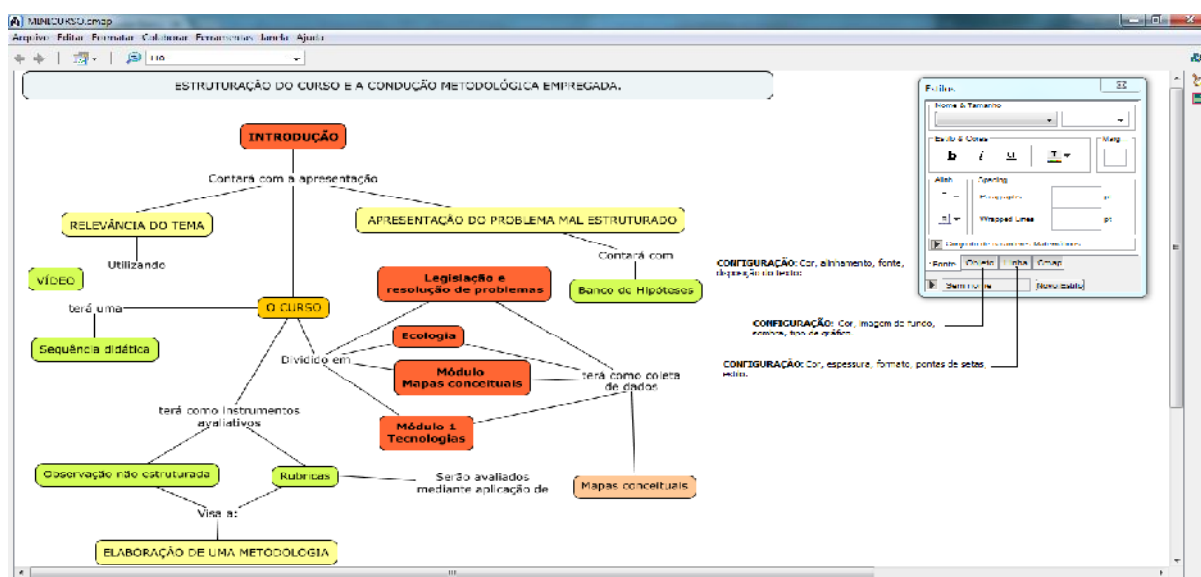
O *software Cmap Tools* foi desenvolvido pelo (IHMC) *Florida Institute for Human & Machine Cognition*, nos Estados Unidos e teve como base as pesquisas de Novak e Gowin (1984). Sua principal funcionalidade está em permitir representar um determinado

conhecimento através de mapas conceituais, interligando conceitos através de nós, ambos dispostos hierarquicamente.

O *software* é intuitivo e de fácil aprendizagem, a licença é livre para uso não comercial e está disponível também via *cloud*. O *Cmap Tools* possui as seguintes vantagens:

- a) Desprovido de excessos de ícones e cores extravagantes;
- b) Permite a inserção de fotos, figuras, mapas, filmes, documentos, links e hiperlinks;
- c) Construção de apresentações no estilo slide;
- d) Admite a exportação de mapas em vários formatos, entre eles: jpg, png, pdf (*Portable Document Format*), formato Web, dentre outros;
- e) Possui recursos de auto-layout;
- f) Objetos, fontes e linhas possuem estilos individuais (figura 5), o que permite personalização de cada um deles;
- g) Permite interligação de vários slides;
- h) A construção de mapas conceituais por meio de servidores.

**FIGURA 5 - Software Cmap Tools**



Fonte: Captura de tela do Cmap Tools. Dados do autor.

O *software* ainda possui recursos como o controle de fontes, linhas, caixas e sombreamento permitindo a construção de mapas com características específicas de seus usuários.



Além de todas essas funcionalidades ele ainda admite comparar mapas conceituais, agregando uma pequena avaliação de correspondência.

Outro importante recurso é a inclusão de ligações cruzadas entre conceitos diferentes.

O *Cmap Tools* encontra-se atualmente na versão 6.02 sendo disponibilizado em 19 idiomas. O *software* está disponível para as plataformas Ms-Windows 10, Ms-Windows 8 (Desktop), Ms-Windows 7, Ms-Windows Vista SP2 (Service Pack 2), Ms-Windows XP, Apple Mac OS X (10.7 Lion ou superior) e GNU/Linux nas seguintes distribuições (Oracle Linux 5.5+, Oracle Linux 6.x (32 bit), Oracle Linux 6.x (64 bit), Red Hat Enterprise Linux 5.5+, 6.x (32 bit), 6.x (64 bit, somente Java Virtual Machine da Oracle), Ubuntu Linx 10.04 ou superior, Suse Linux Enterprise Server 10 SP2, 11.x).

### 3 METODOLOGIA

Epistemologicamente a presente pesquisa admite a visão construtivista. Segundo Coll et al. (2009, p. 164) os princípios filosóficos desta concepção estabelecem que:

[...] a aprendizagem é uma construção pessoal que o aluno realiza com a ajuda que recebe de outras pessoas. Essa construção, por meio da qual pode atribuir significado a um determinado objeto de ensino, implica a contribuição da pessoa que aprende, seu interesse e disponibilidade, seus conhecimentos prévios e sua experiência.

Por conseguinte, ao assumir essa concepção para analisar como os estudantes articulam conceitos de ecologia, utilizando o software *Cmap Tools* para resolver problemas foi necessário estabelecer uma estratégia para um minicurso denominado “*Proteção dos recursos hídricos no ambiente urbano*” que foi oferecido inicialmente a 9, e depois estendido para 16 estudantes do ensino médio, de uma escola privada da cidade de Caldas Novas, no estado de Goiás.

A metodologia empregada foi fundamentada na pesquisa qualitativa. Tal opção é relevante, pois permite interpretar comportamentos, opiniões, interações, decisões e ações. Gerhardt e Silveira (2009) salientam que “a pesquisa qualitativa se preocupa, portanto, com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais”. Já suas características, segundo Gerhardt e Silveira (2009 p. 32) são:

Objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno; observância das diferenças entre o mundo social e o mundo natural; respeito ao caráter interativo entre os objetivos buscados pelos investigadores, suas orientações teóricas e seus dados empíricos; busca de resultados os mais fidedignos possíveis.

Nesse sentido, a opção pela pesquisa qualitativa adotada permitiu uma visão de totalidade, abrangendo características e aspectos subjetivos que não podem ser mensurados.

A abordagem desta pesquisa baseou-se na interação do pesquisador com os estudantes matriculados no minicurso e os fenômenos oriundos da estratégia empregada durante seu desenvolvimento.

Para a coleta de dados foram utilizados três instrumentos: mapas conceituais, trabalho de campo e a resolução de um problema. Já a avaliação dos dados foi obtida mediante o emprego de rubricas e analisadas por meio de gráficos.

### **3.1 Contexto da pesquisa**

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2016), a cidade de Caldas Novas é um município brasileiro do estado de Goiás, situada a 350 Km de Brasília. Sua população estimada em 2016 é de 70.473 habitantes.

O município também é conhecido no mundo inteiro por ser a maior estância hidrotermal do mundo, possuindo águas que brotam do chão em temperaturas que variam de 20° a 60°.

A principal fonte de renda do município gira em torno do turismo. Na alta temporada, a cidade chega a receber mais de 100 mil turistas.

A estrutura da cidade conta com hotéis, pousadas, chalés, clubes, boates, bares, etc. Outra grande atração de Caldas Novas é o Eco Turismo, vez que a cidade encontra-se às margens do lago da represa de Corumbá e ao lado do Parque Estadual da Serra de Caldas.

#### **3.1.1 Do cenário**

O desenvolvimento da pesquisa foi realizado em uma escola privada da cidade de Caldas Novas, mediante o consentimento do grupo gestor, e após a assinatura de declaração de coparticipação.

A instituição coparticipante foi fundada no ano de 1965 e atende hoje, do maternal ao terceiro ano do ensino médio. Conta com 19 salas climatizadas e com projetores multimídia, laboratório de informática, biblioteca, sala de vídeo, laboratório de ciências, além de um centro esportivo com quadra poliesportiva, vestiários, lanchonete e 04 salas de reforço escolar. Desse universo, contamos com 16 estudantes para a pesquisa por entender este número atende aos objetivos propostos.

A escola conta com aproximadamente 480 alunos distribuídos nos turnos matutino e vespertino.

### 3.1.2 Dos participantes

Foram oferecidas inicialmente nove vagas para o minicurso, porém devido a grande procura esse número foi estendido para dezesseis, atendendo desta forma dois estudantes do segundo ano e quatorze do terceiro ano do ensino médio, ambos do período matutino.

Os participantes foram convidados a colaborar com a pesquisa após autorização do responsável legal. Posteriormente registraram sua anuência mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, em atendimento às diretrizes do Comitê de Ética da Universidade Federal de Uberlândia.

Dentre os estudantes selecionados; nove foram do sexo feminino e sete do sexo masculino. Observa-se que não houve opção pela variável sexo, já que na aprendizagem significativa é irrelevante.

Na distribuição dos estudantes quanto à faixa etária ficou entre 16 e 19 anos; por se tratar importante a opinião deles na aprendizagem.

A única reivindicação para a participação na pesquisa foi que eles não fizessem parte do programa Menor Aprendiz - programa do governo federal em Caldas Novas- uma vez que o minicurso seria ministrado no período vespertino, ocasião em que estariam atuando no mercado de trabalho ou fazendo algum curso de qualificação profissional.

### 3.2 Da estratégia da pesquisa

Para analisar como os estudantes articulam conceitos de ecologia utilizando o software *Cmap Tools* para resolver problemas foi desenvolvido o minicurso “*Proteção dos recursos hídricos no ambiente urbano*” visando solucionar a questão: “como resolver o problema da poluição hídrica dos mananciais que percorrem o centro da cidade de Caldas Novas?”. Tal opção foi fundamentada na aprendizagem significativa por solução de problemas e na utilização de mapas conceituais.

Desta forma o minicurso foi estruturado para ser desenvolvido dentro de uma carga horária de 63 horas, distribuídas no seguinte planejamento:

### 3.3 Planos e procedimentos de ensino

#### 3.3.1 Do conteúdo, objetivos e processos.

O minicurso foi estruturado e conduzido tendo como grade básica, temas referentes ao conteúdo de ecologia, mapas conceituais, método científico, leis ambientais: (federal e estadual), Leis municipais: Código de Posturas, Lei de Zoneamento Urbano e resolução de problemas, conforme abaixo:

**QUADRO 1** - Conteúdo dos módulos

<b>MÓDULO INTRODUTÓRIO</b>	
<b>CONTEÚDO</b>	<b>Nº DE AULAS</b>
Apresentação da pesquisa e do minicurso. Apresentação do tema poluição hídrica no contexto urbano.	<b>02</b>
<b>OBJETIVOS EDUCACIONAIS</b>	<b>TECNOLOGIAS EMPREGADAS</b>
Despertar o interesse do grupo pela temática. Contextualizar o problema da poluição hídrica. Apresentar as ferramentas de coleta e avaliação. Informar sobre os objetivos da pesquisa. Levantar hipóteses.	Projektor multimídia Filmes e notícias veiculadas em jornais.
<b>PROCEDIMENTOS:</b>	
Atividade de leitura crítica do filme introdutório. Exposição do tema do minicurso e divisão dos grupos	
<b>MÓDULO 01 – TECNOLOGIAS DE BUSCA</b>	
<b>CONTEÚDO</b>	<b>Nº DE AULAS</b>
Internet: ferramentas de pesquisa e técnicas de busca. Critérios e fontes de dados confiáveis. Busca em banco de testes e dissertações. Técnicas de localização geográfica.	<b>04</b>
<b>OBJETIVOS EDUCACIONAIS</b>	<b>TECNOLOGIAS EMPREGADAS</b>
Localizar informações na internet. Validar dados e informações. Melhorar a comunicação entre os grupos.	Computador. Internet: Google Academic, Google Earth. <i>Smartphones, tablets</i> , projetor multimedia.
<b>PROCEDIMENTOS:</b>	
Busca de fontes confiáveis na internet. Localizar pontos geográficos utilizando o <i>Google Earth</i> . Comunicar-se através de instrumentos tecnológicos.	

*Continua...*

MÓDULO 02 – MAPAS CONCEITUAIS		
CONTEÚDO		Nº DE AULAS
<p>Mapas conceituais:</p> <p>Teoria sobre os mapas conceituais</p> <p>Estruturação de mapas conceituais</p> <p>Funções dos mapas</p> <p><i>Cmap Tools</i> :</p> <p>Criando mapas conceituais</p> <p>Revisão de conteúdo de biologia utilizando mapas conceituais.</p> <p>Power Point / Prezi</p> <p>Atividades</p> <p>Método Científico</p>		14
OBJETIVOS EDUCACIONAIS	TECNOLOGIAS EMPREGADAS	
<p>Estudar os princípios científicos dos mapas conceituais.</p> <p>Construir mapas conceituais.</p> <p>Inserir objetos multimídia aos mapas conceituais</p> <p>Construir apresentações utilizando softwares específicos.</p> <p>Recordar conceitos de biologia.</p> <p>Compreender o método científico.</p>	<p>Computador</p> <p>Softwares:</p> <p><i>Cmap Tools</i></p> <p><i>Power Point</i></p> <p>Internet</p> <p><i>Prezi</i></p> <p>Projetor multimídia</p> <p>Navegador</p>	
PROCEDIMENTOS:		
<p>Exposição de mapas conceituais.</p> <p>Explicação técnica do software <i>Cmap Tools</i>.</p> <p>Explicação sobre o funcionamento dos softwares de produção de slides.</p> <p>Atividade de criação de mapas conceituais e apresentações multimídia.</p> <p>Explicação sobre o método científico.</p>		
MÓDULO 3 – BASE CONCEITUAL		
CONTEÚDO		Nº DE AULAS
<p>Ecologia:</p> <p>Conceitos: Níveis de organização dos seres vivos.</p> <p>Níveis tróficos.</p> <p>Cadeia e teia alimentar.</p> <p>Equilíbrio ecológico</p> <p>Organismos unicelulares presentes em ambientes aquáticos.</p> <p>Água: funções da água nos organismos.</p> <p>Ciclos biogeoquímicos: água, carbono, oxigênio e nitrogênio.</p> <p>Poluição hídrica: principais agentes, eutrofização.</p> <p>Noções de saúde pública: viroses, bacterioses, protozooses.</p>		18
OBJETIVOS EDUCACIONAIS	TECNOLOGIAS EMPREGADAS	
<p>Recordar conceitos.</p> <p>Identificar agentes nocivos.</p> <p>Expor argumentos.</p> <p>Interligar conceitos.</p> <p>Construir mapas conceituais.</p> <p>Identificar problemas.</p> <p>Levantar hipóteses.</p>	<p>Computador</p> <p>Laser pointer</p> <p>Cmap Tools</p> <p>Projetor multimídia</p> <p><i>Tablets e smartphones</i></p>	

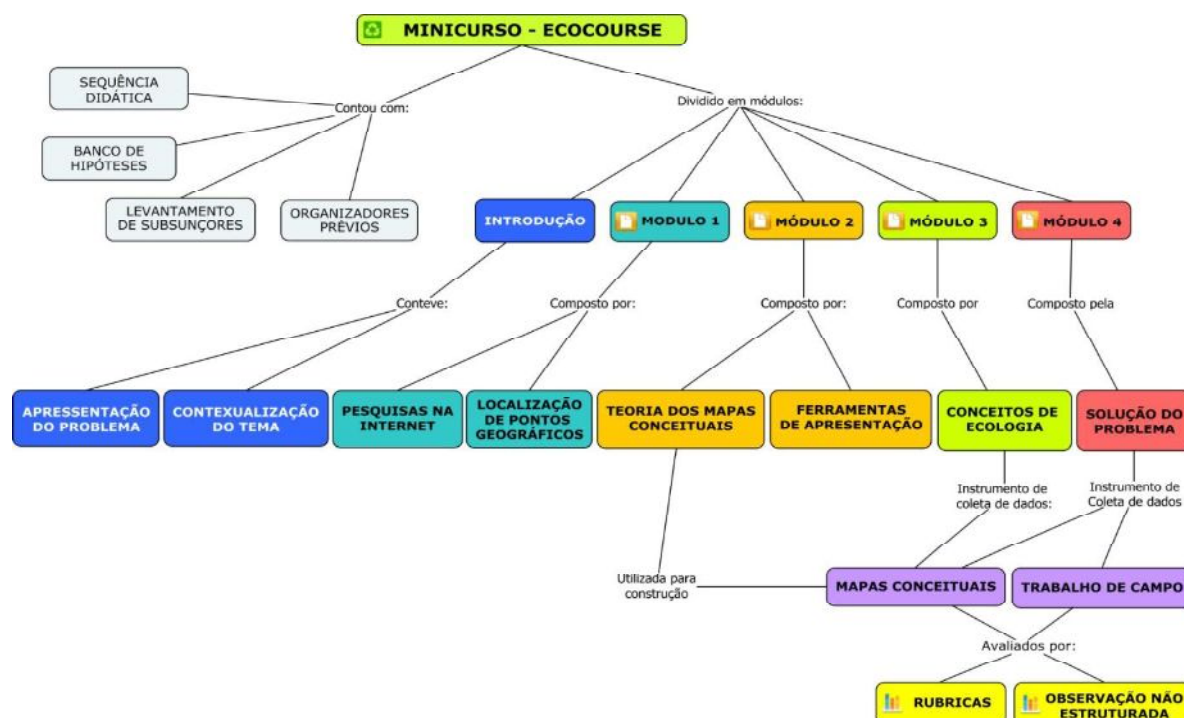
Continua...

