



ESTADO DE RORAIMA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA – UERR
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO – PROPEI



**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO
EM ENSINO DE CIÊNCIAS**
MESTRADO PROFISSIONAL

DILCE DOS SANTOS ALVES

**ESTUDO DO SOLO COMO RECURSO PEDAGÓGICO
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO NA APRENDIZAGEM DOS
ELEMENTOS QUÍMICOS, PARA ESTUDANTES DO 1º ANO DO
ENSINO MÉDIO NO ESPAÇO NÃO FORMAL EDUCATIVO MUSEU
DE SOLOS DE RORAIMA**

Boa Vista – RR
2020

DILCE DOS SANTOS ALVES

**ESTUDO DO SOLO COMO RECURSO PEDAGÓGICO
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO NA APRENDIZAGEM DOS
ELEMENTOS QUÍMICOS, PARA ESTUDANTES DO 1º ANO DO
ENSINO MÉDIO NO ESPAÇO NÃO FORMAL EDUCATIVO MUSEU
DE SOLOS DE RORAIMA**

Dissertação e o produto educacional apresentados ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Linha de Pesquisa: Espaços Não Formais e a Divulgação Científica no Ensino de Ciências.

Orientador: Prof.^a DSc. Régia Chacon Pessoa de Lima

Coorientador: Prof. DSc. José Frutuoso do Vale Junior

Copyright © 2020 by Dilce dos Santos Alves

Todos os direitos reservados. Está autorizada a reprodução total ou parcial deste trabalho, desde que seja informada a **fonte**.

Universidade Estadual de Roraima – UERR
Coordenação do Sistema de Bibliotecas
Multiteca Central
Rua Sete de Setembro, 231 Bloco – F Bairro Canarinho
CEP: 69.306-530 Boa Vista - RR
Telefone: (95) 2121.0945
E-mail: biblioteca@uerr.edu.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A474e Alves, Dilce dos Santos.

Estudo do solo como recurso pedagógico potencialmente significativo na aprendizagem dos elementos químicos, para estudantes do 1º ano do ensino médio no espaço não formal educativo Museu de Solos de Roraima. / Dilce dos Santos Alves. – Boa Vista (RR) : 2020.

132 f. : il. Color 30 cm.

Dissertação e o produto educacional apresentados ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, tendo como linha de pesquisa: Espaços Não Formais e a Divulgação Científica no Ensino de Ciências, sob a orientação da Profª. DSc. Régia Chacon Pessoa de Lima e coorientação do Prof. DSc. José Frutuoso do Vale Junior.

Inclui Produto Educacional (vídeo).

Inclui apêndices.

Inclui anexos.

1. Elementos Químicos 2. Museu de solos 3. Espaço não formal
4. Aprendizagem Significativa I. Lima, Régia Chacon Pessoa de (orient.)
II. Vale Junior, José Frutuoso do (coorient.) III. Universidade Estadual de Roraima – UERR IV. Título

UERR.Dis.Mes.Ens.Cie.2020.09

CDD – 540.798114 (21. ed.)

FOLHA DE APROVAÇÃO

ESTUDO DO SOLO COMO RECURSO PEDAGÓGICO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO NA APRENDIZAGEM DOS ELEMENTOS QUÍMICOS, PARA ESTUDANTES DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO NO ESPAÇO NÃO FORMAL EDUCATIVO MUSEU DE SOLOS DE RORAIMA

DILCE DOS SANTOS ALVES

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Linha de Pesquisa: Espaço não-formais e a divulgação científica no Ensino de Ciências.

Aprovado (a) em: 24/09/2020

Banca Examinadora

Régia Chacon Pessoa de Lima.

Profa. Dra. Régia Chacon Pessoa de Lima
Universidade Estadual de Roraima- UERR
Orientadora

José Frutuoso do Vale Júnior

Prof. Dr. José Frutuoso do Vale Junior
Universidade Federal de Roraima- UFRR
Coorientador

Ivanise Maria Rizzatti

Profa. Dra. Ivanise Maria Rizzatti
Universidade Estadual de Roraima - UERR
Membro Titular Interno

Ednalva D. R. da Silva Duarte.

Profa. Dra. Ednalva Dantas R. da Silva Duarte
Universidade Federal de Roraima- UFRR
Membro Titular Externo

Boa Vista, 24 de setembro de 2020.

“Dedico esse trabalho ao meu querido e amado pai Isaque Felipe Alves (*in memoriam*), que sempre teve orgulho do meu esforço e dedicação, mas que não pôde estar presente fisicamente nessa etapa tão especial da minha vida, porém sua presença sempre esteve presente em meu coração”.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir concluir essa etapa tão importante da minha vida, pois sem Ele ao meu lado jamais teria conseguido.

Ao meu filho, Thor Alves G. Pereira, motivo que me faz querer sempre melhorar para ser exemplo para ele.

Ao meu amado marido, Genilson G. Pereira, homem honrado e íntegro, por toda dedicação e apoio para que eu chegasse até o fim dessa caminhada. Sou grata por todas as vezes que trocou serviço com os colegas para ficar em casa com o nosso filho para que eu pudesse ir à Universidade, isso não tem preço! Te amo, marido! Meu maior incentivado.

À minha mãe e aos meus irmãos, por fazerem parte desse momento tão especial.

À minha orientadora, Prof.^a DSc. Régia Chacon Pessoa de Lima, por todo apoio, por todos os ensinamentos e principalmente pela paciência que teve comigo. Obrigada por acreditar em mim.

Ao meu coorientador Prof. DSc. José Frutuoso do Vale Junior, pelo o apoio durante todo processo.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências- PPGEC, por toda atenção. Quero aqui expressar toda minha gratidão a professora e Coordenadora do PPGEC, DSc. Ivanise Maria Rizzatti, por todo apoio aos mestrandos. Com você aprendi a importância da pesquisa para a ciência. Serei eternamente grata!

As minhas amigas, Esterline Félix, Iranete Pinho, Tânia Silva, Francisca Silvana Araújo e Francisleile Lima por todos os momentos que se despuseram a tornar essa jornada mais leve. São mulheres fortes, batalhadoras e inteligentes. Admiro muito vocês!

Aos estudantes participantes desta pesquisa, por terem aceitado participar e colaborar com o estudo.

Aos meus colegas do mestrado, pelos os bons momentos que passamos juntos. Aprendi muito com vocês.

A Universidade Estadual de Roraima- UERR e a CAPES, por nos proporcionar um curso de Mestrado, o que contribuirá significativamente para nossa carreira docente.

RESUMO

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa realizada durante o Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima, realizada no segundo semestre do ano 2019, em 15h/aulas, com 25 estudantes na faixa etária de 15 a 17 anos de idade, cursistas do 1º ano do ensino médio da Escola Estadual Presidente Tancredo Neves. O problema da pesquisa partiu da seguinte investigação: De que forma o Museu de Solos de Roraima, enquanto espaço não formal educativo, pode contribuir para potencializar a aprendizagem sobre elementos químicos, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel para estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma Escola Pública de Boa Vista/RR? Neste sentido, o estudo teve como objetivo analisar as contribuições do Museu de Solos de Roraima (MSR), enquanto espaço não formal educativo, na potencialização da aprendizagem significativa dos elementos químicos para estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Boa Vista/RR. Para alcançar o objetivo proposto, teve-se como ponto de partida a verificação dos conhecimentos prévios dos estudantes através de um questionário diagnóstico, bem como a construção de mapas conceituais partindo do conceito de elementos químicos. Após verificado a ausência de subsunções relevantes na estrutura cognitiva dos estudantes, foi utilizado a exibição de um vídeo sobre o conceito de elementos químicos como organizador prévio. Foi aplicado também a leitura de um artigo científico com o título “O conceito de elemento químico da antiguidade à modernidade”, com o intuito de que os estudantes tivessem a compreensão do conhecimento científico sobre o conceito de elementos químicos e consequentemente estruturar e relacionar novos significados. Durante a visita assistida ao MSR, foi possível identificar indícios de aprendizagem cognitiva, demonstrado por meio da externalização dos conhecimentos apreendidos. Do mesmo modo ocorreu com a aula experimental durante a construção de uma coloroteca com diferentes cores de solo, onde foi possível perceber através da interação entre os estudantes, momentos em que eles expressavam o conhecimento obtido. Portanto, a sequência metodológica desenvolvida no espaço formal e não formal e ancorada na TAS, mostrou indícios de aprendizagem significativa do conteúdo elementos químicos. Além disso, o solo se configurou um recurso potencialmente significativo no processo de aprendizagem do conteúdo elemento químico. Deste modo, a sequência metodológica proporcionou aos estudantes uma nova percepção sobre importância da química no contexto ao qual está inserido. Como produto final desta pesquisa, foi construída uma coloroteca que foi anexada ao laboratório de ciências da escola que servirá como material de apoio para estudantes, professores e comunidade em geral, contribuindo assim para a divulgação do conhecimento científico. Além disso, foi confeccionado um vídeo com o passo a passo das atividades desenvolvidas.

Palavras-Chave: Elementos Químicos. Museu de solos. Espaço não formal. Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

The present work is a research carried out during the Professional Master's Degree in Science Teaching at the State University of Roraima, carried out in the second semester of the year 2019, in 15h / classes, with 25 students in the age group of 15 to 17 years old, 1st year high school students at the President Tancredo Neves State School. The research problem came from the following investigation: How the Soil Museum of Roraima, as a non-formal educational space, can contribute to enhance the learning about chemical elements, based on David Ausubel Theory of Meaningful Learning for 1st year students High School in a Public School in Boa Vista / RR? In this sense, the study aimed to analyze the contributions of the Soil Museum of Roraima (MSR), as a non-formal educational space, in the potentiation of the significant learning of chemical elements for students of the 1st year of High School of a public school in the city of Boa Vista / RR. To reach the proposed objective, the starting point was to verify the students' previous knowledge through a diagnostic questionnaire, as well as to construct conceptual maps based on the concept of chemical elements. After verifying the absence of relevant subunits in the students' cognitive structure, it was used to display a video on the concept of chemical elements as a previous organizer. It was also applied the reading of a scientific article with the title "The concept of chemical element from antiquity to modernity ", with the intention that students had the understanding of scientific knowledge about the concept of chemical elements and consequently structure and relate new meanings. During the assisted visit to the MSR, it was possible to identify signs of cognitive learning, demonstrated through the externalization of the learned knowledge. The same happened with the experimental class during the construction of a colorteca with different colors of soil, where it was possible to perceive through the interaction between the students, moments when they expressed the knowledge obtained. Therefore, the methodological sequence developed in the formal and non-formal space and anchored in TAS, showed evidence of significant learning of the chemical elements content. In addition, the soil has become a potentially significant resource in the process of learning the chemical element content. In this way, the methodological sequence provided students with a new perception of the importance of chemistry in the context to which it is inserted. As a final product of this research, a colorteca was built and attached to the school's science laboratory that will serve as support material for students, teachers and the community in general, thus contributing to the dissemination of scientific knowledge. In addition, a video was made with the step by step of the activities developed.

Key words: Chemical Elements. Soil Museum. Non-formal space. Meaningful Learning.

RESUMEN

El presente trabajo es una investigación realizada durante el Máster Profesional en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Estatal de Roraima, realizado en el segundo semestre del año 2019, en 15h / clases, con 25 alumnos en el grupo de edad de 15 a 17 años. , Alumnos de 1er año de bachillerato de la Escuela Estatal Presidente Tancredo Neves. El problema de investigación surgió de la siguiente investigación: Cómo el Museo del Suelo de Roraima, como espacio educativo no formal, puede contribuir a potenciar el aprendizaje sobre elementos químicos, basado en la Teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel para estudiantes de 1er año ¿Escuela secundaria en una escuela pública en Boa Vista / RR? En este sentido, el estudio tuvo como objetivo analizar los aportes del Museo del Suelo de Roraima (MSR), como espacio educativo no formal, en la potenciación del aprendizaje significativo de elementos químicos para estudiantes de 1er año de Bachillerato de una escuela pública de la ciudad de Boa Vista / RR. Para alcanzar el objetivo propuesto, el punto de partida fue verificar los conocimientos previos de los estudiantes a través de un cuestionario de diagnóstico, así como construir mapas conceptuales basados en el concepto de elementos químicos. Luego de verificar la ausencia de subunidades relevantes en la estructura cognitiva de los estudiantes, se utilizó para mostrar un video sobre el concepto de elementos químicos como organizador previo. También se aplicó la lectura de un artículo científico con el título “El concepto de elemento químico desde la antigüedad hasta la modernidad”, con el fin de que los estudiantes tuvieran la comprensión de los conocimientos científicos sobre el concepto de elementos químicos y consecuentemente estructuran y relacionen nuevos significados. Durante la visita asistida al MSR, fue posible identificar signos de aprendizaje cognitivo, demostrado a través de la exteriorización de los conocimientos aprendidos. Lo mismo sucedió con la clase experimental durante la construcción de una colorteca con diferentes colores de suelo, donde fue posible percibir a través de la interacción entre los estudiantes, momentos en los que expresaron los conocimientos obtenidos. Por tanto, la secuencia metodológica desarrollada en el espacio formal y no formal y anclada en TAS, mostró evidencias de un aprendizaje significativo del contenido de elementos químicos. Además, el suelo se ha convertido en un recurso potencialmente significativo en el proceso de aprendizaje del contenido de elementos químicos. De esta manera, la secuencia metodológica brindó a los estudiantes una nueva percepción de la importancia de la química en el contexto en el que se inserta. Como producto final de esta investigación, se construyó una colorteca adjunta al laboratorio de ciencias de la escuela que servirá como material de apoyo para estudiantes, docentes y la comunidad en general, contribuyendo así a la difusión del conocimiento científico. Además, se realizó un video con el paso a paso de las actividades desarrolladas.

Palabras clave: Elementos Químicos. Museo del Suelo. Espacio no formal. Aprendizaje significativo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aprendizagem mecânica e significativa.....	20
Figura 2 - Mapa conceitual simplificado da TAS	22
Figura 3 - Teoria da Assimilação.....	24
Figura 4 - Camadas do solo.....	32
Figura 5 - Categoria de espaços não formais	37
Figura 6 - Coleção de monólito e pédons do Museu de Solos de Roraima.....	41
Figura 7 - Localização Geográfica da Escola Presidente Tancredo Neves.....	45
Figura 8 - Localização Geográfica do Museu de Solos em Roraima.....	46
Figura 9 - Mapa Conceitual dos elementos químicos.....	53
Figura 10 - Categorias de análises dos mapas conceituais MCs	54
Figura 11 - Pesquisa no laboratório de informática da escola	56
Figura 12 - Roteiro da visita assistida ao MSR.....	57
Figura 13 - Estudantes conhecendo o acervo do Museu de Solos de Roraima	58
Figura 14 - Aula com o professor curador do MSR.....	59
Figura 15 - Réplicas das calhas profissionais que são utilizadas no MSR.	60
Figura 16 - Roteiro da aula experimental.....	61
Figura 17 - Desenvolvimento da atividade experimental.	62
Figura 18 - Coleção de cores do solo - (COLORTECA).....	63
Figura 19 - MCI e MCF elaborado pelo estudante E1	77
Figura 20 - MCI e MCF elaborado pelo estudante E2	78
Figura 21 - MCI e MCF elaborado pelo estudante E22	78
Figura 22 - MCI e MCF elaborado pelo estudante E25	79

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 - Índice correspondente as respostas dos estudantes para segundo questão do diagnóstico inicial.	68
Gráfico 2 - Respostas dos estudantes sobre elementos químicos presentes no solo.	71
Gráfico 3 - Respostas dos estudantes sobre a contribuição do ensino de Química na formação enquanto cidadão.	73
Gráfico 4 - Resposta dos estudantes sobre a contribuição da exibição do vídeo como material introdutório.....	86
Gráfico 5 - Índice que representa a expectativa de visita ao Museu de Solos de Roraima.....	87
Gráfico 6 - Quantitativo dos elementos químicos apresentados pelos estudantes no diagnóstico inicial.....	97
Gráfico 7 - Quantitativo dos elementos químicos apresentados pelos estudantes no diagnóstico final.	98
Gráfico 8 - Classificação feita pelos estudantes sobre as atividades realizadas.....	101

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Percentual de CO ₂ e O ₂ no ar atmosférico e no solo.....	33
Tabela 2 - Elementos formativos e significados das classes de solos.....	42
Tabela 3 - Materiais utilizados para a construção de cores de solos (Colorteca).	61
Tabela 4 - Respostas dos estudantes correspondentes a questão: Você acha importante estudar Química? Por quê?	66
Tabela 5 - Respostas dos estudantes correspondentes à questão: Você acha que a tabela periódica é importante para Ciência? Por quê?	69
Tabela 6 - Distribuição dos mapas em relação as categorias de análise.....	75
Tabela 7 -Palavras de ligação mais utilizadas nas diagramações dos estudantes. ..	80
Tabela 8 - Conceitos e palavras mais usados apresentados nas diagramações dos estudantes.	81
Tabela 9 - Perguntas mais pertinentes feitas pelos os estudantes sobre a temática trabalhada.	89
Tabela 10 - Agrupamento das respostas dos estudantes para as questões 2 e 3 do questionário.	90
Tabela 11 - Fala dos estudantes durante a execução da atividade experimental.	92
Tabela 12 - Concepções dos estudantes sobre o que mais gostaram na aula experimental.	93
Tabela 13 - Respostas dos estudantes importância de se estudar Química.	95
Tabela 14 - Respostas dos estudantes sobre o conceito de elemento químico.....	96
Tabela 15 - Respostas dos estudantes sobre a importância da tabela periódica para Ciência.....	99

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1 PRESSUPOSTO TEÓRICO	19
1.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	19
1.1.1 Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Mecânica	19
1.1.2 Subsunçor	20
1.1.3 Organizadores Prévios	21
1.1.4 Tipos e Formas de Aprendizagem	22
1.1.5 Assimilação	24
1.2 ENSINO DE CIÊNCIAS E DE QUÍMICA	25
1.2.1 Breve apresentação sobre o Ensino de Ciências	25
1.2.2 Breve Discussões da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na disciplina de Química	26
1.2.2.1 Tabela Periódica e Elementos Químicos	28
1.2.2.2 Solo como Tema Gerador no Ensino de Química	30
1.2.2.3 Composição Química do Solo	31
1.3 EDUCAÇÃO FORMAL E NÃO FORMAL	33
1.3.1 Contribuições dos Espaços não Formais no Ensino de Ciências	35
1.4 MUSEU COMO ESPAÇO NÃO FORMAL DE ENSINO	38
1.4.1 Museu de solos: Espaço não Formal no Ensino de Química	39
1.4.2 Caracterização dos Aspectos Históricos e Físicos do Museu de Solos em Roraima	40
1.4.2.1 Breve Histórico sobre o Museu de Solos em Roraima	40
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	44
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	44
2.2 LOCAIS DA PESQUISA	45
2.3 CARACTERIZAÇÃO HISTÓRICA E FÍSICA DA ESCOLA	46
2.3.1 Universo e Amostra	47
2.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	47
2.5 CONTEXTO DA PESQUISA	48
2.6 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	48

2.6.1 Primeira etapa: Aplicação do questionário diagnóstico como elemento teórico na construção dos conhecimentos prévios	50
2.6.2 Segunda etapa: Construção de um Mapa Conceitual	51
2.6.3 Terceira etapa: Aplicação de vídeo	54
2.6.4 Quarta etapa: Artigo científico	55
2.6.5 Quinta etapa: Visita guiada ao Museu de Solos de Roraima (MSR)	57
2.6.6 Sexta etapa: Construção da coleção de cores do solo (Colorteca) usando como instrumento a experimentação.	59
2.6.7 Aula 6 - Aplicação da Atividade Final	64
2.7 CATEGORIA DE ANÁLISE	64
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
3.1 ANÁLISE E RESULTADO DO DIAGNÓSTICO INICIAL- QUESTIONÁRIO	66
3.1.1 Questionário diagnóstico inicial	66
3.2 ANÁLISE E RESULTADO DO SEGUNDO DIAGNÓSTICO – MAPA CONCEITUAL	74
3.2.1 Interpretação dos Mapas Conceituais	76
3.3 ANÁLISE DO MATERIAL UTILIZADO COMO ORGANIZADOR PPÉVIO NA OBTENÇÃO DO CONHECIMENTO QUÍMICO	81
3.4 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO ARTIGO CIENTÍFICO.....	83
3.5 ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DA VISITA ASSISTIDA AO MUSEU DE SOLOS DE RORAIMA.....	87
3.6 ANÁLISE DA CONTRUÇÃO DA COLORTECA	92
3.7 AVALIAÇÃO DO DIAGNÓSTICO FINAL	94
3.7.1 Questionário diagnóstico final.....	95
3.8 AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA APLICADA	101
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	104
5 PRODUTO EDUCACIONAL	106
REFERENCIAS	107
APÊNDICES.....	115
APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) em Pesquisas com Seres Humanos.....	116
APÊNDICE B - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) Aluno menor de 18 anos.....	119
APÊNDICE C - Questionário Diagnóstico Inicial	121

APÊNDICE D - Questionário diagnóstico avaliativo da visita assistida ao museu de solos de Roraima - MSR.	122
APÊNDICE E - Questionário diagnóstico avaliativo da aula experimental.	123
APÊNDICE F - Questionário diagnóstico avaliativo final.	124
ANEXOS	126
ANEXO A – Artigo Científico.....	127

INTRODUÇÃO

A pesquisadora pede licença a banca e aos apreciadores deste trabalho para falar um pouco do interesse pela docência e o caminho percorrido até aqui, desde já, muito obrigada! O interesse pela linha B de pesquisa que contempla os espaços não formais como espaços que possam ser utilizados como educativos, surgiu a partir de 2003 quando cursava a disciplina Química Ambiental no curso de Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Roraima. No decorrer da disciplina a professora levou a turma de estudantes a qual eu fazia parte, a dois espaços sendo um institucionalizado a Companhia de Água e Esgoto (CAER) e não institucionalizado, o aterro sanitário (antigo lixão). Durante as aulas nesses espaços pude perceber a importância de o professor fazer a contextualização entre os conteúdos passados na sala de aula com o contexto em que o estudante está inserido, ou seja, o cotidiano.

Em 2005, comecei minha carreira como docente e, como alternativa para melhorar minha prática pedagógica sempre busquei novas metodologias para tornar o aprendizado mais prazeroso. Sendo assim, sempre procurei desenvolver atividades em espaços não formais como forma de complementar a aprendizagem obtida no espaço formal, com o objetivo de tornar o ensino menos cansativo, menos tradicionalista.

Dentre esses espaços utilizados posso destacar: Aterro sanitário, CAER, Museu de Solos de Roraima (MSR), Laboratório de Química da UFRR e Estação de Tratamento e Esgoto (ETE), além de ter viajado 225 km até a serra de Tepequém localizada no município de Amajari, norte de Roraima, para que os estudantes pudessem coletar água para um projeto sobre pH da água. Entretanto, por causa da minha didática, fui muitas vezes criticada por alguns colegas, várias vezes me perguntaram se era louca, mas posso dizer que todas as experiências foram válidas na tentativa de fazer com que os estudantes tivessem uma aprendizagem que realmente fosse significativa.

Enquanto no espaço formal (escola), promovi diversas gincanas do conhecimento, mostras pedagógicas de química e aulas experimentais, sempre busquei metodologias e estratégias diferenciadas para proporcionar aos estudantes conhecimento científico. Quero ressaltar que todas as atividades desenvolvidas na escola e fora dela, foram planejadas e executadas de acordo com o conteúdo programático.

O interesse pelo espaço não formal educativo trabalhado nesta pesquisa, se deu a partir de uma experiência enquanto professora supervisora do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) em 2017, onde tive a oportunidade de levar uma turma de 30 estudantes do 3º ano do ensino médio, para visitar o Museu de Solos de Roraima. Durante a

visita pude observar a motivação e o interesse dos estudantes. Diante disso, percebi que o espaço não formal educativo MSR, tinha elementos que associados ao um bom planejamento didático, teria grande potencial na promoção da aprendizagem significativa.

Em 2018, ao ingressar no curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, percebi que minhas práticas pedagógicas não eram embasadas em um aporte metodológico e teórico. O mestrado proporcionou transformar meus conhecimentos “empíricos” em conhecimentos científicos, em especial sobre o tema escolhido para este estudo. Desta forma, a sequência metodológica desenvolvida nessa pesquisa, buscou contribuir para uma aprendizagem significativa dos estudantes envolvidos.

Ensinar ciências nos dias atuais mostra-se cada vez mais complicado, cabe ao professor além de promover a fixação dos termos e fórmulas, favorecer situações de aprendizagem que possibilitem aos educandos a formação cognitiva de modo mais prazeroso e agradável. Uma vez que, o ensino de Ciências utilizando os métodos tradicionais, geralmente baseados em livros didáticos como recurso principal, não mais constitui atrativos a ponto de prender a atenção dos estudantes na sala de aula. Um dos grandes desafios enfrentado por profissionais no ensino de Ciências principalmente nas escolas de nível Fundamental e Médio, é correlacionar o conhecimento ensinado ao mundo cotidiano dos estudantes.

Autores como (SCHNETZLER, 1980; TRASSI *et. al.* 2001; BERNARDELLI, 2004), relatam que o ensino de Química nas escolas de nível básico, na maioria das vezes, este tem se limitado a transmissão de informações, definições de leis e teorias isoladas, sem qualquer relação com a realidade do estudante, exigindo desse, quase sempre a pura memorização dos conteúdos. Com essa prática ultrapassada, o conhecimento químico vem sendo reduzido a fórmulas e regras, que devem ser decoradas de maneira mecânica e não entendida como parte integrante da vida. Este é fatalmente um dos principais motivos para aversão que muitos estudantes têm da disciplina de química.

Logo, tendo em vista as dificuldades do ensino de Química aqui citados, percebe-se a necessidade de métodos e recursos que busquem o redimensionamento desta realidade. Contudo, estabelecer uma ligação entre o conhecimento científico ensinado e o cotidiano dos estudantes não é uma tarefa fácil, pois, estimular estes a perceber o sentido nas coisas que estudam, relacionando-as a uma aplicação para o seu dia a dia, requer estratégias de ensino que permitam que o estudante tenha um aprendizado significativo, e isso demanda mudanças principalmente nas metodologias utilizadas.

Portanto, diante dessas dificuldades aqui elencadas e visando melhorias na qualidade do Ensino de Química, em especial no 1º ano do ensino médio, buscou-se os espaços fora do

ambiente escolar, mais conhecidos como não formais, que são percebidos como recursos pedagógicos alternativos, os quais podem ser utilizados como recursos didáticos no processo de ensino e aprendizagem.

Assim, visando contribuir com alternativas diferenciadas que auxiliam para uma aprendizagem significativa de alguns conteúdos de química, foi escolhido como espaço não formal de ensino, o Museu de Solos de Roraima, que será utilizado como ferramenta didática pois contempla uma grande quantidade de amostras de solos, onde podem ser observadas características como morfologia, cor e texturas.