PROCEDIMENTOS:	
Construção de banco de hipóteses. Exercício de construção de mapas conceituais. Análise de mapas conceituais. Socialização dos mapas conceituais.	
MÓDULO 04 – SOLUÇÃO DE PROBLEMAS COM TECNOLOGIA	
CONTEÚDO	Nº DE AULAS
Resolução de Problemas. Fundamentação jurídica: Constituição Federal: Lei 9605 - Lei 12651- Lei das águas. Lei Estadual nº 14.247/2002 - Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC). Leis Municipais: Plano Diretor - Política urbana e ambiental do município - Política municipal de saneamento básico. Análise e estudo do problema. Trabalho de campo. Projeto final: apresentação da solução do problema.	25
OBJETIVOS EDUCACIONAIS	TECNOLOGIAS EMPREGADAS
Identificar nascentes e cursos de água poluídos. Reestruturar banco de hipóteses. Construir mapas conceituais. Delimitar o problema. Construir apresentações. Recordar conceitos. Relacionar conceitos. Identificar agentes causadores de poluição. Identificar agentes públicos do poder legislativo e executivo do município. Resgatar conceitos. Resolver o problema.	Câmera digital <i>Smartphone</i> Computador Projetor multimídia <i>Webcam</i> <i>XSplit Broadcaster</i> <i>Cmap Tools.</i> <i>Power Point.</i> <i>Prezi Cloud.</i> Navegador Web.
PROCEDIMENTOS:	
Atividade de pesquisa e investigação de aspectos jurídicos relacionados à proteção do meio ambiente. Construção de mapas conceituais. Socialização do conteúdo construído. Trabalho de campo – Identificação de pontos de poluição. Atividade de pesquisa sobre agentes patológicos. Atividade de solução do problema.	

Fonte: elaboração do autor.

A condução metodológica dos módulos do minicurso foi desenvolvida tendo como base os aspectos explicitados na **figura 6**.

FIGURA 6: Condução metodológica do minicurso



Fonte: O autor

De forma a sistematizar a pesquisa, foram aplicados alguns procedimentos pontuais ao longo dos módulos.

Durante a introdução do minicurso, os estudantes foram informados sobre a ementa e os instrumentos avaliativos. Na oportunidade, eles foram instruídos a trabalhar com qualquer tipo de tecnologia que permitisse a investigação de dados e conhecimentos referentes aos módulos vindouros, principalmente durante o primeiro módulo, que tratou do processo de pesquisa utilizando as tecnologias.

Como procedimento inicial, o tema “poluição” foi exposto aos estudantes, a partir de notícias veiculadas em jornais e revistas, agregadas a sons e imagens, que atribui às ações do homem as consequências referentes à sustentabilidade da vida na terra. O objetivo desta introdução foi despertar o interesse e a relevância do assunto na estrutura cognitiva dos discentes Sperber e Wilson (1995), fazendo com que o tema pudesse ser proeminente de estudo.

O segundo módulo teve como objetivo a utilização do software *Cmap Tools* para construção de mapas conceituais. Para tanto, todas as atividades tiveram como exemplos, conteúdos de biologia. O mesmo módulo foi destinado também para explicar tecnicamente os softwares *Power Point* e *Prezi*. Todas as atividades desenvolvidas pelos estudantes foram



conduzidas de forma que, cada grupo pudesse apresentar seu mapa conceitual, e ainda que, os demais pudessem intervir ao final de cada apresentação, argumentando ou dando sugestões.

Já no **módulo 3**, cada grupo foi informado sobre o processo de construção dos mapas conceituais, e como eles seriam avaliados através de rubricas, deixando claros seus quesitos.

Também foi requerido o levantamento de um banco de hipóteses sobre as causas da poluição hídrica dos mananciais que percorrem o centro da cidade de Caldas Novas. Todos os conteúdos trabalhados no módulo foram direcionados para a resolução do problema inicial.

Como regra de condução utilizou-se, organizadores prévios e o levantamento de subsunçores referentes a cada um dos assuntos. Estrategicamente eles foram dispostos em uma sequência didática (*quadro 1*).

O **módulo 04** foi administrado, tendo como objetivo provocar a elucidação da questão “Como resolver o problema da poluição hídrica dos mananciais que percorrem o centro da cidade de Caldas Novas?”. Em atendimento aos fundamentos da pesquisa, os estudantes partiram do primeiro estágio proposto por Munhoz (2015), ou seja, estudar e delimitar o problema. Desta forma, cada um dos grupos foi encarregado de angariar informações que pudessem contribuir para a resolução do problema. O grupo 01 ficou encarregado de buscar informações sobre a importância da água, e sua distribuição no globo; o grupo 02 foi responsável pelo levantamento do potencial turístico que as águas termais proporcionam ao município, bem como as riquezas provenientes de seu uso; o grupo 03 foi responsável por identificar os principais problemas relacionados à poluição hídrica à saúde humana e o grupo 04 foi o responsável pelo levantamento jurídico relacionado à proteção aos recursos hídricos.

Com essa metodologia de trabalho, os estudantes deveriam voltar ao banco de hipóteses, onde eles precisariam rever as propostas registradas no início do módulo 3. Simultaneamente, buscou-se recordar subsunçores já discutidos durante os estágios anteriores, utilizando-se de pequenas perguntas incentivadoras.

Em acolhimento às hipóteses e aos dados levantados, os estudantes deveriam desenvolver um trabalho de campo para eleger os critérios direcionadores para a solução do problema.

Finalmente, após a conclusão, os estudantes precisariam construir um mapa conceitual alusivo à resolução do problema. Para essa atividade final, eles foram informados

de que poderiam utilizar qualquer aparato tecnológico ou estratégia para apresentar a solução, ficando a cargo do grupo organizar e estruturar a apresentação.

### 3.3.2 Da distribuição dos grupos

Para um delineamento operacional, os dezesseis estudantes foram agrupados em dois momentos distintos:

**Do módulo 1 ao módulo 3**, os estudantes foram divididos da seguinte forma:

- a) 2 grupos compostos por três estudantes do terceiro ano;
- b) 4 grupos compostos por dois estudantes do terceiro ano;
- c) 1 grupo composto por dois estudantes do segundo ano;

**No módulo 4**, os estudantes foram reagrupados em 4 grupos.

A partir da divisão dos grupos, os estudantes foram informados de que ambos seriam identificados por variáveis, justamente para torná-los anônimos, em atendimento ao estabelecido pelas normas do Comitê de Ética da Universidade Federal de Uberlândia.

Ao divulgar a ementa do curso todos foram alertados que, por mais que tivesse um professor em sala de aula eles deveriam se portar como parte de um todo e não como meros receptores de informações. Poderiam opinar sugerir, indicar, enfim, participar ativamente do processo de ensino e aprendizagem.

## 3.4 Instrumentos de coleta de dados

### 3.4.1 Mapas Conceituais

Cada um dos sete grupos elaborou e apresentou um mapa conceitual referente aos conteúdos do **módulo 3**, perfazendo um total de 70 atividades, sendo dez por grupo. Já para o **módulo 4**, foi organizado dinamicamente, por todos os estudantes, um mapa que teve como objetivo apresentação e a resolução do problema. Portanto, o módulo 3 e 4 foram avaliados por meio de mapas conceituais, exceto o 4 que também teve como instrumento complementar, um trabalho de campo.

A construção dos mapas conceituais teve como objetivo principal identificar subsunçores e a articulação de conceitos para a construção de significados.

Os mapas foram apresentados, discutidos e comentados entre os integrantes dos grupos sendo possível ao final da apresentação, a reestruturação deles pelos estudantes. Tal situação nos remete a Novak e Cañas (2010, p.18), quando afirmam que: “Os mapas conceituais, além de serem utilizados como estratégia de ensino é utilizado para integrar o conhecimento, também podem ser utilizados como instrumentos avaliativos”. Assim, além da avaliação do professor, os estudantes, ao comentarem os mapas uns dos outros puderam, de forma indireta, modificar e reestruturar seus conhecimentos adquiridos durante cada módulo.

### **3.4.2 Trabalho de Campo**

No trabalho de campo ou pesquisa de campo, “o pesquisador precisa ir ao espaço onde o fenômeno ocorre, ou ocorreu e reunir um conjunto de informações a serem documentadas [...]” (GONSALVES, 2001, p. 67) a fim de confrontá-los com a carga subsunçores já disponíveis em sua estrutura cognitiva, visando neste caso à resolução do problema.

Considerando as colocações anteriores, o trabalho de campo realizado no módulo 4 teve como objetivo identificar como os estudantes discerniram os problemas encontrados, bem como articularam seus conhecimentos para ligar a teoria à prática.

O trabalho de campo foi realizado no córrego Caldas, primeiramente em uma de suas nascentes; em seguida, nas imediações dos clubes situados no perímetro urbano.

### **3.4.3 Resolução do problema**

A aplicação da técnica permite a mobilização de conceitos e aquisição de habilidades, que favorece o desenvolvimento intelectual dos estudantes agregando a eles um conhecimento significativo. Este conhecimento se transforma em um instrumento cognitivo que amplia tanto o conteúdo quanto favorece a mudança atitudinal diante dos problemas (FAVA, 2014).

Logo, o principal objeto de avaliação foi a resolução do problema proposto no início do minicurso.

A técnica teve como objetivo identificar como os estudantes utilizaram os conceitos trabalhados durante as fases anteriores, mediante o uso de tecnologias para identificar o problema, investigar, levantar hipóteses e finalmente utilizar-se do trabalho cognitivo para sua resolução. Tal opção nos reporta às considerações de Carvalho (2013) quando afirma que o ensino envolve ênfase ao processo investigativo provocando uma atitude ativa dos estudantes.

#### **3.4.4 Observação não estruturada**

Segundo Marconi e Lakatos (2007, p. 88), “A observação ajuda o pesquisador a identificar e a obter provas a respeito de objetivos sobre os quais os indivíduos não têm consciência, mas que orientam seu comportamento”. Corroborando com o mesmo autor Cervo, Bervian e Silva (2007, p. 31) afirmam que: “Sem a observação, o estudo da realidade e de suas leis seria reduzido à simples conjectura e adivinhação”. Atendendo à busca de variáveis subjetivas, o procedimento da observação permitiu investigar de maneira consistente o objeto de estudo.

A técnica de observação foi empregada durante todas as fases e módulos do minicurso e teve como foco a articulação, reestruturação dos subsunçores no processo de resolução do problema proposto; além de analisar como o uso da tecnologia foi empregado durante as fases de: construção de mapas conceituais e nas fases de investigação e socialização dos módulos.

### **3.5 Da avaliação**

Para a avaliação dos mapas conceituais, do trabalho campo e da resolução do problema foram empregadas rubricas específicas.

Rubricas são instrumentos utilizados para avaliar não apenas a questão do empírico, mas também os métodos e os objetivos. Elas proporcionam a delimitação de critérios que permitem o acompanhamento da aprendizagem. Por serem instrumentos de critérios pré-determinados elas detêm uma melhor compreensão do que está sendo avaliado, o que permite monitorar e acompanhar a evolução, não apenas atribuir uma nota.

Segundo Masmitjà et al. (2013, p.10, tradução nossa):

A Rubrica é uma ferramenta poderosa para a avaliação de qualquer tarefa, mas devemos enfatizar especialmente o seu valor para avaliar tarefas reais, tarefas da vida real. Neste sentido, manifesta-se como um instrumento ideal para avaliação de habilidades, permitindo analisar as tarefas complexas que forma uma competência, em tarefas mais simples gradualmente distribuída[...]

Assim, ao optar pela rubrica levou-se em consideração o que informam Russel e Airasian (2014, p. 205) “as rubricas ajudam a desenvolver uma compreensão comum do que é valorizado em um desempenho”. Ao delimitar uma rubrica tanto o professor quanto o estudante atem-se aos aspectos que serão avaliados.

As rubricas adotadas foram elaboradas para cada um dos instrumentos de coleta de dados: mapas conceituais, trabalho de campo e solução do problema, conforme descrito abaixo:

**Quadro 2 :** Rubrica utilizada para avaliar os mapas conceituais do **módulo 3**

<b>Critério</b>	<b>Inaceitável</b>	<b>Bom</b>	<b>Ótimo</b>	<b>Excelente</b>
<b>Conceitos</b>	O mapa apresenta poucos conceitos importantes De 0 a 39%	Descreve apenas parte dos conceitos necessários. Alguns conceitos importantes não são descritos. Entre 40 e 65%	O mapa inclui grande quantidade de conceitos. Entre 66 e 80%	Inclui todos conceitos importantes. Acima de 80%
<b>Ligações descritivas</b>	Apresenta poucas ligações válidas. 0 a 39%	Apresenta uma quantidade razoável de ligações. 40 a 65%	Apresenta ligações em quantidade relevante e consistentes. 66 a 80%	As Ligações são consistentes e descrevem todos os relacionamentos . Acima de 80%
<b>Design</b>	O design é confuso e não apresenta uma hierarquia organizada. (1)	O design é claro. Não apresenta hierarquia organizada em níveis, as cores são confusas. (2)	O design é claro, apresenta hierarquia bem organizada. Cores confusas para identificação dos níveis. (3)	O design é claro, apresenta hierarquia organizada com cores que identificam os níveis. (4)

*Continua...*

<b>Exposição dos mapas</b>	A exposição do mapa não teve um desenvolvimento lógico coerente, evidenciando frivolidade argumentativa sobre assunto tratado. (1)	A exposição do mapa apresentou um desenvolvimento o mínimo referente ao conteúdo. Ficou evidente argumentos e reintegração em alguns momentos. (2)	A exposição apresenta um desenvolvimento lógico e conciso. Ficou evidente a argumentação e reintegração em alguns momentos. (3)	A apresentação do mapa contou com um desenvolvimento lógico e conciso. A argumentação e reintegração de conhecimentos foram evidentes durante a exposição. (4)
----------------------------	--	--	---	--

Fonte: Adaptado de Russel e Airasian (2014) e Borrego et al. (2009).