A partir desse instrumento tão rico, tem-se como questão norteadora: De que forma o Museu de Solos de Roraima, enquanto espaço não formal educativo, pode contribuir para potencializar a aprendizagem sobre elementos químicos, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel para estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma Escola Pública de Boa Vista/RR?

Observa-se que a busca por novas metodologias por parte dos docentes para saírem do ensino tradicional vem aumentando, um dos motivos é a facilidade de encontrar materiais disponíveis nas plataformas digitais. Com o intuito de colaborar para o ensino e a aprendizagem da Química, usando os espaços não formais de ensino como ferramenta nesse processo, a presente pesquisa tem como objetivo geral: ***Analisar as contribuições do Museu de Solos de Roraima, enquanto espaço não formal educativo, na potencialização da aprendizagem significativa dos elementos químicos para estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Boa Vista/RR.***

Com vistas a atender o objetivo geral, foram elencados os seguintes objetivos específicos:

- 1). Diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os elementos químicos da tabela periódica e a relação com solo;
- 2). Desenvolver e aplicar uma sequência metodológica que envolve a construção de uma colorteca com amostras de alguns solos utilizados como base para aprendizagem dos elementos químicos;
- 3). Avaliar se o Museu de Solos enquanto espaço não formal educativo e a sequência metodológica desenvolvida contribuíram para aprendizagem significativa dos elementos químicos.

Para melhor compreensão desse estudo, a dissertação aqui apresentada foi organizada da seguinte forma:

- Pressuposto Teórico que aborda a **teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel** no qual são percorridos os componentes principais que compõem a teoria, como: aprendizagem significativa e mecânica, subsunçores, organizadores prévios, formas e tipos de aprendizagem e assimilação, breve apresentação sobre o Ensino de Ciências, Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na disciplina de Química, tabela periódica e elementos químicos, solo como tema gerador no ensino de Química, composição química do solo, educação formal e não formal, contribuições dos espaços não formais no ensino de ciências, museu como espaço não formal de ensino, museu de ciências: espaço não formal no ensino de química, caracterização dos aspectos históricos e físicos do museu de solos em Roraima;

- Aspectos metodológicos, onde apresenta-se uma pesquisa de natureza qualitativa descritiva que se ancora nos elementos fundamentais como: problema, objetivo geral e específicos, caracterização do cenário da pesquisa, instrumentos e coleta de dados, sujeito participante e descrição de cada etapa dos procedimentos adotados. Tornando assim, uma compressão mais clara do desenvolvimento científico adotado na pesquisa pelo leitor;

- O produto educacional, foi elaborado no transcorrer da pesquisa a partir das observações dos resultados das atividades elaboradas e desenvolvidas como: Diagnosticar conhecimentos prévios e pós aplicação da pesquisa, construção do mapa conceitual, visitas ao espaço não formal e construção de uma coloroteca. As considerações finais, os registros fotográficos e os documentos anexados a este trabalho avalizam o passo a passo percorrido.

Espera-se que este trabalho tenha contribuído para uma aprendizagem significativa sobre a importância do conhecimento dos elementos químicos para os estudantes do 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Presidente Tancredo Neves em Boa Vista-Roraima, bem como sua relação com o dia a dia dos estudantes.

1 PRESSUPOSTO TEÓRICO

O pressuposto teórico apresenta uma reflexão dos principais pontos que deram direcionamento a esta pesquisa. Do ponto de vista teórico, esta pesquisa se sustenta nas contribuições de Ausubel (1980 e 2003,) e Moreira (2006, 2010, 2011 e 2016) sobre a teoria da aprendizagem significativa, sobre a contribuição dos espaços não formais para o ensino de ciências, traz-se reflexões de Jacobucci (2008), Rocha e Fachín Terán (2010) entre outros colaboradores. No que tange a importância dos museus como espaço de aprendizagem a pesquisa está embasado nos autores: Marandino (2008), Falcão (2009), Fronza-Martins (2015), Bitter (2009) e Jacobucci (2008). Traz-se também os autores Bernardelli (2004), Trassi *et al.* (2001), Tolentino *et al.* (1997), Luca *et al.* (2015) e Oki (2002) e suas contribuições sobre tabela periódica, elementos químicos e ensino de química.

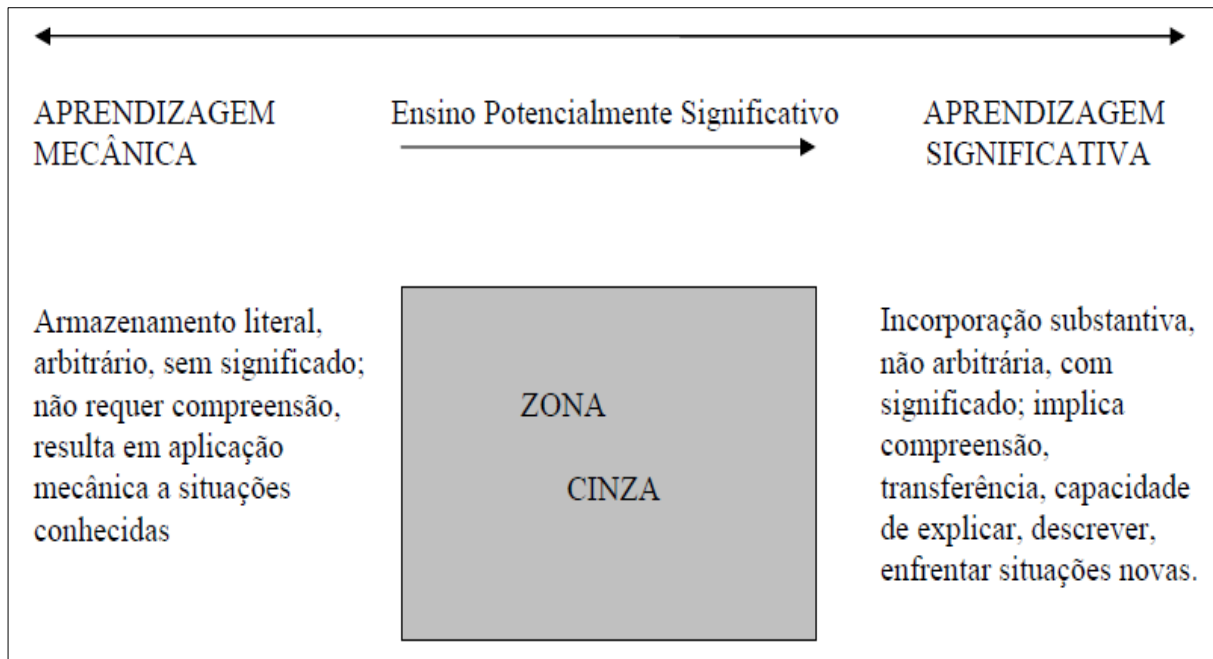
1.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

O termo aprendizagem significativa foi proposto por David P. Ausubel (1918-2008), ao explicar que esta palavra “por definição, envolve a aquisição de novos significados (AUSUBEL, 2003, p. 71). Para que ocorra a aprendizagem significativa, segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), é necessário que haja duas condições, o material adotado nas aulas deve ser potencialmente significativo e a motivação do estudante para aprender (MOREIRA, 2011).

No tocante da aprendizagem significativa existem condições, tipos, formas, processos cognitivos e conceitos científicos que são determinantes para que a aprendizagem seja realmente significativa. Assim, serão apresentados os principais conceitos deste tipo de aprendizagem neste tópico.

1.1.1 Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Mecânica

Para compreender a aprendizagem significativa é importante observar outro tipo de aprendizagem, que faz parte do cotidiano dos docentes, que é aprendizagem mecânica. Por sua vez, esta é aquele tipo de aprendizagem que é “praticamente sem significado, puramente memorística” (MOREIRA, 2011, p. 32). Ou seja, é aquela aprendizagem usada para decorar tópicos de prova e que, provavelmente, logo mais terá sido esquecida. A Figura 1, apresenta a relação entre as aprendizagens.

Figura 1 - Aprendizagem mecânica e significativa.

Fonte: Moreira (2011).

Moreira (2011, p.32) explica que está zona cinza sugere “que na prática grande parte da aprendizagem ocorre na zona intermediária desse contínuo e que um ensino potencialmente significativo pode facilitar a caminhada do estudante nessa zona cinza”.

É possível observar que o termo arbitrário que aparece na aprendizagem mecânica, aparece como não arbitrária na significativa, isso ocorre porque na aprendizagem significativa o novo conhecimento deve se relacionar de maneira não arbitrária com o conhecimento prévio, ou seja, não é aleatório a qualquer conhecimento (AUSUBEL, 2003).

Percebe-se que ocorre uma passagem da aprendizagem mecânica para a significativa, mas para que isso ocorra é necessário um ensino potencialmente significativo. Moreira (2011) explica que na aprendizagem mecânica o esquecimento do conteúdo estudado acontece de maneira rápida sem restando pouco ou nenhum resíduo dessa aprendizagem, diferentemente da aprendizagem significativa onde esse esquecimento é residual, ou seja, por mais que aconteça um esquecimento, ele será parcial.

1.1.2 Subsunçor

Para que o docente apresente ao estudante um novo conhecimento, é necessário que o discente tenha um conhecimento prévio, chamados subsunçores, para que o novo conhecimento possa se relacionar de maneira não arbitrária e substantiva com o mesmo.

Os subsunçores servem de ideias âncoras para o novo conhecimento. Moreira (2011, p. 28) afirma que “[...] subsunçores podem ser proposições, modelos mentais, construtos pessoais, concepções, ideias, invariantes operatórios, representações sociais e, é claro, conceitos, já existentes na estrutura cognitiva de quem aprende”.

Neste contexto, é apresentado que os primeiros subsunçores são adquiridos,

Através do processo de formação de conceitos, porém ao atingir a idade escolar a maioria das crianças já possui um conjunto adequado de conceitos que permite a aquisição de novos conceitos por assimilação, processo que passa a predominar em crianças mais velhas e adultos (MOREIRA, 2009, p. 25).

Assim, entende-se que o estudante ao chegar na escola já traz consigo alguns conhecimentos prévios, estes podem servir de ideia âncora dependendo da metodologia adotada para conteúdo que será ministrado pelo docente. Desta maneira, é importante que o professor antes de inserir um novo conteúdo faça um diagnóstico com objetivo de saber o que os estudantes já sabem, pois Ausubel, Novak e Hanesian (1980 p. 8) afirmam que, “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos”.

Fica claro pela posição dos autores a importância em saber o que o estudante já sabe antes de apresentar um novo conceito. Pois assim, o docente poderá apresentar o novo conhecimento de maneira que os subsunçores já existentes sirvam de âncora para as novas ideias.

1.1.3 Organizadores Prévios

Ao aplicar uma atividade diagnóstica e o docente perceber que um estudante não possui o subsunçor que poderá servir de âncora para o novo conhecimento que será apresentado, o professor pode fazer uso dos organizadores prévios, que segundo Moreira (2011, p.105) são “materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si”.

Sendo que há dois tipos de organizadores prévios, o *expositivo*, que servirá para quando o estudante não tem subsunçor para relacionar com o novo conhecimento e o *comparativo*, que servirá para ajudar o estudante a relacionar o novo conhecimento com os já existentes. Desta maneira, os organizadores prévios podem contribuir para a aprendizagem, ajudando o estudante a relacionar os novos conhecimentos com ideias previamente estudada, a subsunçores presentes na estrutura cognitiva (MOREIRA, 2011).

Para Moreira (2011), os organizadores prévios não podem ser vistos apenas como simples comparações introdutórias, mas sim para:

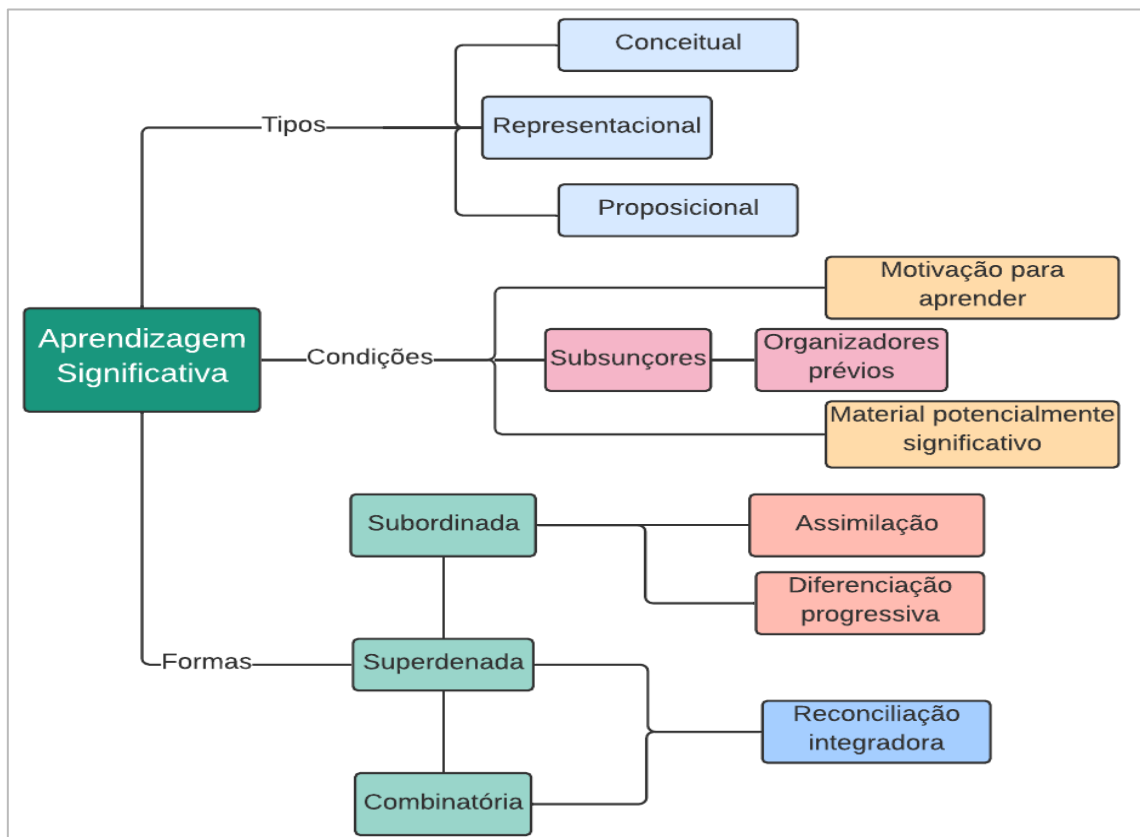
- 1-identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;
- 2-dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes;
- 3-prover elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração, mais eficientemente, e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material, ou seja, prover um contexto ideacional que possa ser usado para assimilar significativamente novos conhecimentos (MOREIRA,2011, p.106).

Assim, os organizadores prévios podem ser diferentes materiais que o docente poderá utilizar em sala de aula, pode ser um texto, vídeo, folder, filme, entre outros, desde que sejam apresentados antes de iniciar o conteúdo mais específico e sirva de ponte entre o conhecimento que o estudante já tem e o novo que será ensinado.

1.1.4 Tipos e Formas de Aprendizagem

Na Figura 2 é apresentado um mapa conceitual da TAS, onde é possível observar que são três tipos e três formas de aprendizagens, sendo respectivamente, Representacional; Conceitual; Proposicional e Subordinada; Superordenada; Combinatória.

Figura 2 - Mapa conceitual simplificado da TAS.



Fonte: Autora 2020

Ausubel (2003) explica que,

O tipo mais fundamental de aprendizagem significativa, de que dependem todos os outros tipos de aprendizagem significativa, é a aprendizagem *representacional*, ou seja, a aprendizagem dos significados de símbolos individuais (típica, mas não necessariamente palavras) ou o que estes representam (ASUBEL, 2003, p. 83).

A aprendizagem representacional ocorre quando símbolos passam a ter representações para determinados objetos (MOREIRA, 2011). Pode ser verificada quando uma criança aprende o nome de um objeto em sua casa, ela ainda não aprendeu o significado, mas sim a representação.

Na aprendizagem conceitual, Ausubel (2003, p. 83) afirma que, “os conceitos (ideias unitárias genéricas ou categóricas) também são representados por símbolos individuais da mesma forma que outros referentes unitários”. Moreira completa que “ocorre quando o sujeito percebe regularidades em eventos ou objetos, passa a representá-los por determinado símbolo e não mais depende de um referente concreto do evento ou objeto para dar significado a esse símbolo” (2011, p. 38).

Já na aprendizagem proposicional, Moreira (2009) explica que, diferente da aprendizagem representacional, o objetivo não é aprender significativamente o significado que as palavras apresentam, sejam elas de forma independentes ou combinadas, mas sim ser capaz de interpretar proposições verbais que sugere ideias diferentes da equivalência proposicional.

Uma outra categoria que Moreira (2011) aborda, são as formas de aprendizagem, que segundo a TAS são classificadas como subordinada, superordenada e combinatória. A primeira classificada como subordinada ocorre quando “os novos conhecimentos potencialmente significativos adquirem significados, para o sujeito que aprende, por um processo de ancoragem cognitiva, interativa, em conhecimentos prévios relevantes mais gerais e inclusivos já existentes na sua estrutura cognitiva” (MOREIRA, 2011, p. 36).

Ou seja, esta forma de aprendizagem ocorre quando o estudante já tem em sua estrutura um conhecimento prévio que servirá de âncora para o novo conhecimento, porém, este conhecimento é mais amplo do que o novo. O novo conhecimento apresentado será subordinado ao conhecimento prévio.

O contrário desta forma de aprendizagem é a superordenada, no qual o conhecimento mais geral se ancora no mais específico já conhecido pelo discente. “A aprendizagem superordenada envolve, então, processos de abstração, indução, síntese, que levam a novos conhecimentos que passam a subordinar aqueles que lhes deram origem” (MOREIRA, 2011, p.36).

A terceira forma de aprendizagem é a combinatória que é,

Uma forma de aprendizagem significativa em que a atribuição de significados a um novo conhecimento implica interação com vários outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva, mas não é nem mais inclusiva nem mais específica do que os conhecimentos originais. Tem alguns atributos criteriais, alguns significados comuns a eles, mas não os subordina nem superordena (MOREIRA, 2011, p.37-38).

Sendo assim, aprendizagem combinatória se relaciona com mais de um conceito da estrutura cognitiva do estudante, sendo que ela não é subordinada e nem superordenada a estes conhecimentos já existentes.

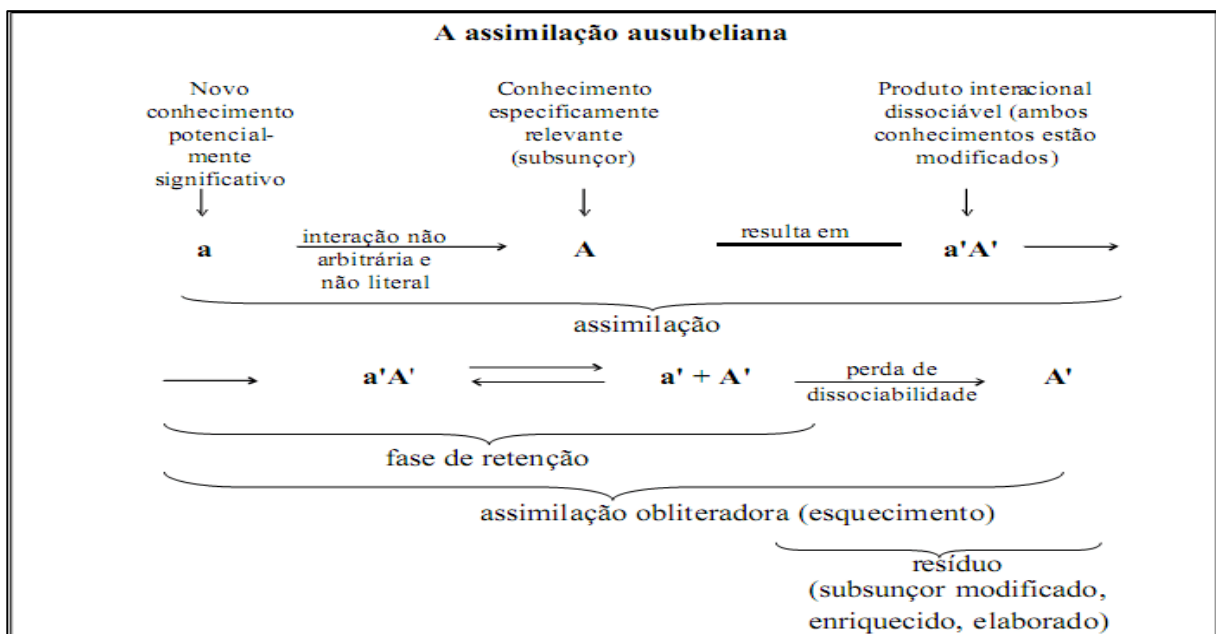
1.1.5 Assimilação

Ausubel (2003) afirma que,

A teoria da assimilação possui um valor explicativo considerável para a elucidação da natureza dos fenômenos quer da aprendizagem, quer da retenção significativas, pois ajuda a explicar a aquisição, retenção e esquecimento de ideias aprendidas de forma significativa e, também, o modo como se organiza o conhecimento na estrutura cognitiva (AUSUBEL, 2003, p. 107).

Segundo Moreira (2011, p. 107) é a “aquisição do significado de novo conceito por um processo semi-indutivo de descoberta dos seus atributos criteriais, mediante múltiplos exemplos particulares do conceito”. O autor ainda explica na Figura 3 como ocorre a assimilação.

Figura 3 - Teoria da Assimilação



É possível observar no processo de assimilação que, **a** é o novo conhecimento que interage com **A** que é o conceito âncora, que é modificado, e formam um conceito **A'a'**. Dando

continuidade a este processo, ocorre a assimilação obliteradora que é quando o conceito A' é dissociado do a, pois, ainda está ocorrendo o processo de assimilação, e vai sendo esquecido até restar somente o conceito A' que é o subsunçor modificado.

1.2 ENSINO DE CIÊNCIAS E DE QUÍMICA

1.2.1 Breve apresentação sobre o Ensino de Ciências

O ensino de Ciências teve início no Brasil em 1930, quando foi inserida a educação científica no currículo. Mas só em 1971 por meio da Lei nº 5.692 o ensino de Ciências se tornou obrigatório para as oitos séries do antigo primeiro grau, que atualmente compreende nove anos de ensino fundamental. Com o passar anos, é possível notar que o ensino de Ciências avançou, e segue acompanhando o desenvolvimento da sociedade de acordo com as conjunturas de cada período, buscando sempre atingir os objetivos propostos para essa modalidade de ensino.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais enfatizam que:

O objetivo fundamental do ensino de Ciências passou a ser o de dar condições para o aluno identificar problemas a partir de observações sobre um fato, levantar hipóteses, testá-las, refutá-las e abandoná-las quando fosse o caso, trabalhando de forma a tirar conclusões sozinho. O aluno deveria ser capaz de “redescobrir” o já conhecido pela ciência, apropriando-se da sua forma de trabalho, compreendida então como “o método científico”: uma seqüência rígida de etapas preestabelecidas. É com essa perspectiva que se buscava, naquela ocasião, a democratização do conhecimento científico, reconhecendo-se a importância da vivência científica não apenas para eventuais futuros cientistas, mas também para o cidadão comum (BRASIL, 1997, p.18).

Desta forma, o objetivo do ensino de Ciências é contribuir para a formação do indivíduo, afim de que o indivíduo possa ser capaz de interagir com o mundo a sua volta e, de forma consciente buscar novos conhecimentos para permear suas decisões com ações responsáveis. De acordo com as prerrogativas dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), é de grande importância o superar a postura “cientificista” que o ensino de ciências apresentou por muito tempo. Segundo (KRASILCHIK, 2000), com o surgimento dos movimentos “Alfabetização Científica” e “Ciência Para Todos” auxiliaram neste processo. Com o intuito de fornecer “escola para todos”, passou-se a relacionar os conteúdos do ensino de ciências à vida diária e à experiência do estudante que exigiu novas compreensões do mundo, suas relações e demandas sociais.

Sendo assim, uma forma de tornar o ensino de Ciências mais atrativo e capaz de aproximar o estudante do conhecimento científico é a contextualização do conteúdo aplicado, porque possibilita ao estudante relacionar a ciência estudada em sala de aula com seu cotidiano.

Para Silva, Ferreira e Vieira (2017), o ensino de Ciências quando realizado de forma contextualizada, principalmente com o contexto ao qual os estudantes estão inseridos, pode provar mudança na percepção sobre o conhecimento científico, podendo também torná-los motivados e curiosos em busca de novos saberes científicos. Mas diante do cenário atual do ensino de ciências os autores Cachapuz, Praia e Jorge (2004) elencam pontos críticos que precisam ser repensados como:

- ensino das Ciências que começa demasiado tarde e termina demasiado cedo, não se inserindo numa perspectiva de aprendizagem ao longo da vida;
- ensino das Ciências fortemente marcado por uma visão positivista da Ciência e, em boa parte por isso mesmo, sobrevalorizando contextos académicos (Ciência como retórica de conclusões) onde são quase sempre ignoradas articulações essenciais C/T/S/A (Ciência/Tecnologia, Ciência/Sociedade, Ciência/Ambiente) ou ainda Ciência/Ética ajudando a situar culturalmente a Ciência no quadro de uma educação para uma cidadania responsável;
- ensino das Ciências quase só tendo lugar em ambientes formais (escola) não explorando sinergismos com a comunidade científica, trabalho de campo, clubes de Ciência, visitas a centros de investigação, instalações industriais, centros de Ciência, museus de Ciência;
- ensino das Ciências sub-valorizando (de fato) o desenvolvimento de competências e atitudes científicas (por exemplo, quando se passa dos programas propostos à avaliação das aprendizagens, muitas são simplesmente ignoradas em prol da avaliação do “corpo de conhecimentos”;
- ensino não experimental (apesar de recentes e corajosas iniciativas no quadro do programa Ciência Viva);
- ensino das Ciências onde o uso pelos alunos das novas tecnologias da informação e comunicação como recurso didático é praticamente simbólico;
- ensino das Ciências onde a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade estão ausentes;
- ensino das Ciências onde o carácter transmissivo asfixia o investigativo;
- ensino das Ciências onde se burocratizaram as funções do professor, a começar pela ritualização da avaliação da aprendizagem;
- ensino das Ciências privilegiando a extensão e não a profundidade nas abordagens programáticas (confusão entre “cumprir” o programa e promover a excelência das aprendizagens) (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004 p. 78).

Os autores enfatizam varios aspectos que possivelmente tornam o ensino de ciências menos atrativo, onde os estudantes deixam passar despercebido o real objetivo de se aprender Ciências. Para Silva, Ferreira e Vieira (2017), o ensino de ciências é um mecanismo essencial na construção do processo científico, e esse vem sendo modificado juntamente com a ciência com o passar dos tempos. Sendo assim, este trabalho buscou metodologias e estratégias como museu de solos sendo espaço não formal de ensino para tornar mais significativa aprendizagem de química, valorizando os conhecimentos prévios dos estudantes, sua vivência e o senso comum, de forma contribui para seu desenvolvimento.