A Rubrica anterior teve como finalidade a avaliação das habilidades e competências de cada grupo envolvido. A avaliação se deu no início e ao término de cada tópico do módulo, logo após a discussão entre os grupos.

Já para o processo de avaliação do trabalho de campo aplicou-se a rubrica presente no *quadro 3*.

**QUADRO 3:** Rubrica utilizada para avaliar o **trabalho de campo**

<b>Critério</b>	<b>Inaceitável (1)</b>	<b>Bom (2)</b>	<b>Ótimo (3)</b>	<b>Excelente (4)</b>
<b>Identificação dos pontos de poluição</b>	Não conseguiu registrar os pontos de maior poluição. Não identificou os poluentes.	Registrou apenas alguns pontos onde correm a poluição dos mananciais.  Identificou apenas alguns poluentes.	Registrou os pontos onde ocorrem a poluição dos mananciais.  Conseguiu registrar em parte apenas alguns poluentes.	Registro todos os pontos de poluição dos mananciais.  Conseguiu identificar grande parte dos poluentes.
<b>Envolvimento do grupo</b>	Não houve envolvimento de todo o grupo no trabalho de campo.  Apenas parte dos alunos ocupou-se com a pesquisa.	Houve o envolvimento da maioria dos componentes do grupo no trabalho de campo.  A maioria dos componentes do grupo envolveu-se na pesquisa.	Houve o envolvimento de todo o grupo no trabalho de campo, porém apenas parte dele se dedicou à pesquisa.	Houve o envolvimento de todos os componentes do grupo no trabalho de campo e na pesquisa.

*Continua...*

..Uso de tecnologias	Não utilizou recursos tecnológicos para coleta dados, nem para a pesquisa sobre parasitoses.	Utilizou alguns recursos tecnológicos para coleta de dados, porém não para pesquisa sobre parasitoses.	Utilizou de maneira coerente recursos tecnológicos para coleta de dados. Utilizou alguns sites para pesquisa sobre parasitoses.	Utilizou recursos tecnológicos de maneira coerente e de forma a estimular o pensamento, tanto na coleta, quanto nas pesquisas sobre parasitoses.
----------------------	--	--	---	--

Fonte: Adaptado de Russel e Airasian (2014) e Borrego et al. (2009).

Já a resolução do problema, teve como princípio delineador avaliativo a rubrica presente no *quadro 4*.

**QUADRO 4:** Rubrica utilizada para avaliar a **resolução do problema**.

<b>Critério</b>	<b>Inaceitável (1)</b>	<b>Bom (2)</b>	<b>Ótimo (3)</b>	<b>Excelente (4)</b>
<b>Utilização conceitos</b>	O mapa apresenta não apresentou conceitos que evidenciaram o problema e sua solução.	O mapa apresentou apenas alguns conceitos que evidenciaram o problema e sua solução.	O mapa apresentou grande parte dos conceitos que evidenciaram o problema.	O mapa apresentou os conceitos mais importantes que evidenciaram o problema e sua solução.
<b>Do trabalho em grupo</b>	Apenas uma pessoa do grupo foi responsável pela resolução do problema.  Durante as pesquisas apenas um dos componentes se manifestou durante as pesquisas	A maioria dos componentes do grupo se envolveu na resolução do problema.  A maioria dos componentes se manifestou durante as pesquisas	Todos os componentes de envolveram na resolução do problema.  A maioria dos componentes do grupo se manifestou durante a apresentação.	Todos os componentes de envolveram na resolução do problema.  Todos os componentes do grupo se manifestaram durante a apresentação final.

*Continua...*

<b>Identificação do problema</b>	O problema não foi identificado corretamente.  Não houve conexão entre a teoria e a prática.	O problema foi identificado parcialmente.  Houve uma pequena conexão entre a teoria e a prática.	O problema foi claramente identificado.  Houve uma razoável conexão entre a teoria e a prática.	O problema foi claramente identificado.  Houve claramente uma conexão entre a teoria e a prática.
<b>Resolução do problema</b>	O problema não foi resolvido.  Nem uma ação foi tomada	O problema foi parcialmente resolvido.  As ações não foram tomadas.	O problema foi resolvido.  As ações não foram tomadas.	O problema foi resolvido e as ações para a resolução foram tomadas.

Fonte: Adaptado de Russel e Airasian (2014) e Borrego et al. (2009).

### 3.6 Estruturação e tabulação dos dados

Para estruturar e tabular dos dados referentes às rubricas foram aplicadas fórmulas, sendo seus resultados dispostos sob a forma de gráficos qualitativos.

O **módulo 03** foi avaliado conforme cada um dos critérios determinados pelo **quadro 2**, ou seja: conceitos, ligações descritivas, design e exposição dos gráficos, sendo tabulados de acordo com os parâmetros delimitados na rubrica.

O resultado referente aos **conceitos e ligações descritivas** foi obtido a partir da média de cada um dos critérios avaliados e dispostos qualitativamente conforme fórmula 1 e fórmula 2, respectivamente.

#### Fórmula 01 – Análise de conceitos

$$R = \frac{\sum CO * 100}{\sum CP}$$

Onde:

R= resultado final

CO = Número total de subsunçores obtidos pelos estudantes nos 10 mapas conceituais analisados.



**CP** = Número total de subsunções dos 10 mapas utilizados como parâmetros para avaliação, conforme, Apêndice 01.

**Fórmula 02 – Análise de ligações descritivas**

$$RL = \frac{\sum LG * 100}{\sum LGP}$$

**Onde:**

**RL**= resultado final

**LG** = Número total de ligações obtidas pelos estudantes nos 10 mapas conceituais analisados.

**LGP** = Número total de ligações obtidas nos 10 mapas utilizados como parâmetros para avaliação, conforme apêndice 01.

Para averiguar o **design** e a **exposição dos mapas** foram atribuídos valores de 1 a 4, conforme a **quadro 02**.

Assim para obter o rendimento geral de cada critério obteve-se a média individual referente a cada um dos mapas conceituais, conforme fórmula 03.

**Fórmula 03 - Análise do design**

$$CD = \frac{\sum DS * 100}{\sum PT}$$

**Onde:**

**CD** = Avaliação qualitativa final.

**DS** = número alcançado em cada critério.

**PT** = número máximo que poderia ser alcançado em cada critério.

Para realização da coleta de dados referente ao **módulo 4**, foram empregados 2 instrumentos: trabalho de campo e a resolução do problema, ambos avaliados, respectivamente pelas rubricas presentes no quadro 3 e 4.

Para construção do gráfico de rendimento referente ao **trabalho de campo** e da **resolução do problema** empregou-se a fórmula 4 para cada um dos critérios identificados em suas respectivas rubricas, conforme abaixo:

**Fórmula 04** - Análise do trabalho de campo e solução do problema

$$\mathbf{CD} = \frac{\sum DS * 100}{\sum PT}$$

**Onde:**

**CD** = Avaliação qualitativa final.

**DS** = número alcançado em cada critério.

**PT** = número máximo que poderia ser alcançado em cada critério.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 A análise do módulo 3

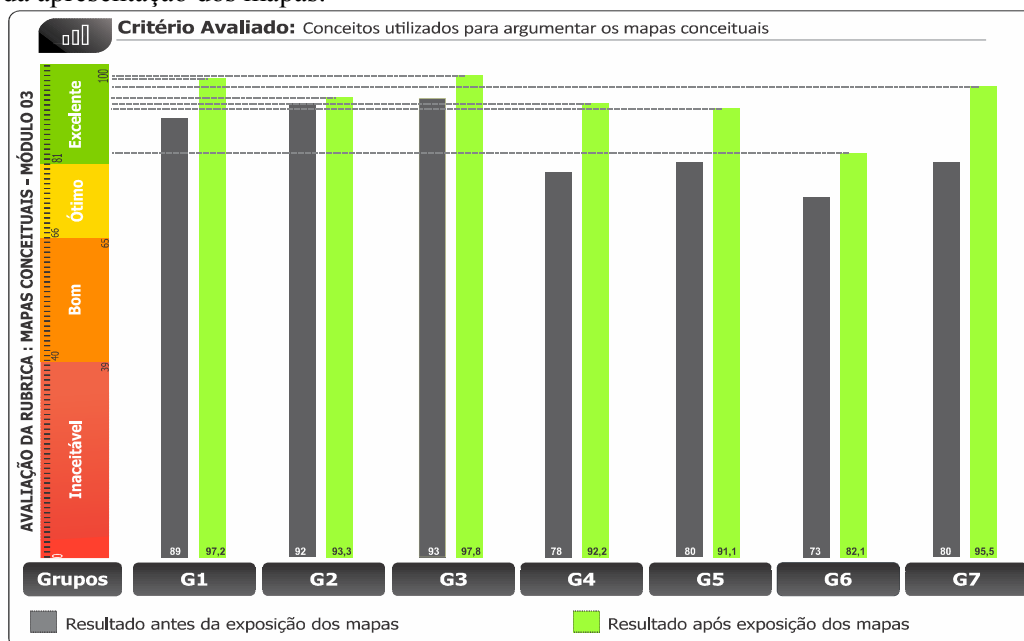
A proposta avaliativa dos dados coletados durante da pesquisa deu-se em dois momentos distintos: módulos três e quatro, respectivamente.

Em síntese, no **módulo 3**, foram construídos 10 mapas conceituais por cada grupo, totalizando 70 atividades, ambos avaliados por meio dos critérios descritos no quadro 2, ou seja: conceitos, ligações descritivas, design e exposição dos mapas.

Em primeira análise, utilizou-se o critério **conceitos**, que pode ser observado por meio da *figura 7*. O estudo fixou-se em identificar como os estudantes articulam conceitos, utilizando-se do trabalho cognitivo, atendo-se na diferenciação dos subsunçores após o exercício cognitivo de exposição e argumentação.

O fruto da presente tabulação pôde ser analisado comparando-se os critérios apresentados no gráfico presente na figura 7, antes e depois da apresentação.

**FIGURA 7** - Desempenho referente ao número de subsunçores a partir da média dos grupos, antes e depois da apresentação dos mapas.



Fonte: Dados do autor

O resultado foi a elevação da carga de subsunçores após a exposição dos mapas, uma vez que o trabalho cognitivo durante os debates das apresentações contribuiu para a reestruturação, e a incorporação de novos conceitos para a construção do conhecimento.

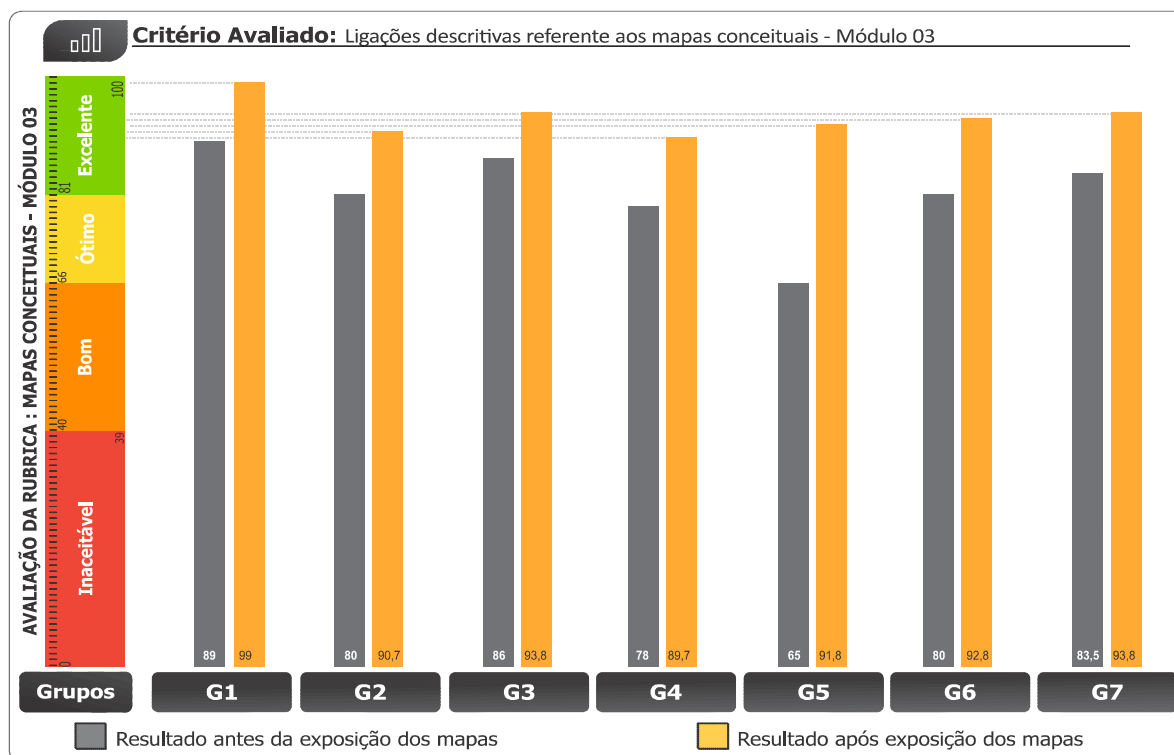
A reestruturação, incorporação de novos conceitos e apresentação dos mapas só foi possível, graças à praticidade proporcionada pelo software *Cmap Tools* em reposicionar conceitos, estruturar as apresentações e permitir a argumentação teórica através de links e hiperlinks externos.

Observa-se também que a quantidade de componentes de cada grupo não influenciou em um maior rendimento, o que também pode ser comprovado ao analisar o resultado dos grupos G2 e G5 (compostos por 3 pessoas).

Como análise final, o grupo G1, que foi constituído por estudantes do segundo ano do ensino médio, obteve maior rendimento que os demais grupos (ambos do terceiro), o que alude, mesmo que provisoriamente não ser um empecilho o fato de permanecer a séries distintas.

O resultado observado na *figura 8* demonstra como as ligações também receberam influência da socialização entre os estudantes e da perceptível modificação, oriunda também da mudança na quantidade de subsunçores.