1.2.2 Breve Discussões da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na disciplina de Química

No que tange a disciplina de Química na BNCC, a mesma compreende a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias tendo como objetivo o comprometimento com a formação dos jovens para o enfrentamento dos desafios da contemporaneidade, na direção da educação integral e da formação cidadã. Tem como princípio levar o alunado a aprofundar o exercício do pensamento crítico e realizar novas leituras do mundo a partir de situações-problema, conforme as competências gerais das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que compreende a disciplina de química Quadro 1.

Quadro 1 - Competências Gerais das Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

COMPETÊNCIAS GERAIS
M1 - Compreender os elementos culturais que constituem as identidades.
M2 - Compreender a gênese e a transformação das diferentes organizações territoriais e os múltiplos fatores que neles intervêm, como produto das relações de poder.
M3 - Compreender o desenvolvimento da sociedade como processo de ocupação de espaços físicos e as relações da vida humana com a paisagem.
M4 - Compreender a produção e o papel histórico das instituições sociais, políticas e econômicas, associando-as às práticas dos diferentes grupos e atores sociais.
M5 - Compreender e valorizar os fundamentos da cidadania e da democracia, favorecendo uma atuação consciente do indivíduo na sociedade.
M6 - Perceber-se integrante e agente transformador do espaço geográfico, identificando seus elementos e interações.
M7 - Entender o impacto das técnicas e tecnologias associadas aos processos de produção, o desenvolvimento do conhecimento e a vida social.
M8 - Entender a importância das tecnologias contemporâneas de comunicação e informação e seu impacto na organização do trabalho e da vida pessoal e social.
M9 - Confrontar proposições a partir de situações históricas diferenciadas no tempo e no espaço e indagar sobre processos de transformações políticas, econômicas e sociais.

Fonte: Elaborado a partir da BNCC (2019).

Nesse cenário, a BNCC propõe ampliar e sistematizar as aprendizagens essenciais, criando condições para que os estudantes possam explorar os diferentes modos de pensar e de falar da cultura científica, situando-a como uma das formas de organização do conhecimento produzido em diferentes contextos históricos e sociais, possibilitando-lhes apropriar-se dessas linguagens específicas (VIANNA; RITTER, 2019).

A BNCC propõe ainda para a disciplina de química, o objetivo de analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos

de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida (BNCC, 2018).

1.2.2.1 Tabela Periódica e Elementos Químicos

Com o passar dos anos nota-se um aumento nas discussões em estudos e debates sobre o ensino de Química. Uma das preocupações é que desde muito tempo, a química estudada nas escolas não está associada a química da vida (SCHNETZLER, 1980). O que se percebe é a ausência de aulas contextualizadas, pois os estudantes ao ingressarem no ensino médio se deparam com fórmulas e assuntos abstratos que fogem da realidade, sendo um ensino em que, às vezes, o estudante é um mero receptor de conteúdo, desenvolvendo assim, uma resistência a química.

Bernardelli (2004) ressalta que,

Muitos adquirem certa resistência ao aprendizado da química devido à falta de contextualidade, não conseguindo relacionar os conteúdos com o dia a dia, bem como a excessiva memorização, e ainda alguns professores insistem em métodos nos quais os alunos precisam decorar fórmulas, nomes e tabelas [...] devemos criar condições favoráveis e agradáveis para o ensino-aprendizagem da disciplina, aproveitando-o, no primeiro momento, a vivência dos alunos, os fatos do dia-a-dia, a tradição cultural e a mídia, buscando reconstruir os conhecimentos químicos para que o aluno possa refazer a leitura do seu mundo (BERNARDELLI, 2004, p. 2).

Para mudar essa situação, talvez seja essencial o desenvolvimento de metodologias adequada para que os estudantes tenham capacidade de discutir ideias, propor e avaliar suas ações, expressando de forma contextualizadas suas respostas (SANTOS; MORTIMER, 2001). Assim, entende-se que o ensino de química deveria proporcionar ao estudante oportunidades para desenvolver uma postura crítica e se tornar cidadão realizado.

No Brasil, o ensino de química entra na matriz curricular a partir do 9º ano do ensino fundamental anos finais, onde são repassados os fundamentos básicos da química. Com isso, Bernardelli (2004) enfatiza que ao ingressarem no ensino médio os estudantes deveriam ter condições intelectuais para entender o conhecimento transmitido através dos conteúdos de química. Mas essa condição nem sempre acontece, geralmente os estudantes chegam com uma ideia distorcida e abstrata da química, principalmente da tabela periódica já que a maioria não vê relação dos elementos químicos com o cotidiano, ou seja, não veem sentindo em aprender tantos símbolos e nomes difíceis.

De acordo com Trassi *et al.* (2001), o “ensino da Química e, em particular, o tema Tabela Periódica, praticado em um grande número de escolas, está muito distante do que se propõe,

isto é, o ensino atual privilegia aspectos teóricos de forma tão complexa que se torna abstrato para o educando”.

Tolentino, Rocha-Filho e Chagas (1997) ressaltam que, a classificação periódica foi um marco muito importante para a divulgação do conhecimento científico, principalmente na divulgação da química enquanto ciência. Mesmo diante de tamanha relevância, os conteúdo tabela periódica e classificação periódica dos elementos, são abordados na maioria dos livros didáticos de forma não contextualizada, o que torna difícil uma aprendizagem significativa, pois muitas vezes são informações que visam somente a memorização do conteúdo, ou seja, o estudante não consegue assimilar a relevância do conteúdo porque não faz sentido no seu contexto diário.

Para os autores Luca, Santos e Ribeiro (2015), a tabela periódica,

Constitui-se um material imprescindível no Ensino de Química e um instrumento facilitador das relações interdisciplinares, [...], pois reúne informações importantes para a compreensão de diversos conceitos, entre eles: elemento químico, massa atômica, número atômico, estrutura atômica, lei periódica, [...], seus dados promovem a compreensão dos processos químicos, estreitando as relações dos meios científico, cultural e social (LUCA; SANTOS; RIBEIRO, 2015, p.14).

Em 2019 a tabela periódica completou 150 anos desde a criação do Sistema Periódico dos Elementos Químicos feito Dmitry Mendeleev em 1869, como forma de reconhecer a importância da tabela periódica, a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO), declarou 2019 como o Ano Internacional da Tabela Periódica dos Elementos Químicos (IUPAC, 2018). Ainda segundo a União Internacional da Química Pura e Aplicada (IUPAC, 2018), os elementos químicos que compõem a tabela, tem um papel fundamental para o desenvolvimento da humanidade.

Para Oki (2002), o conceito de elemento químico baseado nos conceitos estruturante de Gagliardi (1988) que são conceitos que impulsionam o avanço da ciência, certamente para a química é um dos mais importantes, juntamente com outros que compõem o conjunto como átomo, molécula, substância, etc. Ainda segundo Oki (2002), estes conceitos foram fundamentais para o desenvolvimento da Química que atualmente conhecemos e estudamos.

Diante de tanta importância, Bernardelli (2004) salienta que “para tornar o ensino-aprendizagem de Química simples e agradável, devemos abandonar metodologias ultrapassadas, [...], e investir nos procedimentos didáticos alternativos, em que os estudantes poderão adquirir conhecimentos mais significativos”. Deste modo, as metodologias criativas associadas a ferramentas pedagógicas apropriadas podem estabelecer conexões entre a Química e a vida pelos estudantes.

1.2.2.2 Solo como Tema Gerador no Ensino de Química

Para Santos, Machado e Sobral (2014 p. 01), “os temas geradores são estratégias metodológicas de um processo de conscientização da realidade, [...], extraídos da prática de vida dos educandos, substituindo os conteúdos tradicionais e buscados através da pesquisa de seus universos”. Sendo assim, o uso desses temas no ensino de química pode contribuir para aprendizagem, já que os conteúdos são extensos em informações, conceitos e fórmulas, o que permite ao professor uma dinâmica para buscar recursos e estratégias que garantem uma contextualização com a vivência dos estudantes. Para Santos e Schnetzler (2003), a relação entre informação química e o contexto social, faz com que o estudante compreenda a química e o mundo de que faz parte.

Os autores destacam que,

Os temas químicos sociais desempenham papel fundamental no ensino de química para formar o cidadão, pois propiciam a contextualização do conteúdo químico com o cotidiano do aluno, além de permitirem o desenvolvimento das habilidades básicas relativas à cidadania, como a participação e a capacidade de tomada de decisão, pois trazem para a sala de aula discussões de aspectos sociais relevantes, que exigem dos alunos posicionamento crítico quanto a sua solução (SANTOS; SCHNETZLER 2003, p. 105).

Segundo Freire (1987), os temas geradores para serem interessantes e significativos para os estudantes, tem que fazer parte do cotidiano, sem fugir a realidade que ele vivência e o mundo que ele está inserido. Se os temas não forem inter-relacionados com conhecimento e os estudantes de nada adianta, pois do contrário o estudante desenvolveria aprendizagem mecânica ao invés de uma aprendizagem significativa e duradoura (MARTINS; SANTA MARIA; AGUIAR, 2003).

Freire (1987) ressalta que:

É importante reenfatar que o tema gerador não se encontra nos homens isolados da realidade, nem tampouco na realidade separada dos homens. Só pode ser compreendido nas relações homens-mundo. Investigar o tema gerador é investigar, repitamos, o pensar dos homens referido à realidade, é investigar seu atuar sobre a realidade, que é sua práxis (FREIRE, 1987, p. 98).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM, 2002, p.123), no que diz respeito à aplicação dos conteúdos de Química, deve-se levar em consideração “a vivência individual do estudante – seus conhecimentos escolares, suas histórias pessoais, tradição cultural, relação com fatos e fenômenos do cotidiano e informações veiculadas pela mídia”, ou seja, levar em consideração o que o que o estudante já sabe e usar esse conhecimento como ancoradouro para uma nova informação de forma substancial.

Deste modo, trabalhar o solo como tema gerador pode proporcionar aos estudantes uma contextualização entre os conhecimentos científicos e o mundo em sua volta já que o solo é um componente essencial para a existência humana. O solo apresenta várias propriedades que podem ser trabalhadas nas aulas de Química, dentre elas destaca-se as características morfológicas como, cor, textura, estrutura, consistência entre outras, essas a partir de um bom planejamento podem configurar-se como um material potencializador no processo de aprendizagem.

Desta forma, o ensino de química com abordagem em temas geradores, configura-se uma proposta bastante viável para a divulgação do conhecimento. Além de contribuir para o estudante “mudar comportamentos, de ver os acontecimentos de maneira diferente, de construir seu conhecimento de forma prazerosa e transformadora, utilizando-se da integração, da cooperação e da criatividade, tendo em vista a construção do cidadão competente e produtivo” (FAGUNDES; PINHEIRO, 2014, p 17).

1.2.2.3 Composição Química do Solo

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - EMBRA (2018), o solo é um conjunto de constituintes naturais formados por componentes sólidos, líquidos e gasosos, tridimensionais, dinâmicos é composto por elementos minerais e orgânicos que ocupam a maior parte da superfície terrestre, além da presença de matéria viva, podem ser modificados por interferências antrópicas. Assim, entende-se que o solo é um elemento complexo, originado a partir do intemperismo sobre um material de origem (rochas), cuja transformação ocorre em um determinado relevo, clima, bioma e ao longo do tempo (MIRANDA et al. 2006).

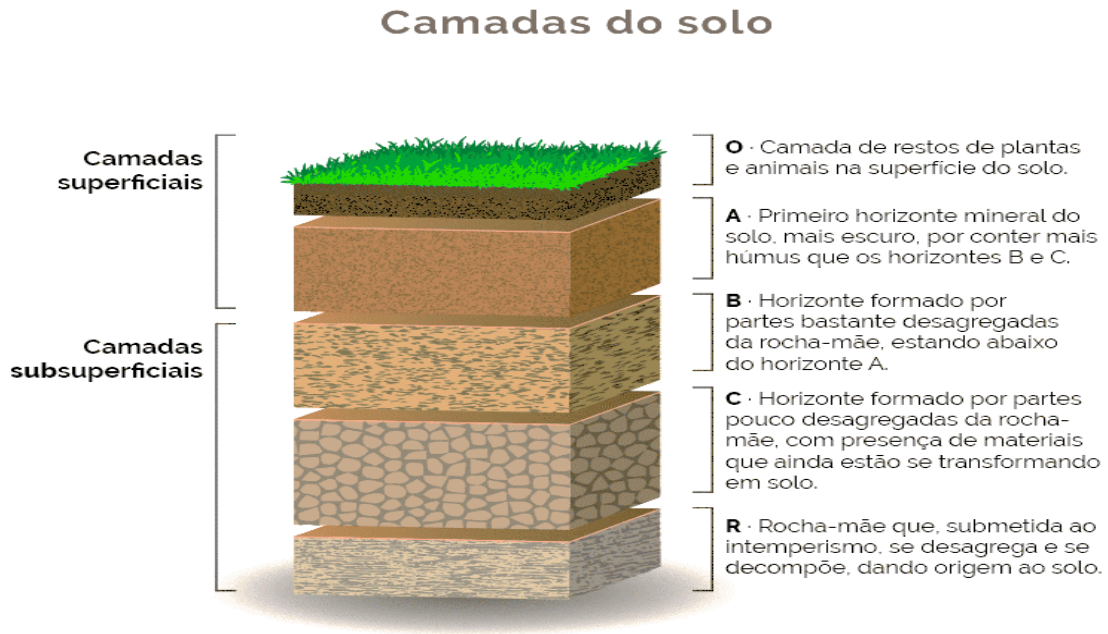
Para os autores Vale Júnior e Schaefer (2010),

O solo é um componente ambiental complexo. Suas variações, no que se refere às propriedades físicas, químicas e biológicas são importantes definidoras de padrões ecológicos e do próprio uso da terra, cujo potencial a humanidade busca aproveitar para erguer as bases da sobrevivência, mas nem sempre de forma sustentável (VALE JÚNIOR e SCHAEFER, 2010, p.133).

Os solos exibem camadas que tendem a aumentar conforme a profundidade. Essas camadas são denominadas horizontes, e resultam das interações complexas e dos processos que ocorrem durante o intemperismo. Na camada superficial do solo ocorre máxima atividade biológica e contém grande parte da matéria orgânica do solo, com os íons metálicos e as partículas hidrofílicas presentes nessa faixa são alvos de considerável lixiviação. Já a camada identificada como horizonte B ou subsolo, recebe materiais, tais como matéria orgânica dissolvida, sais, e fragmentos de argila que fazem a dissolução e remoção do solo superficial.

E por último o horizonte C é formado por componentes minerais que foram oriundos da atividade intempérica sobre a rocha mãe (LEPSCH, 2002), conforme ilustrado na figura 4.

Figura 4 - Camadas do solo



Fonte: <https://boaspraticasagronicas.com.br>

Do ponto de vista macroscópico os solos são compostos por três fases: sólida (minerais e matéria orgânica), líquida (Solução do solo) e gasosa (ar). É importante destacar que a capacidade de produção de um solo depende de um equilíbrio dinâmico e adequado entre estas três fases.

A fase sólida é formada por fragmentos de rocha, tais como areia, silte e argila, e minerais como quartzos, feldspatos, silicatos e óxidos. Além disso, é constituída por materiais orgânicos, que permanecem em constante processo de mineralização e humificação. A mineralização corresponde aos processos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica com liberação de compostos orgânicos de baixo peso molecular, como NO_3^- , H_2PO_4^- , K^+ , entre outros. Por outro lado, a humificação corresponde à polimerização dos compostos orgânicos, e consiste na formação dos húmus. Esses processos de modificação da matéria orgânica, são fundamentalmente realizados por microrganismos presentes no solo, e envolvem etapas de oxidação enzimática com liberação de uma grande quantidade de dióxido de carbono (SODRÉ, 2012).

A fase líquida do solo é constituída de água, sais em dissolução e matéria coloidal em suspensão. A água presente no solo contém nutrientes necessários para o desenvolvimento vegetal e, por conseguinte, a composição da solução do solo é imprescindível para que o mesmo

possa ser considerado fértil. Na solução do solo estão presentes uma grande quantidade de íons como Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} dentre outros, os quais dividem espaço com complexos hidrofílicos orgânicos e inorgânicos, partículas hidrofóbicas e microrganismos (SODRÉ, 2012).

De acordo com Sodré (2012), a fase gasosa do solo apresenta os mesmos constituintes do ar, com algumas diferenças nas suas propor es. Porém, existem diferenças quantitativas em fun o dos processos de respira o dos organismos e raízes dos vegetais que alteram a concentra o relativa dos gases atmosféricos, como apresentado na tabela 1.

Tabela 1 - Percentual de CO_2 e O_2 no ar atmosférico e no solo.

Componentes (%)		
Ar	O₂	CO₂
Atmosférico	21	0,03
No solo	19	0,9

Fonte: Adaptado de Sodré (2012).

O ar do solo   resultante de processos bioquímicos, como a respira o de raízes, microrganismos, e constitui-se principalmente de nitrogênio (N_2), oxig nio (O_2), vapor de água, dióxido de carbono (CO_2), dentre outros gases (SODRÉ, 2012). Solos aerados são favoráveis para a produ o agrícola e desenvolvimento das plantas, uma vez que esse processo se constitui na troca de substâncias (gases) entre o solo e a atmosfera. Vale destacar que na falta de aera o, a redu o química incumbe-se de produzir alguns gases como o gás sulfídrico, metano, óxidos nitrosos, entre outros (MIRANDA et al, 2006).

Um outro componente do solo que   muito importante   cor. Para Lima (2007), as cores são características morfológica mais importante do solo segundo alguns pedologistas, pois possibilita fazer inferências a respeito do cont duo de matéria orgânica, tipos de óxidos de ferro, processos de forma o, dentre outros. Assim, a cor pode configurar-se como ferramenta usada para despertar o interesse sobre conceitos químicos, visto a química estar intrinsecamente ligada ao solo.

1.3 EDUCA O FORMAL E NÃO FORMAL

Compreende-se como educa o o processo de ensino aprendizagem adquirida pelo indivíduo ao longo da vida. Esse processo de ensino pode ocorrer de três formas: educa o escolar formal, educa o informal, e educa o não formal. A primeira diz respeito ao ensino

desenvolvido no âmbito escolar; a segunda trata-se do ensino transmitido e repassado pelo convívio familiar e social; e a terceira é o ensino que ocorre fora do ambiente escolar, mas que tem a intenção de promover conhecimento como uma extensão da sala de aula (VIEIRA; BIANCONI; DIAS, 2005).

Para tornar as dicotomias entre educação informal, não formal e formal, Praxedes (2009) coloca essas diferenças de forma clara e de fácil compreensão no quadro 2.

Quadro 2 - Principais diferenças entre educação informal, não formal e formal

	Educação informal	Educação não formal	Educação formal
Quem é o educado?	Pais, amigos, vizinhos, colegas, igreja, meios de comunicação	Com quem interagimos ou integramos	Professor
Onde se educa?	Casa, rua, bairro, clube, condomínio, igreja, praia	Fora da escola e da universidade	Escolas, Universidades
Como se educa?	Ambientes espontâneos	Ambientes naturais e situações interativas	Ambientes normatizados
Quais a finalidade ou objetivos?	Socialização dos indivíduos, desenvolver hábitos, atitudes, comportamentos e modos de pensar e se expressa	Capacitar os indivíduos a se tornarem cidadãos, abrindo janelas de conhecimento com os objetivos sendo construídos	Ensino e aprendizagem de conteúdos historicamente sistematizados
Quais são os principais atributos?	Não é organizada, os conhecimentos não são sistematizados e repassados a partir de práticas e experiências anteriores	Atua sobre aspectos subjetivos do grupo	Requer tempo, local específico, pessoal especializado, organização, sistematização sequencial das atividades, regulamento e leis
Quais são os resultados esperados?	Não são esperados, acontecem a partir do desenvolvimento do senso comum nos indivíduos	Forma o indivíduo para a vida e suas adversidades; construção/reconstrução de concepções de mundo e sobre mundo	Aprendizagem efetiva, certificação e titulação

Fonte: Adaptado de Praxedes (2009, p.25).

A educação não formal surgiu no amplo contexto educacional mencionado por Philip Coombs como um ensino fora do ambiente escolar. Esse termo ganha relevância no final da década de 1970, sendo alvo de diversas discussões acerca da crise educacional e da formulação de novos conceitos educacionais possibilitando a quebra de paradigmas favorecendo o contexto educacional das aulas teóricas e práticas fora da sala de aula, compreendida mais tarde como educação não formal (GARCIA, 2007).

Conforme Ramos (2019), a educação não formal surgiu no contexto de uma série de críticas no sistema educacional relacionada ao campo pedagógico, onde o universo escolar e a família se encontram impossibilitados de representar todas as demandas sociais que lhes são cabíveis, impostas ou ainda desejadas.

Quanto à base conceitual pode-se compreender a educação não formal como atividades de caráter intencional voltada às organizações políticas, profissionais, científicas, culturais, agências formativas para grupos sociais, educação cívica, entre outros que visam um ensino em espaço fora do ambiente escolar ou familiar (LIBÂNEO, 2002).

Nessa perspectiva, a educação não formal é aquela ofertada em espaços como museus, centros de ciências, ou qualquer outro espaço que proporcione a aprendizagem de conteúdos da escolarização formal planejada de forma objetiva e bem direcionada ao processo de ensino-aprendizagem podendo ser desenvolvidos a partir de oficinas artesanais, culturais, esportivas e recreativas (VIEIRA; BIANCONI; DIAS, 2005).

Sendo assim, a educação não formal pode ocorrer em ambientes fora da escola, em organizações sociais, movimentos não governamentais (ONGs) e outras entidades filantrópicas atuantes na área social que abordam processos educativos (GOHN, 2008).

1.3.1 Contribuições dos Espaços não Formais no Ensino de Ciências

O ensino de ciências tem por objetivo possibilitar aos estudantes a compreensão e assimilação de conceitos científicos. Por meio da prática pedagógica com utilização de novas metodologias, o estudante participa mais efetivamente da apropriação do saber, preparando-se para a formação e construção da cidadania nas ciências.

Para Praxedes (2009), no ensino de ciências, os espaços não formais constituem mais uma possibilidade de prática pedagógica diferente daquela que ocorre na escola. Para tanto é necessário que o professor identifique às potencialidades existentes nestes espaços, como mais um recurso didático para o ensino de ciências.

Diante deste contexto, vale salientar que as atividades desenvolvidas fora da sala de aula devem estar em consonância com os objetivos curriculares, possibilitando uma compreensão mais eficiente dos conhecimentos previamente adquiridos nas escolas (educação formal). Rocha & Fachín-Terán (2010), ao debaterem a relevância dos espaços não formais para o ensino de Ciências, ressaltam a importância da escola (espaço formal) nesse processo e destacam a inviabilidade de se conseguir uma educação científica, sem colaboração da escola com estes espaços.

Existe uma série de vantagens e conquistas que as atividades nos espaços não formais podem trazer para educação formal, como processo de aquisição e/ou construção do ensino aprendizagem que contribui para o desenvolvimento cognitivo, comportamental e afetivo (FERNANDES, 2007).

Portanto, o ensino de ciências nesses ambientes extraescolares é fundamental para a formação dos estudantes, na medida em que eles abrangem conteúdos significativos para sua vida presente e futura, estando contido na formação da própria cidadania. A educação de qualquer indivíduo acontece em diferentes ambientes, embora seja comum relacionar educação ao ambiente escolar.

Perante esta perspectiva, Brandão (2005) afirma que ninguém se livra da educação, independente dos lugares e ocasiões, e que a mesma serve para: conhecimento, executar, construir ou simplesmente para que algo aconteça no nosso cotidiano. Garante também, que não estamos sujeitos a uma educação, mas a um universo de educações.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) de Ciências Naturais, a meta para o Ensino de Ciências é “mostrar a Ciência como um conhecimento que colabore para a compreensão de mundo e suas transformações, para reconhecer o homem como parte do universo e como indivíduo” (BRASIL, 2000, p. 24).

Neste contexto, vale ressaltar, segundo Monteiro (2009), que os espaços educativos não formais vistos como integrante de uma infraestrutura científica que contribuem para o desenvolvimento de uma nação, potencializam as possibilidades de um aprender científico e tecnológico dos cidadãos, melhora a percepção pública da ciência, e, viabiliza a ampliação do capital social e cultural de todos os sujeitos envolvidos no processo educativo.

Partindo deste pressuposto, Marandino (2003) enfatiza os espaços não formais como sendo:

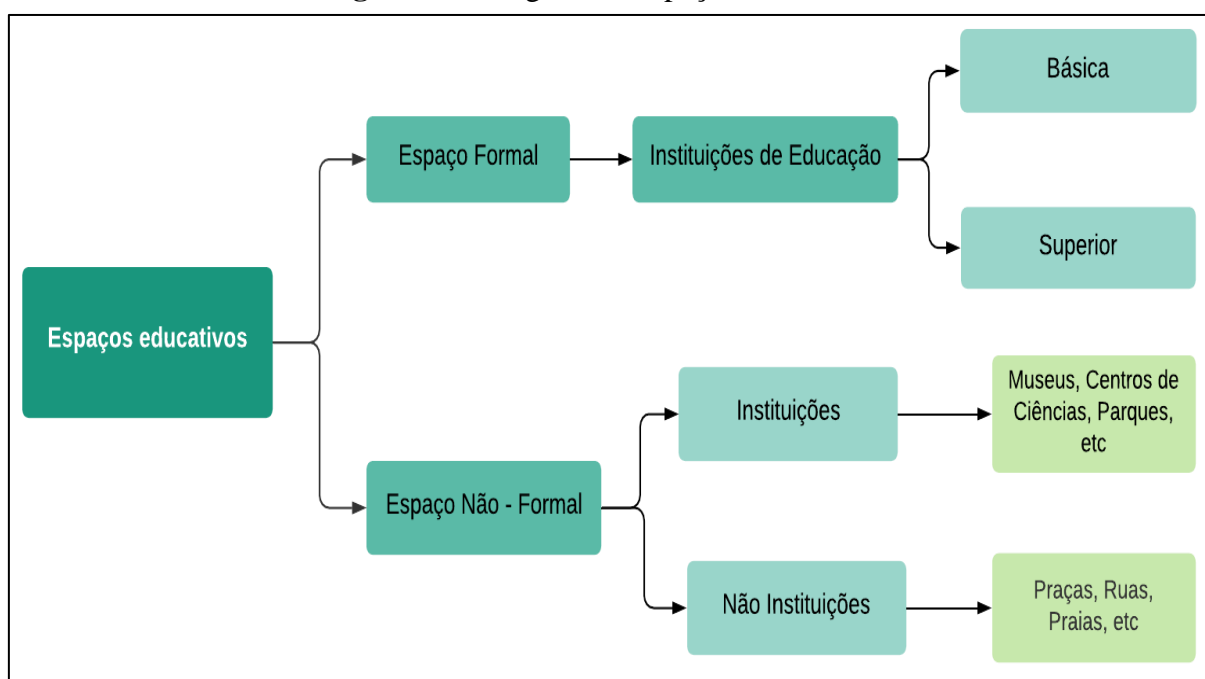
A expansão de espaços que se constrói pela articulação de vários tipos de ambientes educativos configura diferentes “ecossistemas educativos” que constituem novos lugares onde se torna possível novas possibilidades para construção de conhecimentos em meio ao reconhecimento de múltiplas identidades e práticas culturais (MARANDINO, 2003, p. 184).