**FIGURA 8** - Desempenho referente ao número de ligações descritivas antes da socialização dos mapas



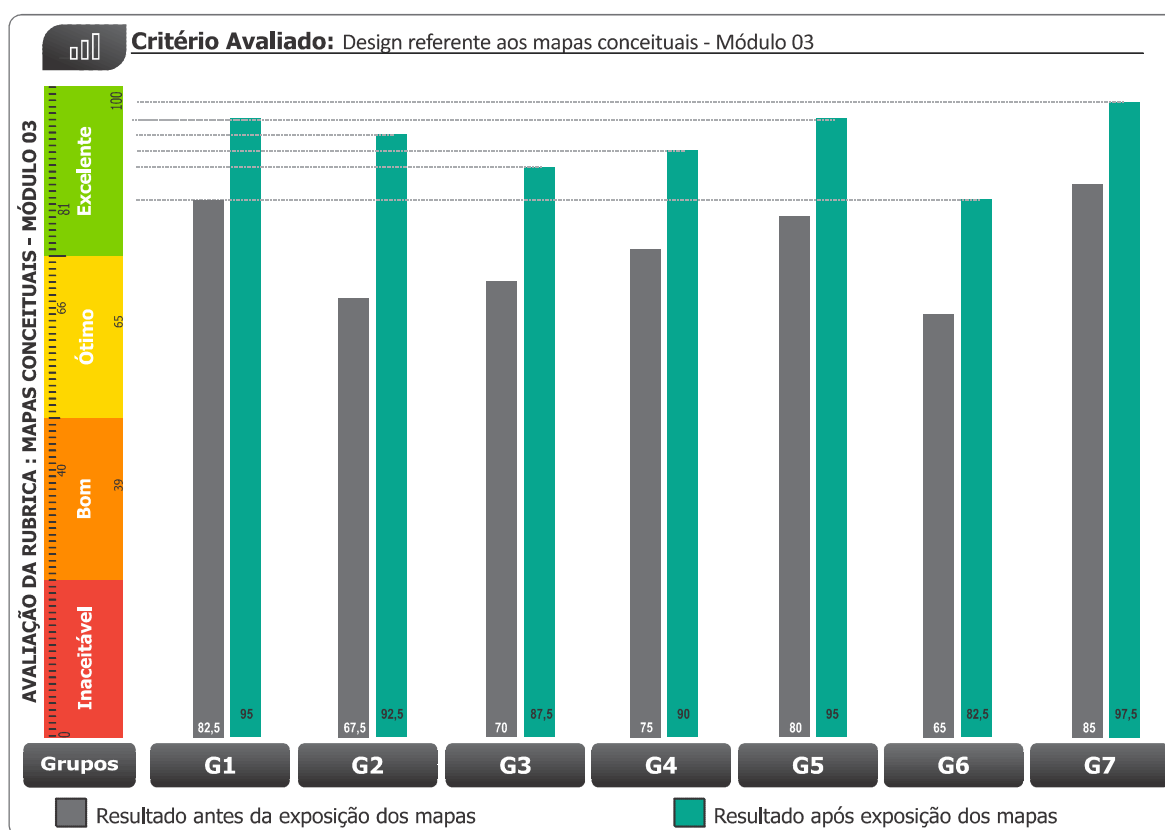
Fonte: Autor

Ao analisar o **design** (*figura 9*) dos mapas conceituais ficou evidente como a aprendizagem exclusivamente mecânica pode atrapalhar o trabalho cognitivo. Os grupos

entenderam que deveriam lançar mão de todos os recursos do sistema para a construção de seus mapas conceituais, esquecendo-se que o intuito era retratar um determinado conhecimento, organizando os conceitos de maneira que a ideia pudesse ser compreendida.

Mesmo tendo um rendimento entre ótimo e excelente (*figura 9*), ambos foram modificados rapidamente através do software, de modo que, o design não sobressaísse sobre o conhecimento retratado.

**FIGURA 9:** Desempenho referente ao design dos mapas antes da apresentação



Fonte: Dados do autor.

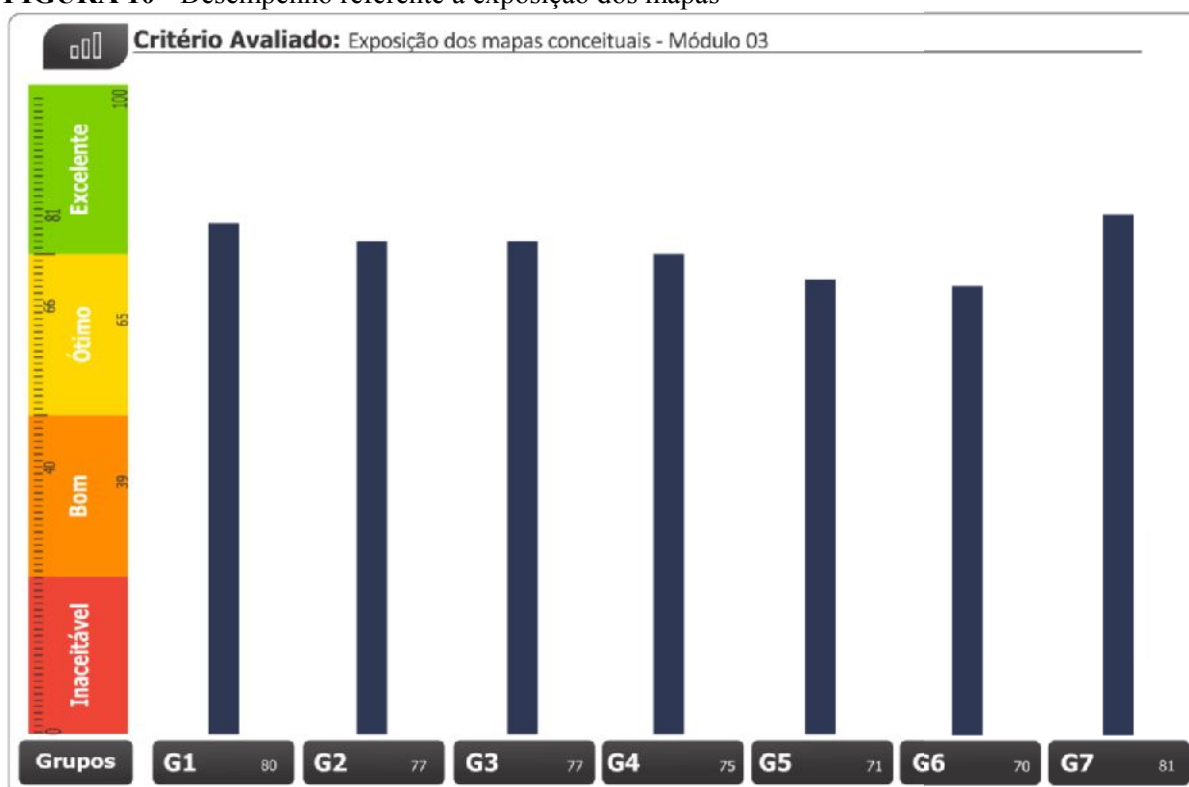
Alguns grupos, quando entenderam que imagens ao fundo não era um quesito necessário, modificaram gradualmente o design, configurando mapas limpos e de fácil compreensão. Nota-se que a facilidade de mudança proporcionada pelo software também gerou um ganho na produtividade dos estudantes.

Como última análise verificou-se a exposição dos mapas conceituais pelos estudantes, conforme a *figura 10*.

Mesmo sem definir a obrigatoriedade da reconciliação integrativa no módulo 03, a pesquisa propendia verificar implicitamente como os mapas conceituais poderiam contribuir com a retórica no decurso das apresentações.

O que se constatou foi uma apresentação concisa. Ambos obtiveram um rendimento entre ótimo e excelente. Apenas os grupos G5 e G6 obtiveram rendimento inferior, o que indica, preliminarmente ser o uso excessivo de aparatos tecnológicos durante as apresentações o principal responsável pelo resultado, sendo o grupo G5 influenciado pelo grupo G6.

**FIGURA 10** - Desempenho referente à exposição dos mapas



Fonte: Dados do autor.

Durante as exposições houve a intervenção do pesquisador com pequenas perguntas que levaram os agentes de pesquisa a refletir sobre determinados subsunçores, caracterizando, diferenciando e provocando a interligação entre eles. Compreendeu-se aqui o caráter “espontâneo” da reconciliação e a importância das apresentações dos mapas conceituais para promover o exercício cognitivo.

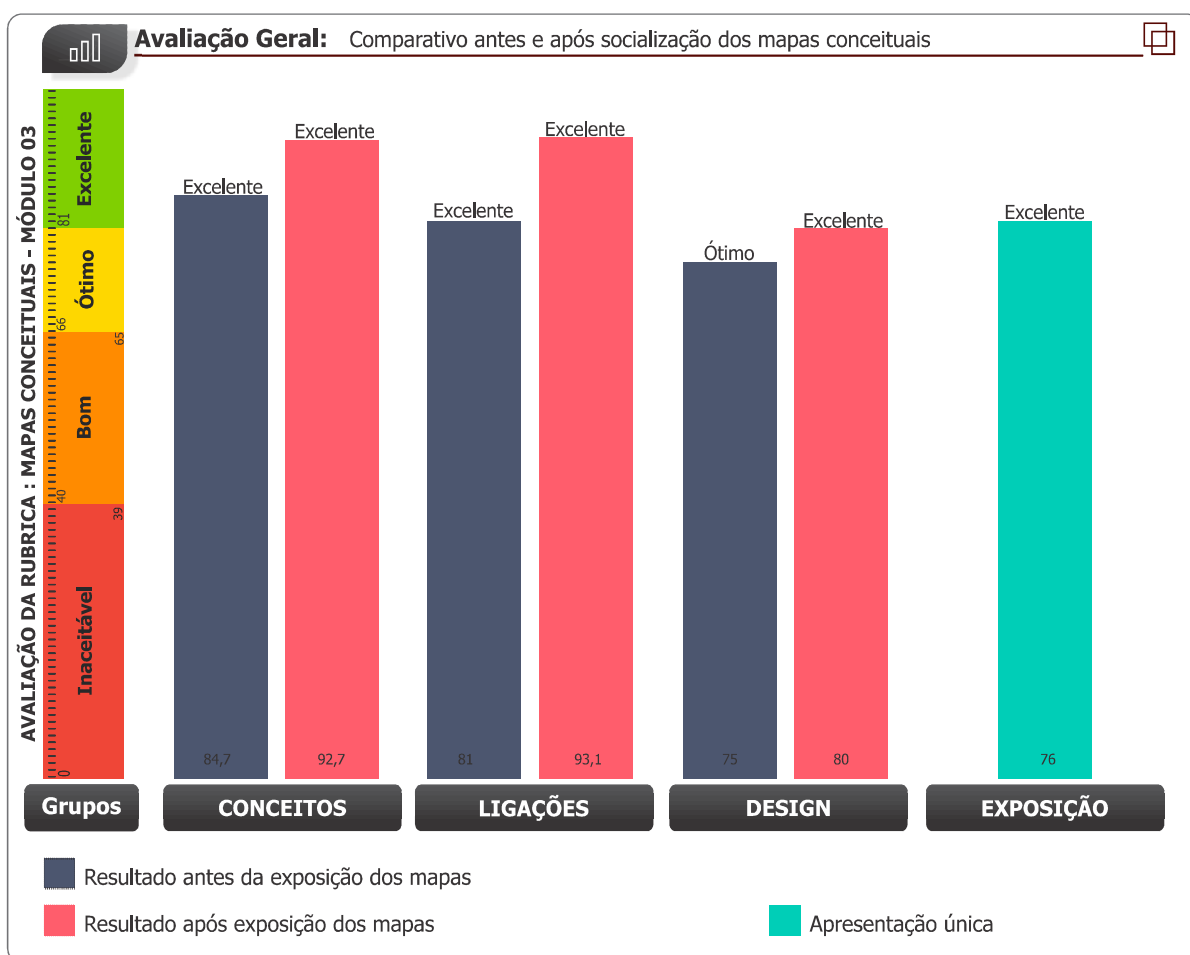
A utilização do software *Cmap Tools* mostrou-se essencial, já que suas funcionalidades garantiram uma exposição hierárquica e individual de cada conceito, permitindo representar o conhecimento no que se propôs cada apresentação.

Uma das maiores dificuldades da presente atividade foi precisamente incentivar o trabalho cognitivo dos discentes sem tornar a atividade um procedimento arbitrário.

Mesmo os estudantes conseguindo expressar suas idéias e hierarquizar subsunçores a dificuldade enfrentada foi em expressar verbalmente o conhecimento. Portanto, nota-se pelo gráfico presente na *figura 10* que o requisito “exposição dos gráficos” teve um rendimento menor, quando comparado com os demais. Tal constatação ratifica que os professores devem explorar com mais frequência atividades que possam empreender o trabalho cognitivo, de forma que a retórica venha a fluir de maneira objetiva.

Como diagnóstico comparativo final presente no gráfico da *figura 11*, utilizou-se a média geral de cada quesito, englobando todos os grupos.

**FIGURA 11** - Desempenho geral referente ao módulo 3.



Fonte: Dados do autor

O exame da *figura 11*, permite confirmar a função fundamental da exposição dos mapas como exercício cognitivo e obviamente como agente facilitador da aprendizagem, bem como para a fixação, mesmo que temporária de subsunçores.

Uma vez que o exercício cognitivo é amplamente trabalhado durante a exposição, os conceitos vão se fortalecendo, o que favorece a construção do conhecimento. Essa articulação provocada pela argumentação exerce o papel facilitador da aprendizagem.

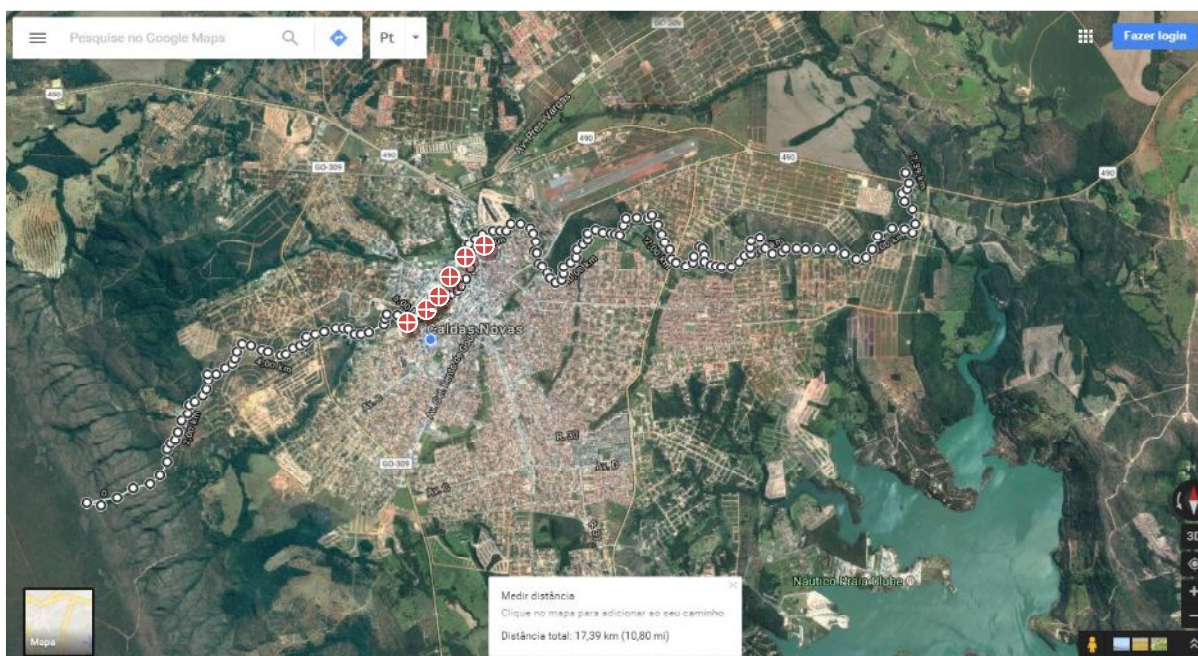
#### 4.2 Análise do módulo 4.

A análise do referente módulo levou em consideração dois instrumentos de coleta de dados: trabalho de campo e a resolução do problema. Ambos foram avaliados mediante os critérios previstos nas rubricas presentes no quadro 3 e 4 respectivamente.

Para a coleta de dados referente ao trabalho de campo os estudantes selecionaram o córrego Caldas (figura 12). Os critérios que o nomeou como objeto de estudo do minicurso foram:

- a) O córrego que percorre o maior número de clubes termais da cidade;
- b) Possuir a maior extensão dentro do perímetro urbano (17,39 Km);
- c) Ter maior facilidade de acesso para o processo de investigação.

**FIGURA 12:** Em destaque córrego delimitado como objeto de investigação.



Fonte: Google maps. Disponível em: <maps.google.com>.

Não obstante, o trabalho investigativo proporcionado pelo módulo deixou evidentes os pontos a serem considerados para a solução do problema.