Praxedes (2009, p. 13) destaca ainda, os espaços não formais como sendo “lugares privilegiados de educação que leva conhecimentos científicos à população, gerando uma aprendizagem que se dá fora do espaço formal e institucionalizado que é escola”. Para Queiroz (2011), os espaços não formais podem ser divididos em institucionalizados, que dispõe de planejamento, estrutura física e monitores qualificados para prática educativa; e os espaços não

institucionalizado que não dispõe de uma estrutura preparada para este fim, todavia, bem planejado e utilizado, poderá se torna um espaço educativo de construção científica.

De tal modo, o uso desses espaços não institucionalizados como laboratório natural para o ensino de ciências, surge como uma proposta metodológica para ensinar e aprender através da pesquisa em contato direto com a natureza na busca de uma aprendizagem significativa (QUEIROZ, 2011). Jacobucci (2008), mostra através de um quadro conceitual, as diferenças dos significados para espaço formal e não formal de ensino e aprendizagem (Figura 5).

Figura 5 - Categoria de espaços não formais



Fonte: organização autoral a partir de (JACOBUCCI 2008).

Nesse sentido, entre os espaços não formais de ensino, Rocha (2008) põe em evidência os museus, os parques urbanos, zoológicos, jardins, unidades de conservação, centros de ciências e feiras. As visitas a esses espaços têm servido para constatar que a educação que acontece nesses espaços compartilha muitos saberes com a escola, muitos dos quais são construídos com objetivo de ajudar a construir os conhecimentos científicos de estudantes da educação básica e superior.

Para corroborar com este entendimento, Gohn (2006) destaca as várias dimensões da educação não formal:

A aprendizagem política dos direitos dos indivíduos enquanto cidadãos; a capacitação dos indivíduos para o trabalho, por meio da aprendizagem de habilidades e/ou desenvolvimento de potencialidades; a aprendizagem e o exercício de práticas que capacitam os indivíduos a se organizarem com objetivos comunitários, voltadas para a solução de problemas coletivos cotidianos; a aprendizagem de conteúdos que possibilitem aos indivíduos fazerem uma leitura do mundo do ponto de vista de

compreensão do que se passa ao seu redor; a educação desenvolvida na mídia e pela mídia, em especial a eletrônica etc. Em suma, consideramos a educação não-formal como um dos núcleos básicos de uma Pedagogia Social (GOHN, 2006, p.11).

Partindo deste pressuposto, o Museu de Solos de Roraima, utilizado como espaço não formal, se mostra como um ambiente de aprendizagem ativa e de interação social. No entanto, para que isto ocorra de fato, é importante, como destaca Falcão (2009), refletir sobre três níveis diferentes: primeiro prestar atenção aos conteúdos e à maneira como são apresentados ao público; segundo, observar as atividades propostas por estes espaços e a maneira como a escola se relaciona com eles e terceiro, investigar a história e a dinâmica institucional.

Portanto, o Museu de Solos de Roraima, apresenta-se como instrumento que favorece o aprendizado, tendo em vista as possibilidades que oferece como base de investigação e também por sua capacidade de estimular debates e experiências diferenciadas, constitui-se, como “um recurso de elevado potencial científico, político e cultural, e desta forma devem ser usados e aproveitados pelos professores, estudantes, ou seja, pela comunidade escolar como um todo” (FALCÃO, 2009, p. 21).

1.4 MUSEU COMO ESPAÇO NÃO FORMAL DE ENSINO

Para compreendermos o museu como um espaço não formal de ensino é importante considerar que este se enquadra dentro dos espaços onde a educação não formal se desenvolve para proporcionar a aprendizagem de conteúdos da escolarização formal (VIEIRA; BIANCONI; DIAS, 2005).

De acordo com Gaspar (1993, p. 12), o termo museu vem do latim "*museum*" que por sua vez se origina do grego "*mouseion*", denominação, na antiga Grécia, do templo ou santuário das musas. Conforme Falcão (2009), os museus são considerados espaços permanentes e sem fins lucrativos, que visam o desenvolvimento de uma sociedade. Além disso, é um espaço que “adquire, conserva, investiga, difunde e expõe os testemunhos materiais do homem e de seu entorno, para educação e deleite da sociedade” (FALCÃO, 2009, p. 13). Logo, os museus se estabelecem como um espaço para a educação não formal.

Partindo desse princípio, se pode compreender que o museu apresenta diversas especificidades ou objetos a serem estudados: as coleções, os acervos, o espaço expositivo e o circuito expositivo, a reserva técnica, dentre outros. Dessa forma, os museus e centros culturais têm sua existência vinculada à ideia de que é importante oferecer ao público experiências e uma relação diferenciada com o universo do saber, da cultura e do conhecimento humano (BITTER, 2009). Nessa perspectiva, Fronza-Martins (2015) menciona que:

A questão da educação em museus possui um importante foco de interesse na atualidade, tanto no que diz respeito ao seu papel social, quanto no que se refere às práticas realizadas nesse espaço e suas possíveis reflexões. Percebe-se o interesse não apenas na organização e preservação de acervos, mas também na ênfase da compreensão, desenvolvimento e promoção da divulgação, bem como na formação de público como forma de disseminar conhecimentos por meio de uma ação educativa (FRONZA-MARTINS, 2015, p. 71).

Sendo assim, os museus podem ser constituídos em torno de temáticas extremamente variadas, cobrindo uma vasta área da produção humana. Podendo ser explorado como uma extensão da sala de aula na concepção do ensino em espaço não formal, no qual os estudantes possam se identificar e ter maior liberdade para aprender associar novos conhecimentos ao ensino tradicional (BITTER, 2009).

Corroborando com esse viés, Brandão (2004, p. 9) ressalta que “não há uma forma única nem um único modelo de educação; a escola não é o único lugar onde ela acontece e talvez nem seja o melhor; o ensino escolar não é a sua única prática e o professor profissional não é o seu único praticante”. Dessa forma, os espaços não formais como o museu, tornam-se uma saída para os docentes proporcionarem um ensino mais prazeroso e atrativo aos estudantes, associado ao processo de aprendizagem dos conteúdos da escolarização formal (HENDGE, 2019).

É importante frisar segundo Bitter (2009), que desde o início, os museus sempre se configuravam como espaços de pesquisa e ensino, por isso os mesmos apresentam um caráter educacional vinculado à sua própria origem, que difunde muita informação e conhecimento em seus objetos de exposições. Sendo assim, o estudante ao ter contato com esses objetos expostos pode ter contato com partes, fragmentos ou vestígios dessas realidades, construindo e reconstruindo suas concepções e conceitos.

1.4.1 Museu de solos: Espaço não Formal no Ensino de Química

Nos últimos anos, percebe-se que as pesquisas voltadas para o Ensino de Ciências vêm buscando novas alternativas para melhorar o ensino, pesquisando novas formas ou as aprimorando para a melhoria da aprendizagem, sem estar limitado apenas ao espaço formal de educação. Com isso surgem os espaços não formais de educação, que são aliados, ou seja, são parceiros das escolas, potencializando assim, a aprendizagem (HENDGE, 2019). Dentre esses ambientes parceiros da escola, pode-se destacar os museus de ciências, pois são ferramentas de grande potencial para a contribuição da divulgação e popularização do conhecimento científico.

Para Marandino (2008, p. 29), esses ambientes se caracterizam “como locais que possuem uma forma própria de desenvolver sua dimensão educativa, buscando diferenciá-los das experiências formais de educação, como aquelas desenvolvidas na escola e das experiências

informais”, além de ser um elemento motivacional para os estudantes na realização das atividades, facilitando a aprendizagem. Portanto, são espaços que se destacam por contribuir através da contextualização para a divulgação da educação em ciências.

Nesse contexto, Jacobucci (2008) concebe que esses ambientes que proporcionam o desenvolvimento da ciência e cultura, bem como o processo de ensino aprendizagem, característicos dos espaços formais de educação merecem destaque no processo de construção do conhecimento, pois esses espaços não formais estão regulamentados de infraestruturas que possibilitam atividades programadas e executadas para esses fins educativos.

Considerando, que os museus são ambientes que possuem um papel de destaque para a divulgação científica e para a formação de conceitos científicos, Rocha; Vasconcelos (2016), ressaltam que seu uso pode ser relevante para se trabalhar conteúdos de química, tendo em vista que a disciplina pode ser comumente vinculada na mídia e vista por alguns estudantes como enfadonha. Para Silva (2015), os museus de ciências apresentam um grande potencial para a divulgação do conceito químico e popularização da ciência Química, uma vez que é trabalhado de forma contextualizada, oportunizando um domínio popular dos saberes químicos, seja na alimentação, saúde ou em fatos simples do nosso cotidiano.

Diante disso, o Museu de solos de Roraima, configura-se como um espaço que propicia aprendizado de conteúdos de Química, já que o solo pode apresentar em sua composição propriedades como a acidez dada pela presença de íons H^+ , macro e micro nutrientes compostos pelos os elementos químicos, além das várias reações químicas que ocorrem nas fases sólida, líquida e gasosa. Sendo assim, este espaço pode ser utilizado como uma ferramenta alternativa no ensino da Química. Além de ser um ambiente em que os estudantes aprendem de forma descontraída, pois é um lugar que apresenta conhecimento de forma visual e sensorial, onde os estudantes podem associar os seus conhecimentos prévios adquiridos na sala de aula, com outros campos do conhecimento para então ganhar significado.

1.4.2 Caracterização dos Aspectos Históricos e Físicos do Museu de Solos em Roraima

1.4.2.1 Breve Histórico sobre o Museu de Solos em Roraima

O Museu de Solos do Estado de Roraima (MSR), localizado no Campus do Cauamé Universidade Federal de Roraima - BR 174 - KM 12. O local abriga coleções de solos rochas, e minerais, estando aberto para visitas agendadas de escolas (públicas e privadas) do ensino fundamental, médio, instituições de ensino superior e demais instituições interessadas.

O MSR começou a ser estruturado em 2005, a partir da organização de amostras coletadas de minerais, rochas e solos de alguns dos municípios do estado, mas efetivamente o museu só foi inaugurado no ano de 2013 (UFRR, 2019). De acordo com seu idealizador o professor curador do museu Dr. José Frutuoso do Vale Júnior, a criação do museu tem como objetivo facilitar o contato dos estudantes e da comunidade geral com o solo, com o intuito de sensibilizá-los sobre a importância desse componente que imprescindível para a existência da vida, e que precisa ser preservado da degradação (UFRR, 2019).

O Museu de Solos de Roraima está entre os quatro mais estruturados do Brasil, juntamente com o Museu da Universidade Federal de Santa Maria Rio Grande do Sul, o Museu de Solos do Brasil que fica na Universidade Rural Rio Janeiro e o Museu de Ciências da Terra Alexis Dorofeef que fica localizado em Viçosa -Minas Gerais (UFRR, 2019).

Atualmente o museu tem em seu acervo cerca 30 (trinta) monólitos que representam 12 (doze) tipos de solos catalogados em Roraima. O termo monólito é utilizado para denominar cortes verticais de solos coletados e preservados com produtos específicos, em laboratórios ou museus (MARQUES *et al.*, 2011). Os monólitos são utilizados para facilitar o estudo das características morfológicas do solo, e são confeccionados de acordo com normas do Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (Figura 06).

Figura 6 - Coleção de monólito e pédons do Museu de Solos de Roraima



Legenda: Figura a – Monólitos; Figura b - Pédons.

Fonte: Arquivo pessoal (2019).

De acordo o professor pesquisador Dr. José Frutuoso do Vale Júnior, os solos do estado de Roraima, apresenta características peculiares associadas a grandes diversidades dos fatores de formação, especialmente a geologia e o clima. Das 13 ordens de solos mapeados no Brasil, no estado de Roraima já foram mapiadas 12 ordem de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação brasileira de solos (SiBCS) e EMBRAPA (2018), sendo que a única ordem que ainda não foi mapeado em Roraima é solo luvisolo (Tabela 2).

Tabela 2 - Elementos formativos e significados das classes de solos.