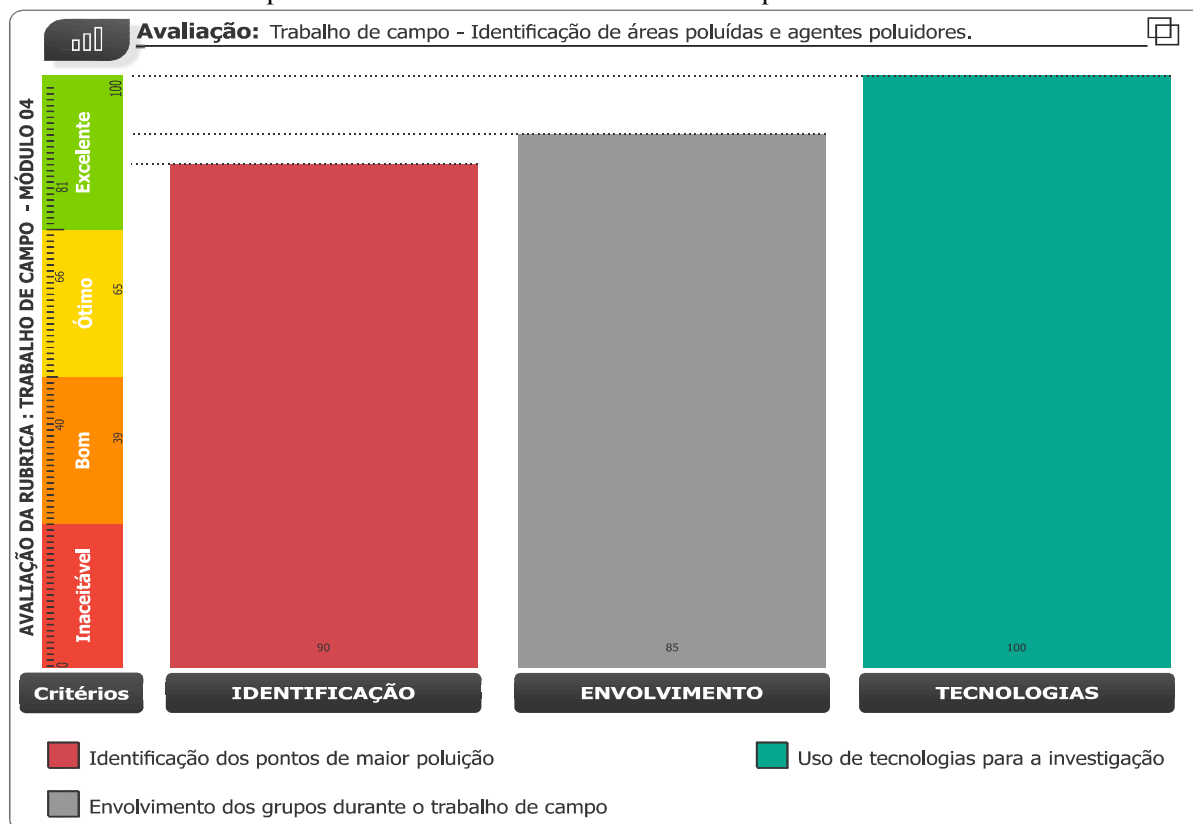


Após o trabalho de campo, os pontos em vermelho destacados na *figura 12*, foram identificados como áreas poluídas, localizadas nas proximidades dos clubes. Constatou-se também que a água utilizada pela maioria clubes é lançada diretamente sobre o leito do córrego. Os estudantes também identificaram construções irregulares em locais onde o leito do foi totalmente transformado em área comum de um clube.

Outros problemas também foram desvendados, dentre eles: rede pluvial ligada diretamente na rede de esgoto, adutora de esgoto do departamento de água rompida em dois pontos, diretamente dentro do leito do referido córrego, esgoto clandestino de residências e estação de tratamento municipal incompatível com o porte da cidade.

Ao analisar o gráfico abaixo, na *figura 13*, e as apresentações presentes na metodologia de sua condução, constata-se que o **trabalho de campo** demonstrou ser uma poderosa ferramenta pedagógica para assimilação de conceitos, para aprender a aprender, e para ligar a teoria à prática, tornando a aprendizagem significativa.

**FIGURA 13** - Desempenho da turma durante o trabalho de campo.



Fonte: dados do autor.

Ponderando ainda, sobre o trabalho de campo, verificou-se que o uso de tecnologias foi essencial para o registro, localização e delimitação dos pontos considerados essenciais para a elucidação da proposta inicial.

Como dificuldade, registrou-se a impossibilidade de acesso ao leito do córrego investigado, devido à presença de muros e alambrados construídos pelos proprietários de clubes, impossibilitando a identificação de todos os pontos críticos.

Para a execução da última avaliação os estudantes utilizaram a metodologia proposta no item 3.3.1, ou seja, fizeram um levantamento das bases teóricas e jurídicas, aliadas aos resultados do trabalho de campo para discutir e propor a solução do problema. As hipóteses iniciais sobre a falta de legislação, a falta de recursos financeiros para custear a resolução do problema foram descartadas.

Os estudantes chegaram à **conclusão** que existem leis federais, estaduais e municipais, porém, são ignoradas, as iniciativas na área da educação ambiental são ineficientes, a fiscalização inexistente; além de não existir campanhas educativas sobre o tema, veiculadas nos meios de comunicação.

Assim, diante do cenário, os estudantes decidiram convocar todos os vereadores eleitos para o pleito de 2017 – 2020, bem como o poder executivo, para assistirem à apresentação dos dados, as reflexões oriundas do período de estudos do curso bem como a resolução do problema.

Foram encaminhados ofícios para todos os vereadores, vice-prefeito e prefeito da cidade de Caldas Novas. Por solicitação de um dos participantes, estendeu-se a convocação para um vereador da cidade de Rio Quente, cidade que faz fronteira com Caldas Novas.

A apresentação dos resultados da pesquisa de campo foi transmitida ao vivo pela internet, pois alguns interessados – governantes da cidade - estavam em São Paulo e não puderam participar do evento. Dos 15 vereadores do município apenas um deles compareceu, e este da cidade do Rio Quente, ausentando-se todos os representantes do poder executivo.

Quanto à exposição da pesquisa, vale destacar que foi elaborada tendo como base científica os conceitos estudados durante o curso. A apresentação foi construída através do software *Cmap Tools*, e contou com um mapa conceitual, utilizando-se links para o *Power Point*, *Prezi*, fotos e figuras, que se segue pela ordem:

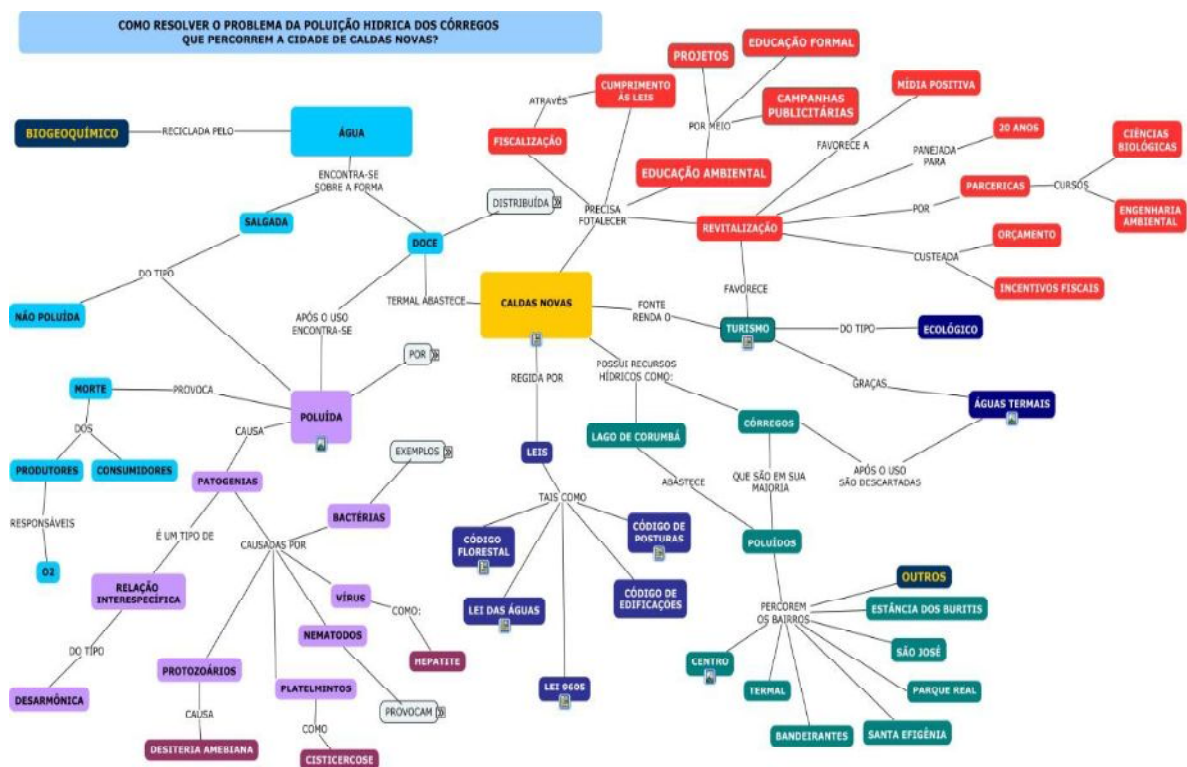
A **resolução do problema** foi apresentada sob a forma de um mapa conceitual (*Figura 14*) composto por 83 conceitos, 77 ligações, 21 arquivos e links, 1 sub-mapa, 3 nós, 1 slide do *Power Ponit* e uma apresentação utilizando-se o *Prezi*.

Apresentação da solução do problema foi dividida nos seguintes estágios:

- O ciclo da água e a importância de sua preservação;
- A distribuição da água no planeta;
- A poluição hídrica e seus malefícios;
- A cidade de Caldas Novas e o uso da água como fonte de receita.
- Os mananciais que percorrem o centro da cidade
- O saneamento básico e seu relacionamento com o bem estar social
- As leis ambientais: Federal, estadual e municipal.
- Conclusão e solução do problema.

Ambas as apresentações contaram com links e hiperlinks que elucidavam cada tema em questão, principalmente a identificação das áreas de maior poluição.

FIGURA 14 – Mapa parcial com apresentação e resolução do problema



Fonte: Alunos do minicurso.

Como **resolução do problema** os estudantes propuseram um pacto entre o poder público e a iniciativa privada para a despoluição dos córregos, a construção de estações de tratamento de esgoto tendo como meta de conclusão, o período de 20 anos, ambos com investimento público-privado, através de incentivos fiscais e de empenho público, além da criação de um órgão fiscalizador, a inserção da temática nas escolas municipais e a promoção de campanhas educativas no rádio e na televisão.

Os estudantes argumentaram sobre a importância que a cidade representa no cenário nacional e concluíram elucidando que todo o investimento em saneamento básico, despoluição dos córregos e na educação ambiental promoverá uma mídia positiva, atraindo mais turistas e em consequência aumentando o PIB do município, o que também poderá refletir em maior volume de impostos arrecadados pelos cofres públicos.

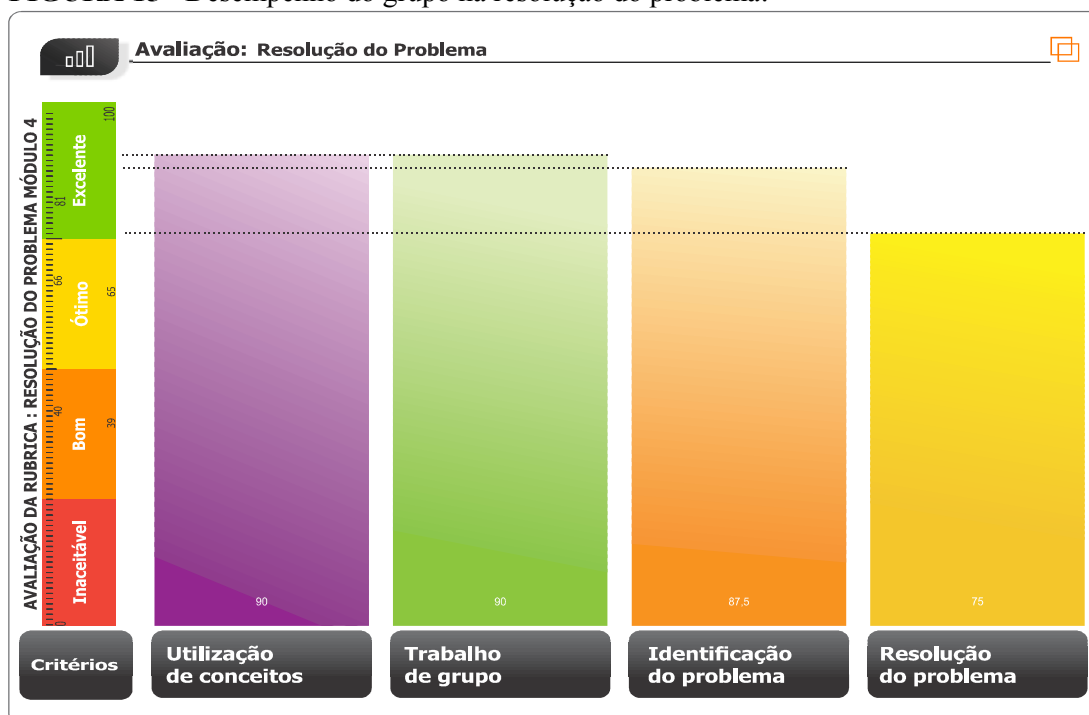
A proposta foi exposta e, ao final, o único vereador da cidade se dispôs a criar o que ele chamou de “pacto pelas águas”, acatando a ideia e conclamando os estudantes e o pesquisador a participarem da elaboração do projeto, que se comprometeu a divulgar e apresentar ao poder legislativo entre os meses de outubro e novembro de 2017.

Diante do exposto, a análise final da resolução do problema, reflete o resultado foi exposta na *figura 15*.

O exercício cognitivo proporcionado pelo software *Cmap Tools*, através da construção do mapa conceitual exigiu que, ambos os atores detivessem seu caminho marcado pelo raciocínio lógico, a recordação de conceitos, a ligação entre a teoria e a prática, com o intuito de resolver o problema proposto no início do minicurso.

Portanto, constatamos que a aprendizagem por descoberta e solução de problemas, aliada ao uso do software *Cmap Tools* mostrou-se eficiente como uma estratégia de ensino, contemplando a aprendizagem significativa.

**FIGURA 15** - Desempenho do grupo na resolução do problema.



Fonte: Dados do autor.

### 4.3 Análise da observação

A observação não estruturada desenvolvida durante a pesquisa permitiu verificar características e atitudes que são alusivas ao processo de aprendizagem significativa. Como vias de acompanhamento do processo cognitivo a observação não estruturada foi sendo registrada linearmente no desenvolver do minicurso.

Ao iniciar o processo de observação partindo do desenvolvimento do módulo 1, já nas primeiras atividades foi possível notar que houve o envolvimento entre os grupos na troca de informações, o que indica que o caráter social exerce influência no processo de aprendizagem.

Quanto às questões de cunho investigativo propostas neste módulo, verificou-se que a troca de experiência entre os componentes dos grupos proporcionou uma mudança visível nas investigações realizadas na internet, sendo que essas despertaram nos estudantes o conhecimento científico em detrimento de referências de conhecimento baseado no senso comum.

Ao iniciar o módulo 2, que deteve-se prioritariamente ao estudo técnico do software *Cmap Tools*, e em caráter secundário ao *Power Point* e *Prezi*, foi possível averiguar que muitos dos grupos deslumbraram-se com as possibilidades de utilização dos programas. Os discentes engrandeceram o software de construção de mapas conceituais argumentando que, com ele seria possível explicar qualquer conteúdo, revisar, estudar para as avaliações e utilizá-lo para apresentar trabalhos interdisciplinares.

E ainda, no decorrer das atividades, observou-se que ambos os grupos, ao discutirem seus mapas conceituais, opinavam, resistiam, argumentavam sobre como os conceitos deveriam ser interligados. Em todas as oportunidades, em que houve debate, os mapas se modificavam rapidamente, graças aos recursos e às facilidades proporcionadas pelo *Cmap Tools*, configurando uma aprendizagem permeada pela interação social e pelo uso das tecnologias.

Já em decorrência dos estudos teóricos relacionados à ecologia, os quais foram destinados o módulo 3, percebeu-se a importância da organização prévia para a recordação de subsunçores, sobretudo durante o processo de elaboração dos mapas. Outro ponto importante foi a evidência de que os conceitos adquiridos recentemente já permeavam o repertório das discussões. Gradativamente, os estudantes foram percebendo o valor da questão focal no processo de delimitação dos assuntos tratados, o que foi expresso por vários grupos durante a exposição de seus mapas.

À medida que a utilização do *Cmap Tools* foi se intensificando, averiguou-se que o software já não era utilizado exclusivamente para as atividades propostas no minicurso. Expandiu-se em Trabalhos em sala de aula e apresentações durante a feira científica - tradição na Escola.

Todo o processo de construção dos mapas promoveu um trabalho cognitivo, seja pela descoberta e aplicação dos conceitos, ou pelos debates observados durante as apresentações. Toda essa gama de características provocou não só a mudança na quantidade de subsunçores, mas também uma modificação gradual nas atitudes dos discentes. Essa mudança foi observada pela primeira vez, quando os estudantes se exaltaram ao constatarem que o ciclo da água encontra-se influenciado pela ação do homem, principalmente no município de Caldas Novas. Durante uma exposição, um deles, que reside no município próximo foi eloquente ao afirmar que em sua cidade, os clubes, durante o período noturno, despejam o esgoto diretamente nos córregos que cortam vários acampamentos em que banhistas frequentam durante o dia.

Ao acompanhar as exposições ficou evidente que o fortalecimento da reconciliação de conceitos surge claramente durante o debate, a argumentação e a reestruturação dos mapas.

Outro fato observado foi a ligação entre a teoria e a prática. Durante as exposições dos mapas, os alunos apresentavam preocupação com os problemas que corriqueiramente eles eram testemunhas, os quais foram elencados: oficinas mecânicas, vizinhos que jogam lixo nas encostas, bocas de lobo obstruídas e esgotos ligados diretamente aos córregos.

A utilização do software para a construção dos mapas também facilitou a interligação de conceitos, o levantamento de hipóteses e a argumentação através das diversas ligações obtidas por meio de links e hiperlinks, fotos e conteúdos externos, proporcionando a aplicação dos conceitos em uma amplitude maior.

No emanar do último módulo, observou-se que a linguagem científica já estava sendo agraciada, sobretudo no aspecto ecológico, permeando os diálogos observados durante o trabalho de campo e principalmente no decurso da resolução do problema.

Faz-se necessário evidenciar que, após a aquisição dos conceitos teóricos, os próprios estudantes já se dispuseram a realizar um trabalho de campo para investigar o problema.

Durante o desenvolvimento do trabalho de campo, discutiu-se o problema e fez menção às questões teóricas trabalhadas dentro do ambiente formal de educação. Todas essas

observações foram importantes, pois ao relacionar a teoria à prática os estudantes utilizaram do trabalho cognitivo para construir o conhecimento.

Após todo o trabalho de campo e o primeiro debate, a teoria foi confrontada com a realidade vivida pelos estudantes. Esta fase mostrou-se como uma das mais provocativas durante todo o curso, principalmente ao descobrirem que existem leis e conhecimento suficiente pelo poder público para que o problema da água em Caldas Novas fosse resolvido. Tal constatação causou indignação e revolta nos estudantes ao ponto de solicitar, que a apresentação final fosse destinada ao poder legislativo e executivo do município.

No período destinado para a apresentação da solução do problema, os estudantes se envolveram de maneira surpreendente, fazendo menção aos conceitos e aos dados coletados durante o trabalho de campo, assim como enfatizaram as leis existentes tanto no âmbito federal, estadual e municipal.

Durante a apresentação eles se mostraram altamente preparados e com uma retórica permeada de subsunções e conectivos que evidenciou o profundo conhecimento do assunto tratado.

Já a apresentação da solução do problema pôde ser avaliada não apenas pelos critérios estabelecidos pela rubrica, mas também pelos aspectos subjetivos oriundos de sua exposição.

O primeiro destaque deve-se ao empenho de cada um dos participantes em promover as pesquisas, direcionar conceitos, assim como o auxílio mútuo. Outro ponto de destaque da exposição foi a identificação do problema tendo como base a teoria estudada. Merece atenção também, a investigação dos agentes poluidores, o qual os estudantes pontuaram: lançamento de esgoto pelo próprio poder público e pelos clubes da cidade, a falta de investimento em novas estações de coleta e tratamento de esgoto, rede pluvial ineficiente, estação de tratamento de esgotos incompatível com a demanda da cidade, falta de fiscalização dos órgãos competentes, inexistência de campanhas educativas no âmbito das mídias e a pouca atenção à educação ambiental nas escolas, excluindo-se apenas um projeto desenvolvido no âmbito municipal.

Na oportunidade, um dos expositores surpreendeu pela ousadia quando disse: “Estudamos bem o problema, ele não está na falta de leis, mas sim no cumprimento delas”; “não faltam iniciativas o que falta é vontade política”; “leis sem fiscalização é a mesma coisa que sua inexistência”.( Grifo nosso)

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As investigações da presente pesquisa partiram da problemática envolvendo os resultados pouco expressivos alcançados pelos “alunos” brasileiros nas avaliações externas, promovidas tanto no âmbito nacional como internacional, citadas na introdução desta pesquisa. Tais considerações levaram em conta, algumas variáveis, dentre elas o uso ineficiente ou a ausência das tecnologias como agentes potencializadores do processo cognitivo.

Assim, o panorama deste estudo partiu do intuito de analisar qualitativamente em que medida o uso das tecnologias por meio da construção de mapas conceituais através do software *Cmap Tools* pode contribuir para aprendizagem significativa e a solução de problemas em ecologia?

Para se chegar à coleta de dados e a elucidação da presente questão, elaborou-se a estratégia de um minicurso de educação ambiental, que teve como pilares direcionadores, as teorias da aprendizagem significativa por descoberta e solução de problemas, o uso das novas tecnologias, e o processo de construção dos mapas conceituais.

Metodologicamente a estratégia de estudo foi conduzida tendo como objetivo resolver o problema da poluição hídrica dos mananciais que percorrem o centro da cidade de Caldas Novas.

No desenvolver da pesquisa, buscou-se perceber como os estudantes articularam conceitos de ecologia mediante o processo de construção de mapas conceituais através do software *Cmap Tools*, investigando a potencialidade de sua aplicação para a resolução de problemas.

O papel pedagógico do professor baseou-se no princípio da aprendizagem por solução de problemas, portanto sua atuação foi permeada da proximidade para com os estudantes, atuando como orientador e incentivador do processo de ensino e aprendizagem.

Com a finalidade de análise qualitativa de ambos os objetos de coleta de dados, foram utilizadas rubricas específicas ao final de cada um dos momentos avaliativos.

A diversidade de atividades aliadas à investigação por meio dos mapas conceituais do trabalho de campo e da resolução do problema revelou, através dos resultados expressados sob a forma de gráficos qualitativos e da observação não estruturada, que a estratégia empregada proporcionou aos estudantes um rendimento expressivo.

Quanto à construção, exposição e reestruturação dos mapas conceituais obtidos através do *Cmap Tools*, estes proporcionaram o aumento no repertório de subsunçores, a



articulação, reorganização, delimitação, assimilação e a integração de conceitos interdisciplinares.

O estudo revelou também, que o emprego do software *Cmap Tools* contribuiu significativamente para a solução do problema, principalmente ao organizar as estruturas cognitivas para a elucidação da questão. Sua aplicação proporcionou a disposição lógica dos conceitos existentes e descobertos, mediante a exposição dos mapas, por meio do debate, das argumentações, e da construção de uma rede de conhecimentos, evidenciando que é viável ensinar e aprender com tecnologias.

Já o emprego de outras tecnologias colaborou com o processo investigativo, a coleta de informações, a exposição dos dados e a apresentação dos mesmos. No entanto, a observação não estruturada revelou que, o seu emprego deve ser comedido e precedido de um planejamento sucinto.

O emprego da metodologia adotada contribuiu não apenas para aprendizagem significativa conceitual, como colaborou também para o processo de desenvolvimento do senso político e a mudança de postura ante aos problemas sociais.

Constatou-se que as rubricas possuem um potencial relevante para com o aspecto avaliativo de atividades escolares. A análise dos gráficos e a observação não estruturada corroboram no sentido de que as rubricas são recomendadas tanto para avaliação qualitativa quanto para avaliação quantitativa. Sua aplicação pode revelar mais do que a quantidade de subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos discentes, elas podem demonstrar outras características que uma avaliação tradicional não mensura.

Por todos os aspectos e resultados já mencionados, conclui-se momentaneamente, que a abordagem da aprendizagem significativa por descoberta e a solução de problemas mediante a utilização do software *Cmap Tools* mostrou-se promissora para o processo de ensino e aprendizagem, cooperando significativamente para a construção do conhecimento.

Como trabalho futuro pretende-se empregar a estratégia da presente pesquisa a outras áreas do conhecimento, buscando verificar a sua aplicabilidade e consequentemente, sua eficácia.

Concomitantemente aos resultados expressados, espera-se que as reflexões presente possam contribuir para a melhoria do processo pedagógico nos espaços formais de educação.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, David P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

ALEGRO, Regina Célia. **Conhecimento prévio e aprendizagem significativa de conceitos históricos no ensino médio**. 2008. 239 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2008.

BORREGO, Maura; DOUGLAS, Elliot P.; AMELINK, Catherine T. Quantitative, qualitative, and mixed research methods in engineering education. **Journal of Engineering Education**, Washington, v. 98, n. 1, p. 53-66, jan. 2009.

BRASIL. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, 2006.

BRIDGES, Susan.; MCGRATH, Colman.; WHITEHILL, Tara L. (Org.). **Problem based learning in clinical education: the next generation**. 8. ed. New York: Springer, 2012. (Innovation and Change in Professional Education).

BUTZKE, A. (Org.); PONTALTI, S. M. (Org.). **Os recursos naturais e o homem: o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado frente à responsabilidade solidária**. Caxias do Sul: EDUCS, 2012.

CONGRESSO INTERNACIONAL GALEGO-PORTUGUÊS DE PSICOPEDAGOGIA, 12., 2013, Braga. **Construtivismo tecnológico para promoção de motivação e autonomia na aprendizagem**. Braga: Universidade do Minho, 2013.

CASAL, João A.; Vieira. **Atas do XII congresso internacional Galego-Português de psicopedagogia**. Universidade do Minho, Braga: Portugal, 2013.

CASTRO, Maria Helena Guimarães de. Avaliação do sistema educacional brasileiro: tendências e perspectivas. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 20, p. 303- 364, jul./set. 1998.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARALHO, Fábio C. A.; IVANOFF, Gregório B. **Tecnologias de que educam: ensinar e aprender com tecnologias da informação e comunicação**, São Paulo: Pearson, 2010.

CERVO, Amado L.; BERVIAN, Pedro A.; SILVA, Roberto. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2007.

COLL, César et al. **O construtivismo em sala de aula**. Tradução Cláudia Schilling. 6. ed. São Paulo: Editora Ática, 2009.

CORTESÃO, Luiza; LEITE, Carlinda; PACHECO, José Augusto. **Trabalhar por projetos em educação**. Uma inovação interessante? Porto: Porto Editora, 2003.

CRUZ, Priscila; MONTEIRO, Luciano (Org.). **Anuário brasileiro da educação básica**: 2013. São Paulo: Moderna, 2013. 148 p. Disponível em: <[https://www.todospelaeducacao.org.br/arquivos/biblioteca/anuario\\_educacao\\_2013.pdf](https://www.todospelaeducacao.org.br/arquivos/biblioteca/anuario_educacao_2013.pdf)>. Acesso em: 14 fev. 2016.

DEMO, Pedro. **Educação hoje**: “novas” tecnologias, pressões e oportunidades. São Paulo: Atlas, 2009.

ERTMER, Peggy A. et al. **Essential reading in problem-based learning**: exploring and extending the legacy of Howard S. Barrows: Purdue University Press, Indiana, 2015.

FARIA, Dóris Santos. **Conhecimento, metodologias e relações interdisciplinares**. São Paulo: Moderna; Brasília: Universidade Federal de Brasília, 2005.

FAVA, Rui. **Educação 3.0**. São Paulo: Saraiva, 2014.

FREITAS, Elianade Souza M. et al. **O trabalho de campo como estratégia pedagógica no ensino de jovens e adultos**. Belo Horizonte: RHJ, 2012.

GARCIA, Lenise A. M. **Conhecimento, metodologias e relações interdisciplinares**: Biologia. São Paulo: Moderna, 2006.

GAVA, Tânia. B. S.; MENEZES, Crediné S. Ambientes cooperativos para aprendizagem orientada à projeto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 10., 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p. 325-332.

GAVA, Tânia. B.S.; MENEZES, Crediné S.; CURY, Davidson. **Aplicações de mapas conceituais na educação como ferramenta metacognitiva**. Disponível em: <<http://www.nuted.ufrgs.br/oficinas/criacao/AplicacoesdeMapasconceituaisnaEducacao.pdf>> Acesso em: 22 de novembro de 2015.

GERHARDT, Tatiana E.; SILVEIRA, Denise T. (Org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2009.

GONSALVES, Elisa. P. **Conversas sobre iniciação à pesquisa científica**. Campinas, SP: Alínea, 2001.

GULLO, Maria C. **O pensamento econômico e a questão ambiental**: uma revisão. Caxias do Sul: IPES/UCS, 2010. (Texto para discussão n.41.). Disponível em: <<http://www.ucs.br/site/midia/arquivos/041.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2015.

JONASSEN, David, et al. **Learning to solve problems with technology**: a constructivist perspective. 2. ed. New Jersey: Pearson, 2003.

KAMBLE S. K.; TEMBE B. L. The effect of use of concept maps on problem solving performance and attitude in Mechanical engineering course. In: **2nd World Conference on Educational Technology Researches**, 2012, Kyrenia, Elevier, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.06.141>>. Acesso em: 17 jul. 2016.

KENSKI, Vani M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Campinas: Papirus, 2015.

KIEFER, Neci I. S.; PILATTI, Luiz A. Roteiro para a elaboração de uma aula significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba - Pr, v. 7, n. 1, p.1-23, 15 maio 2014. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/issue/view/120>>. Acesso em: 10 out. 2016.

LARA, Anna E. de; SOUSA, Célia M. S. G. O processo de construção e uso de um material potencialmente significativo visando a aprendizagem significativa em tópicos de colisões: apresentação de slides e um ambiente virtual de aprendizagem. **Experiências em ensino de ciências**, Cuiabá, v. 2, n. 4, p.61-82, 2009. Disponível em: <<http://if.ufmt.br/eenci/>>. Acesso em: 14 jun. 2016.

MARCONI, Maria de A.; LAKATOS, Eva M. **Técnicas de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MARZANO, Robert J.; PICKERING, Debra J.; POLLOCK, Jane E. **Ensino que funciona: estratégias baseadas em evidências para melhorar o desempenho dos alunos**. Tradução Magda Lopes. Porto Alegre: Artmed, 2008.

MASMITJÀ, Josep A. (Coord.). **Rúbricas para la evaluación de competencias**. Barcelona: Octaedro, 2013. (Cuadernos de docencia universitaria).

MORAN, José M.; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2015.

MOREIRA, Marco A.; MASINI, Elcie F. S. **Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2011.

MOREIRA, Marco A. **Teorias de aprendizagem**, São Paulo: EPU, 1999.

\_\_\_\_\_. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. 1. ed. São Paulo: Centauro, 2010.

MUNHOZ, Antonio S. **ABP Aprendizagem baseada em problemas: ferramenta de apoio ao docente no processo de ensino e aprendizagem**. São Paulo: Cengage CTP, 2015.

NOVAK, Joseph D. **Aprender a aprender**. Tradução Carla Valadares. Lisboa: Plátano, 1984.

NOKAV, Joseph D; CAÑAS, Alberto J. **A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los**. Tradução Luis Fernando Cerri. Ponta Grossa: Praxis Educativa jan.-jun. 2010.

NOVAK, Joseph D.; GOWIN, D. Bob. **Learning how to learn**. 21. ed. New York: Cambridge University Press, 1984.

OECD, PISA 2012 Results: Creative problem solving: students' skills in tackling real-life problems (Volume V), PISA, OECD publishing, 2014.

\_\_\_\_\_. PISA (2016), Science performance (PISA) (indicator). doi: 10.1787/91952204-en (Acessado em 20 de junho de 2016). Disponível em <<https://data.oecd.org/brazil.htm>>

OLIVEIRA, Priscila C. N. **A mediação das tecnologias de informação e comunicação no contexto escolar**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro e Educação, 2012, 132f. Disponível em: <[http://cascavel.ufsm.br/tede//tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=5173](http://cascavel.ufsm.br/tede//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=5173)>. Acesso em 05 set. 2015.

RIBEIRO, Mônica C. F. **Teorias psicológicas do desenvolvimento**. São Paulo: Sol, 2011.

ROSA, André H.; FRACETO, Leonardo F.; MOSCHINI-CARLOS, Viviane (Org.). **Meio ambiente e sustentabilidade**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

RUSSEL, Michael K.; AIRASIAN, Peter W. **Avaliação em sala de aula: conceitos e aplicações**. Tradução de Marcelo de Abreu Almeida. 7. ed. São Paulo: AMGH Editora, 2014.

SAMPIERI, Roberto H.; COLLADO, Carlos F.; LUCIO, María del P. B. **Metodologia de pesquisa**. Tradução de Daizy Vaz de Moraes. 5. ed. Porto Alegre: Mc Graw Hill, 2013.

SANTOS, Crizélia G. B. **Explorando a aprendizagem baseada em problemas no ensino médio para tratar de temas interdisciplinares a partir das aulas de química**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Ensino de ciências (física, química e biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-23042013-120646/>>. Acesso em: 2016 jun.17.

SANTOS, Christiane M.; SILVA, Kátia R. X. da. Ensino e aprendizagem na resolução de problemas: aprender a aprender. **Uniabeu**, Belford Roxo, v. 8, n. 20, p. 380-397, 2015. Disponível em: <[http://www.uniabeu.edu.br/publica/index.php/RU/article/view/2047/pdf\\_300](http://www.uniabeu.edu.br/publica/index.php/RU/article/view/2047/pdf_300)>. Acesso em: 22 abr. 2016.

SAVIN-BADEN, M; MAJOR, Claire H. **Problem-based learning**. Nova York: Open University Press, 2004.

SILVA, John K. F.; GONTIJO, Fábio de B. Aplicação do método PBL ao curso de engenharia civil do UNIPAM. **Revista Perquirere**, Patos de Minas, v. 1, n. 12, p.239-255, 2015. Semestral. Disponível em: <<http://perquirere.unipam.edu.br/revista-perquirere-n.-13-vol.-1-jul.-2016>>. Acesso em: 18 mar. 2016.

SILVA, Ivoneide Mendes; LINS, Walquíria C. B. leão; MARCELO B. C. Aplicação da aprendizagem baseada em problemas em uma disciplina de tecnologia da informação e comunicação de um curso de licenciatura em química. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL PBL2016**, 9., 2016, São Paulo: Rede Pan-americana de Aprendizagem

Baseada em Problemas, 2016. 13 p. Disponível em: <<http://www.panpbl.org/site/evento/wp-content/uploads/2016/10/6093254.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2017.

SOUSA, Sidinei de O. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL – problem-based learning):** estratégia para o ensino e aprendizagem de algoritmos e conteúdos computacionais. 2010. 251 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade Ciências e Tecnologia, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/96471>>. Acesso em: 07 jun. 2016.

SOUZA, Nádia A.; BORUCHOVITCH, Evely. **Mapas conceituais e avaliação formativa:** tecendo aproximações. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 36, n. 3, p.795-810, set/dez 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1517-97022010000300010>>. Acesso em: 10 abr. 2016.

SPERBER, Dan; WILSON, Deirdre. **Relevance:** communication e cognition. 2. ed. Cambridge: Blackwell, 1995.

STEWART, Concetta M.; SCHIFTE, Catherine C.; SELVERIAN, Melissa E. M. **Teaching and learning with technology:** beyond constructivism. New York: Routledge, 2010.

STOLTZ, Tania. **As perspectivas construtivista e o histórico-cultural na educação escolar.** Curitiba - PR: Intersaberes, 2012.

SCHWAB, K. World economic forum: the global competitiveness report 2015–2016. Disponível em: <[http://www3.weforum.org/docs/gcr/2015-2016/Global\\_Competitiveness\\_Report\\_2015-2016.pdf](http://www3.weforum.org/docs/gcr/2015-2016/Global_Competitiveness_Report_2015-2016.pdf)>. Acesso em: 04 jan. 2017.

TAKAHASHI, Tadao (Org.). **Sociedade da informação no Brasil:** livro verde. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000.

TORRES, Ani S. **Desenvolvimento sustentável.** São Paulo: Editora Sol, 2011.

UNESCO. **Carta de Belgrado.** 1975. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0001/000177/017772eb.pdf>> Acesso em: 04 jan. 2017.

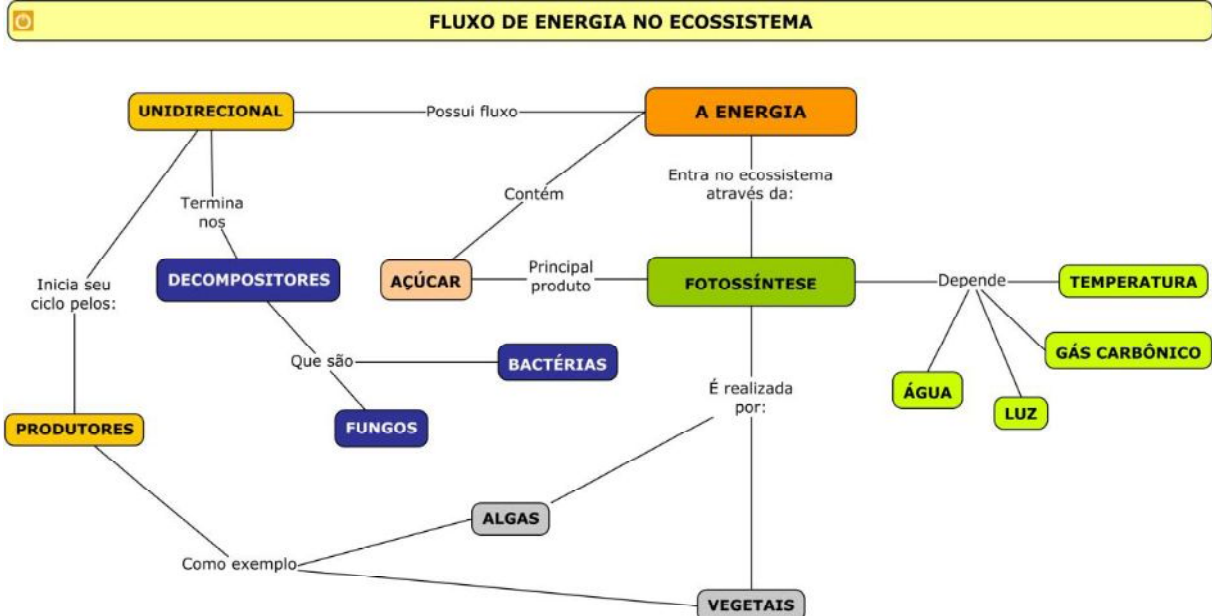
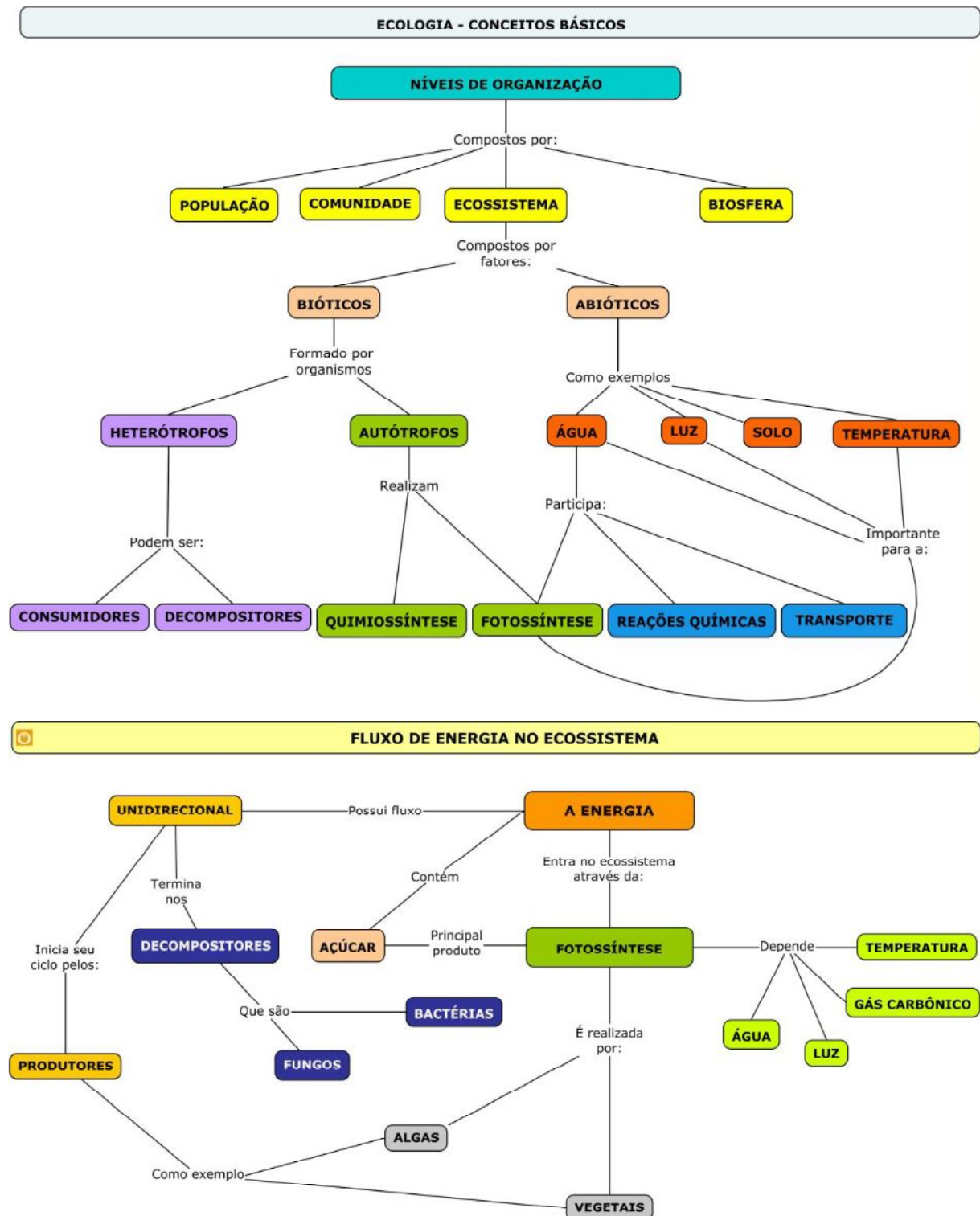
UNESCO. **Conferência de Tbilisi.** 1977. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0003/000327/032763sb.pdf>> Acesso em: 10 jan. 2017.

UNICEF. **10 Desafios do ensino médio no Brasil:** para garantir o direito de aprender de adolescentes de 15 a 17 anos. Brasília: Unicef, 2014.

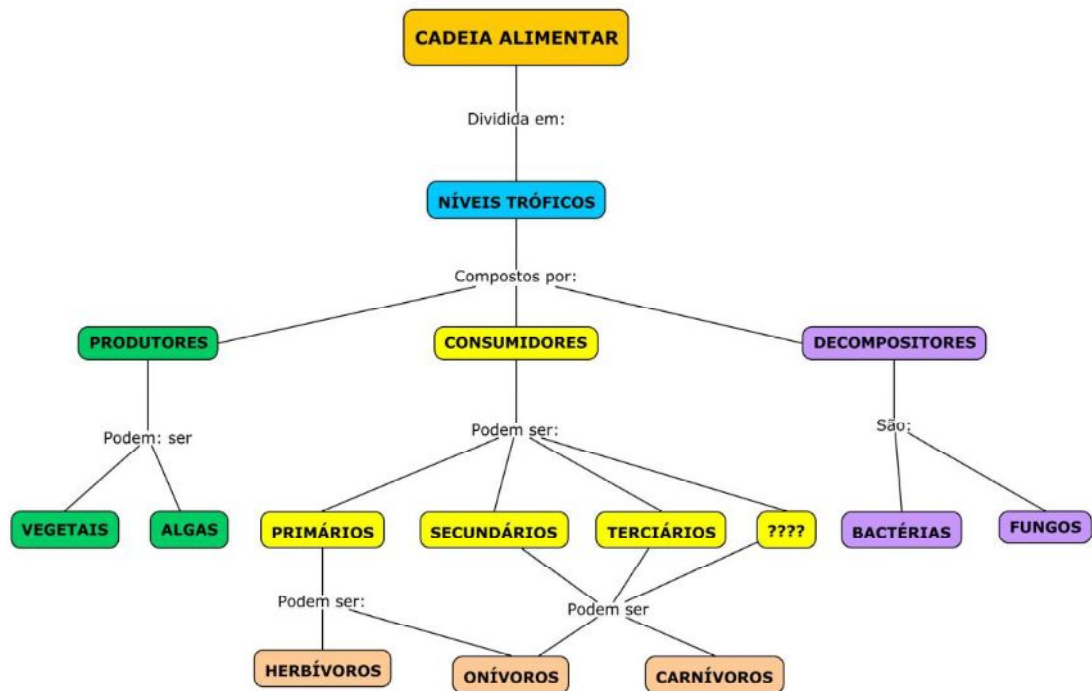
VELOSO, Renato. **Tecnologias da informação e comunicação:** desafios e perspectivas. São Paulo: Saraiva, 2011.

WARD, Helen et al. **Ensino de ciências.** Tradução Ronaldo Cataldo Costa. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

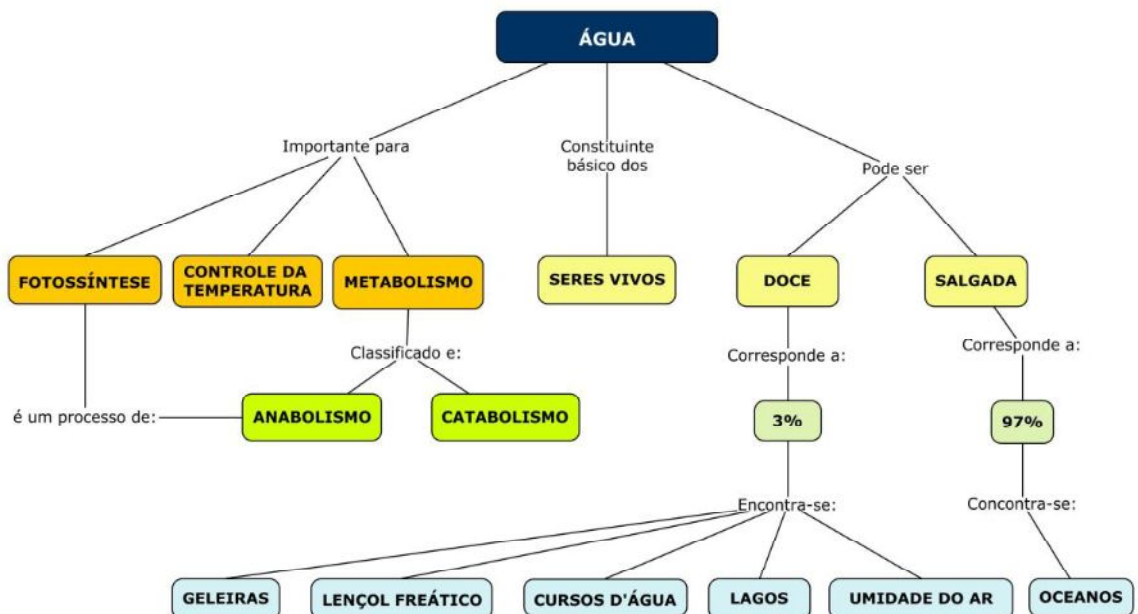
## APÊNDICE A - Parâmetros para avaliação dos mapas conceituais:



## ECOLOGIA - CADEIA ALIMENTAR

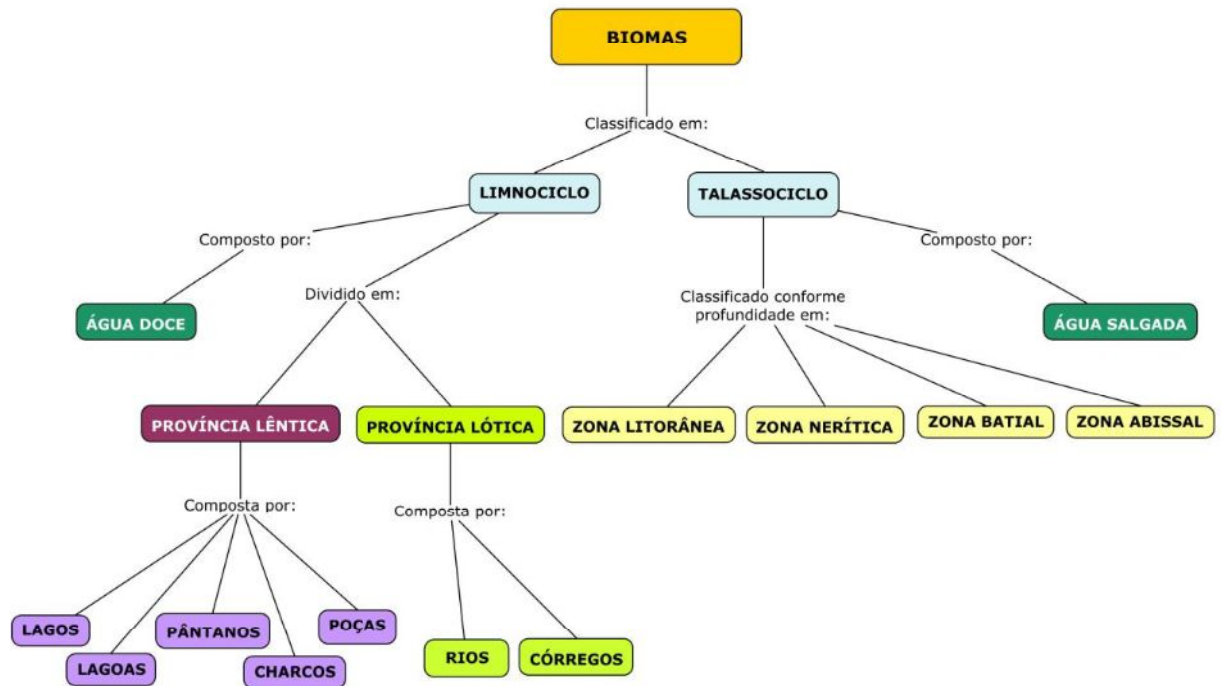


## IMPORTÂNCIA DA ÁGUA

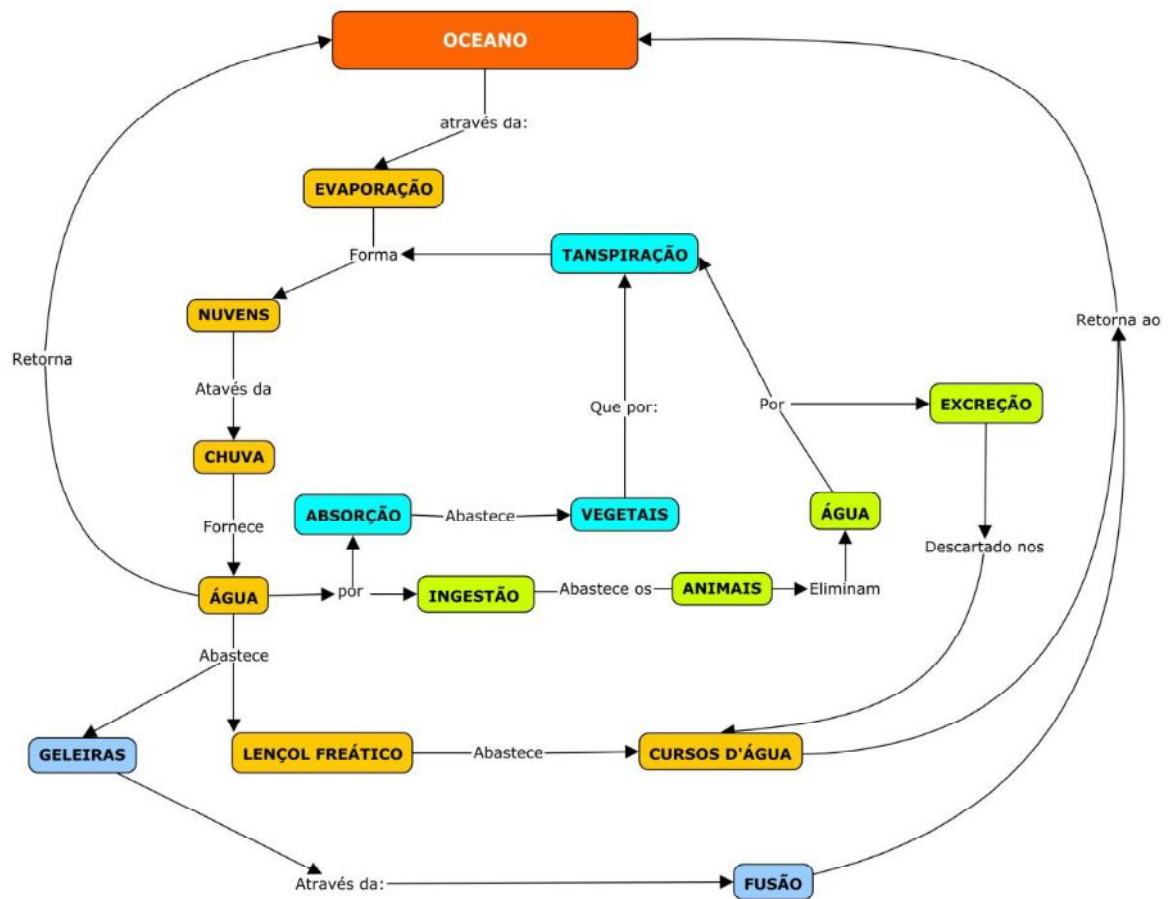




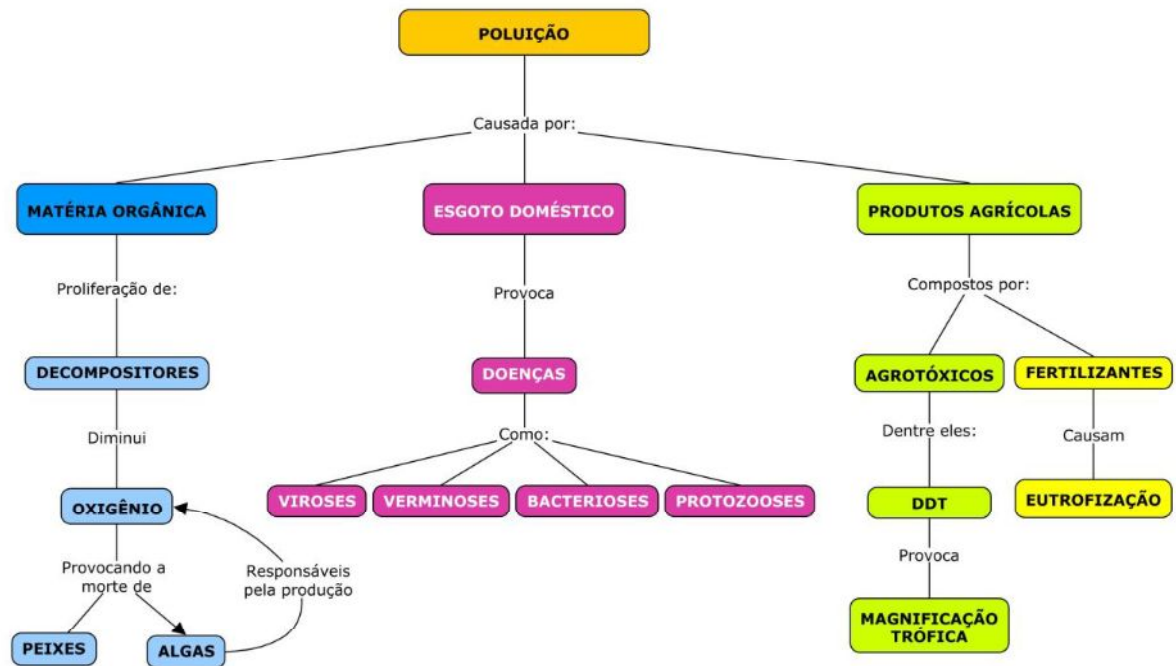
## AMBIENTES AQUÁTICOS



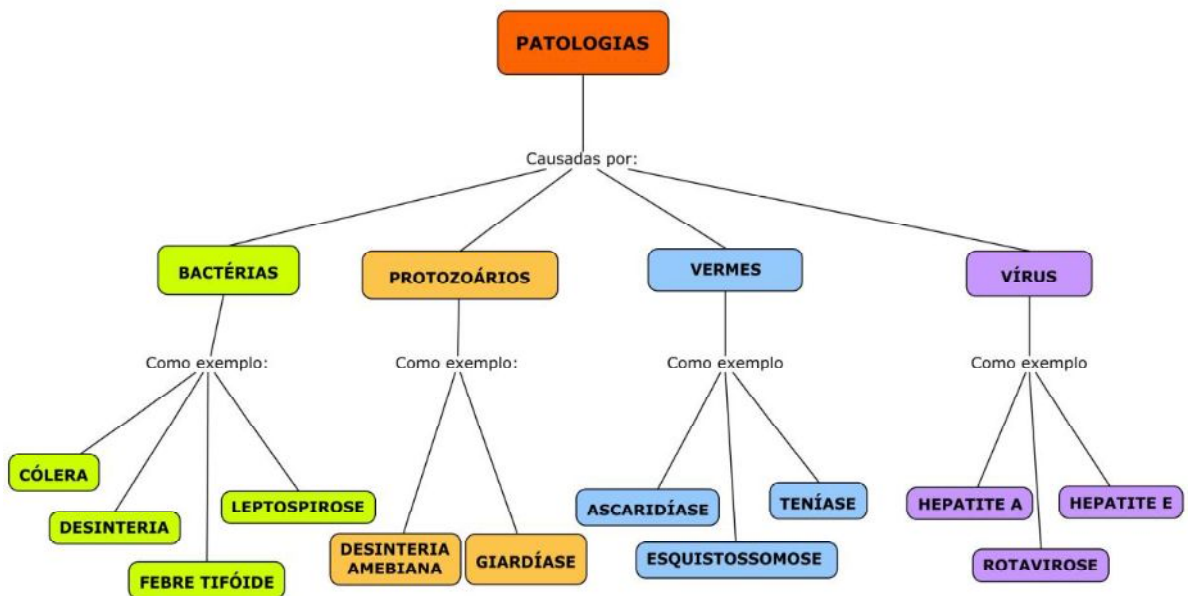
## CICLO DA ÁGUA



## POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

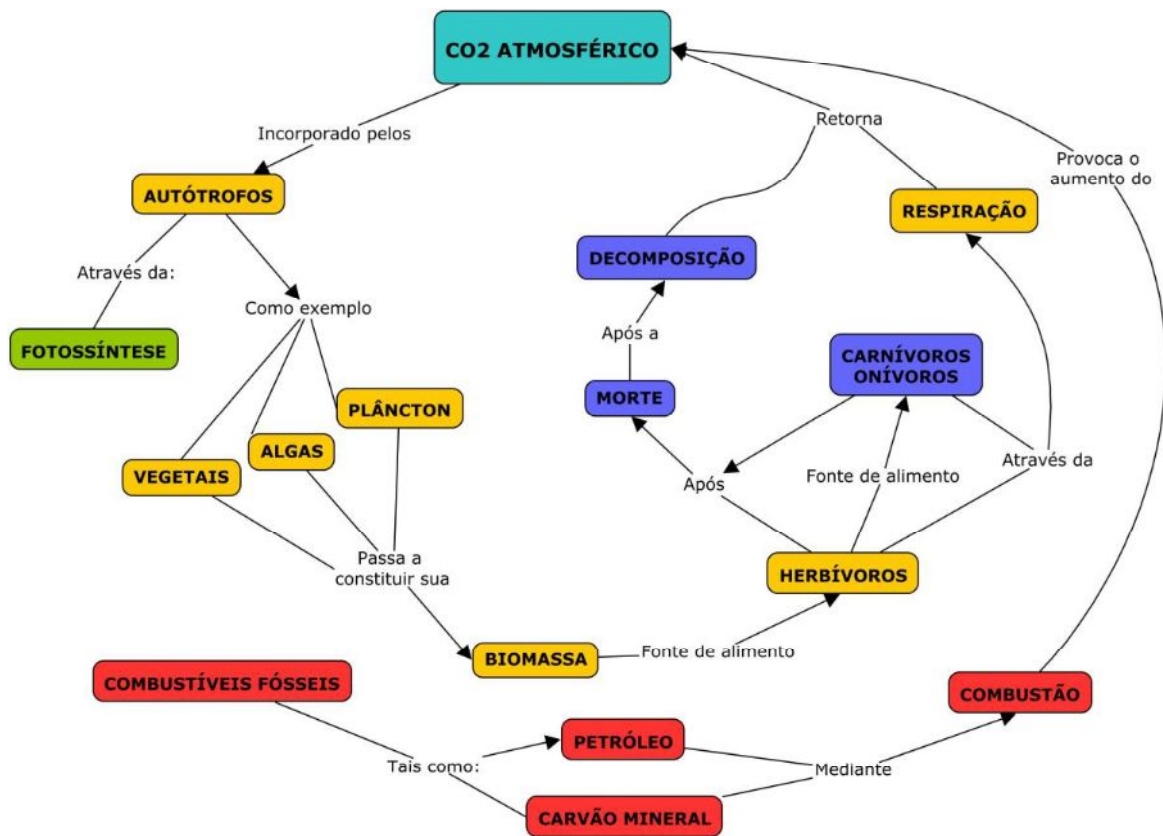


## DOENÇAS RELACIONADAS AO SANEAMENTO BÁSICO





### CICLO DO CARBONO



### CICLO DO OXIGÊNIO