Classes	Elementos formativos	Termo de conotação e memorização
Argissolo	Argi	Do latim <i>argila</i> , “argila”, conotativo de solos com o processo de acumulação de argila
Cambissolo	Cambi	Do latim <i>cambiare</i> , “trocar”, “mudar”; conotativo de solos em formação (transformação). Horizonte B incipiente
Chernossolo	Cherno	Do russo <i>chorniy</i> , “preto”; conotativo de solos ricos em matéria orgânica, com coloração escura
Espodossolo	Espodo	Do grego <i>spodos</i> , “cinza vegetal”; conotativos de solos com horizontes de acumulação iluvial de matéria orgânica associado a presença de alumínio. Horizonte B espódico
Gleissolo	Glei	Do russo <i>gley</i> , “massa do solo pastosa”; conotativo de excesso de água. Horizonte glei
Latossolo	Lato	Do latim <i>lat</i> , “tijolo”; conotativo de solos muito intemperizados. Horizonte B latossólico
Luvissolo	Luvi	Do latim <i>luere</i> , “lavar”; conotativo de translocação de argila. Horizonte B textural com altas saturações por bases e Ta
Neossolo	Neo	Do grego <i>neo</i> , “novo”; conotativo de solos com poucos desenvolvimentos pedogenéticos
Nitossolo	Nito	Do latim <i>nítidus</i> , “brilhante”; conotativo de superfícies brilhantes nas unidades estruturais. Horizonte B nítico
Organossolo	Organo	Do latim <i>organicus</i> , “pertinente ou próprio dos compostos de carbonos”; conotativos de solos com maior expressão da contribuição orgânica. Horizonte H ou O
Planossolo	Plano	Do grego <i>planus</i> , “plano”; conotativo de solos com desenvolvidos em planícies ou depressão com encharcamento estacional. Horizonte B plânico
Plintossolo	Plinto	Do grego <i>plinthos</i> , “ladrilho”; conotativo de materiais argilosos coloridos que endurecem quando exposto ao ar. Horizonte plíntico
Vertissolos	Verti	Do latim <i>vertere</i> , “virar”, “inverter”; conotativo de movimento de material de solo na superfície e que atinge a superfície (expansão/contração). Horizonte vértico

Fonte: Embrapa 2018.

O museu de solos recebe em média cerca de 700 visitas de estudantes anualmente oriundos das instituições de ensino de nível médio, técnico e superior, são visitas assistidas e monitoradas pelos monitores do curso de agronomia e de iniciação científica. As visitas contribuem para o ensino como uma ferramenta importante e exercendo uma função de facilitador para a divulgação do conhecimento sobre a ciência do solo, além de ser um instrumento didático. Segundo o professor curador do museu, o Dr. José Frutuoso do Vale Júnior, o contato visual e sensorial é de extrema relevância para a elaboração das percepções sobre a morfologia dos solos (UFRR, 2019).

Para Reigota (2010), tal assimilação rompe a concepção sobre um meio ambiente mais naturalístico e passa a dar ênfase as relações de reciprocidade entre a sociedade e a natureza, reconhecendo a importância dos aspectos históricos, sociais e culturais do meio ambiente.

Portanto, o museu de solos de Roraima como espaço não formal de ensino constitui-se um lugar de inserção social, que incentiva não só a construção do conhecimento científico, como também preceitos morais e posturas comprometidas com o meio ambiente, tendo como papel fundamental a difusão do conhecimento científico, contribuindo para o avanço nos estudos sobre ciência do solo. Além de ser uma ferramenta didática pedagógica de grande relevância, auxiliando professores na expansão de conhecimento sobre solo, visando assim, mudanças de atitudes relacionadas ao meio ambiente (UFRR, 2019).

De acordo com Jacobucci (2008), a compreensão de espaço não formal seria os espaços diferentes da escola que promovem ou desenvolvem atividades educativas a exemplo, os programas sociais e culturais. Logo, o museu de solos de Roraima, de acordo com suas atribuições e aspecto de inserção social, surge como esse espaço não formal que pode ser utilizado para o desenvolvimento de diversas atividades educativas que podem auxiliar nas aulas química.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo trata dos procedimentos onde são apresentados os métodos e técnicas, como também a caracterização da pesquisa. Para Tozoni-Reis (2010, p. 9), a “metodologia de pesquisa é um caminho a ser trilhado pelo pesquisador no processo de produção de conhecimentos sobre a realidade estudada”. Provanov e Freitas (2013, p. 14) corroboram dizendo que a metodologia se fundamenta “na aplicação de procedimentos e técnicas que devem ser observados para construção do conhecimento, com o propósito de comprovar sua validade e utilidade nos diversos âmbitos da sociedade”.

A construção do conhecimento é de fato uma das alternativas na comprovação sobre a compreensão do intelectivo da realidade de uma sociedade. A ciência através do conhecimento científico permite construir um caminho em busca de um feedback. Segundo Tozoni-Reis (2010), esse caminho é chamado de pesquisa, tendo como alvo principal a busca pelo conhecimento que seja capaz de dar resposta aos conflitos da nossa realidade.

Este capítulo contempla à caracterização geral da pesquisa seguindo-se da descrição dos locais da pesquisa, do público alvo e dos instrumentos de coleta de dados.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa teve caráter qualitativo do tipo descritivo e, para o procedimento técnico foram utilizadas, observação individual, pesquisa bibliográfica e a pesquisa participante. Partindo da pressuposição de Gil (2008), a pesquisa é qualitativa por analisar que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, e no caso do espaço não formal de aprendizagem, tem o ambiente natural como fonte direta para coleta de dados e o pesquisador como instrumento chave dessa pesquisa. Segundo Moreira e Caleffe (2008, p. 73). A abordagem qualitativa, “[...] explora as características dos indivíduos e cenários que não podem ser facilmente descritos numericamente”.

Para Santos (2002, p. 26), a “pesquisa descritiva é um levantamento das características conhecidas que compõem o fato/fenômeno/processo. É normalmente feita na forma de levantamentos ou observação sistemática”. Esse tipo de pesquisa é importante porque os levantamentos das descrições e características observadas durante a pesquisa serão utilizados posteriormente para a interpretação das análises dos dados coletados.

Segundo Gil (2002, p. 55), “a pesquisa participante, [...], caracteriza-se pela interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas”. Ainda para Gil (2002), esse tipo de pesquisa por sua vez, contempla a diferença entre a ciência de cunho popular e a ciência

conhecida como dominante. A primeira como o próprio conhecimento adquirido pelo senso comum que possibilitou ao homem produzir, e interpretar a realidade principalmente pela riqueza de recursos oferecidos pelo ambiente.

Para a fundamentação teórica foi utilizada, neste estudo, a pesquisa bibliográfica que de acordo com Gil (2008, p. 44), “é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”. Esse tipo de pesquisa propicia melhor compreensão dos assuntos estudados e permite um conhecimento mais apurado acerca do tema, que certamente contribui na elaboração dos instrumentos de pesquisa, bem como no domínio do assunto.

2.2 LOCAIS DA PESQUISA

Esta pesquisa foi realizada em dois locais, o primeiro foi espaço formal educativo a Escola Estadual Presidente Tancredo Neves Figura 7, e o segundo foi o espaço não formal educativo o Museu de Solos de Roraima Figura 8.

Figura 7 - Localização Geográfica da Escola Presidente Tancredo Neves



Fonte: Adriana de Souza Wanderley (2020).

Figura 8- Localização Geográfica do Museu de Solos em Roraima



Fonte: mapa produzido por Adriana de Souza Wanderley. (2020).

2.3 CARACTERIZAÇÃO HISTÓRICA E FÍSICA DA ESCOLA

A Escola Estadual Presidente Tancredo Neves está situada na Rua Leôncio Barbosa, número 1186, Bairro Tancredo Neves, zona oeste de Boa Vista-RR, CEP: 69.313.508. De acordo com o Projeto Político-Pedagógico (PPP) de 2016, na década de 80, Boa Vista passou por um acentuado crescimento populacional, vindo principalmente da região Nordeste do país e para atender a demanda foram criadas novas escolas. Então, Tancredo Neves um bairro novo, recebeu uma pequena escola criada a partir do decreto 079(E) de 07 de novembro de 1986, que funcionava em um prédio de madeira situada na Rua Z-5, com quatro salas de aula com capacidade para atender uma clientela de trezentos estudantes de 1ª a 4ª série e o corpo docente composto por oito professores.

Como o passar dos anos e o crescimento da população, o prédio da escola passou por ampliação e em 18 de março de 1988, foi inaugurado o atual prédio construído na Rua Z-4, s/n, que hoje é a Rua Leôncio Barbosa. A estrutura física da escola é composta por 15 salas de aulas, um laboratório de informática, uma sala de leitura, uma biblioteca, uma sala multifuncional, uma secretaria, uma sala da coordenação, sala da supervisão escolar, laboratório de ciências, banheiros feminino e masculino e uma quadra de poliesportiva (PPP, 2016).

De acordo com a Secretaria de Educação (2020), março de 2020 a escola completou 34 anos, e ao longo desses anos a escola acumulou inúmeros prêmios. Atualmente, escola

Tancredo oferece duas modalidades de ensino e funciona em dois turnos. O matutino com 15 turmas de Ensino Médio e o vespertino com 15 turmas de Ensino Fundamental, somando um total de quase 960 estudantes. O quadro atual de funcionários contempla 01 gestor(a), 02 coordenadores, 01 secretário, 35 pessoas no apoio e 65 professores.

De acordo com o Projeto Político-Pedagógico (PPP) de 2016, a Escola Estadual Presidente Tancredo Neves entende que a educação constitui um meio indispensável para formação do cidadão dentro dos princípios da sociedade democrática, e é nesse sentido que o PPP resgata os valores existentes na comunidade.

2.3.1 Universo e Amostra

A pesquisa foi realizada com uma turma mista de 25 estudantes na faixa etária entre 15 e 17 anos de idade, cursista do 1º ano do ensino médio no turno vespertino da Escola Estadual Presidente Tancredo Neves. Vale ressaltar que dos 25 estudantes, 3 eram de nacionalidade estrangeira, oriundos da Venezuela.

2.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Segundo Rea e Parker (2002), a coleta de dados não é um processo acumulativo e linear. Os dados são colhidos, interativamente, num processo de idas e voltas, nas diversas etapas da pesquisa e na interação com seus sujeitos. Logo, como instrumento inicial desta pesquisa foi utilizado um questionário (Apêndice C) com objetivo de analisar o conhecimento prévio dos estudantes sobre os elementos químicos, conhecimentos estes que serviram de ancoradouro aos conceitos que foram vistos na sequência metodológica por meio de estudos, visita e a construção da colorteca.

Para Gil (2008), o questionário diagnóstico é um instrumento que auxilia na investigação do problema da pesquisa, que compõem um determinado número de questões, com o propósito de conhecer as concepções e expectativas. Moreira e Caleffe (2008) corroboram dizendo que o ponto importante do questionário é que no momento que o indivíduo estiver preenchendo o questionário, o pesquisador nem sempre precisa estar presente.

Dessa forma, os questionários oferecem vantagens, tais como uso eficiente do tempo, pois atinge grande número de pessoas simultaneamente; garante o anonimato para os respondentes, não expondo o entrevistado à influência do pesquisador; permite que as pessoas respondam no momento mais conveniente; possibilita a alta taxa de retorno, além do benefício das perguntas padronizadas que representa o mesmo estímulo aos respondentes (MOREIRA; CALEFFE, 2008).

Além do questionário diagnóstico foi usado um segundo instrumento de coleta de dados que foi a construção de mapas conceituais a partir do conceito de elementos químicos. Esse instrumento foi aplicado com o intuito de avaliar se os estudantes conseguiam elaborar conceitos estruturados, claros e organizados a parte do conceito principal. Nesse sentido, os mapas conceituais desempenham um papel fundamental quando utilizado como instrumento avaliativo, “pois fornecem informações para alunos e professores, permitindo-lhes correções e adaptações essenciais à aprendizagem e ao desenvolvimento” (SOUZA E BORUCHOVITCH 2010, p. 188).

A avaliação feita nas análises foi obtida através das comparações entre o diagnóstico inicial (DI) com o diagnóstico final (DF), da comparação das construções dos mapas conceituais inicial (MCI) e final (MCF), além das observações e anotações feitas durante a visita assistida ao MSR e durante a construção da coloroteca na aula experimental. A pesquisa foi aplicada em 15h/aulas e teve duração de aproximadamente três meses.

2.5 CONTEXTO DA PESQUISA

A disciplina de Química no 1º ano do Ensino Médio das Escolas Estaduais de Boa Vista/RR contempla em seu livro didático uma grade de conteúdo programático que aborda o conteúdo classificação periódica dos elementos químicos, trazendo na mesma unidade a introdução à estrutura da matéria, estrutura atômica e conceitos fundamentais. Tais conteúdos são trabalhados na maioria das vezes ainda de forma tradicional. Visando a adoção do espaço não formal como forma de alternativa ao uso exclusivo do livro didático, os estudantes foram por meio de uma visita assistida conhecer o Museu de Solos de Roraima (MSR), além disso, eles assistiram uma aula ministrada pelo o curador do museu. Durante a aula o curador buscou tornar mais claro possível a relação dos elementos químicos com o solo, o que tornou mais significativo o processo aprendizagem do conteúdo.

2.6 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A pesquisa teve como tema focal a aprendizagem significativa dos elementos químicos, utilizando o museu de solos de Roraima como espaço não formal de educação para auxiliar na aprendizagem do conhecimento científico através do solo. Para o desenvolvimento dessa pesquisa, foi elaborado uma sequência metodológica de aulas e ações contendo os objetivos e a descrição de cada procedimento adotado.

A sequência metodológica foi apresentada para a gestora e também para a professora titular da turma para avaliação, e conseqüentemente a cedência do espaço e do tempo para

aplicação da pesquisa. As atividades foram realizadas em 15h/aulas durante o 2º semestre de 2019, e os encontros ocorreram semanalmente e quinzenalmente conforme a disposição pedagógica da professora e da escola.

A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) da Universidade Estadual de Roraima e foi aprovado sob parecer nº (3.339.089). Os estudantes participantes da pesquisa juntamente com os pais ou responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido -TCLE (Apêndice A) e Termo de Assentimento Livre e Esclarecido -TALE (Apêndice B), documentos estes, solicitados pelo Comitê de Ética.

O desenvolvimento da pesquisa ocorreu com base na observação e na comparação do conhecimento antes e após às atividades, para então, evidenciar uma aprendizagem significativa. Para isso, esta pesquisa envolveu uma série de atividades e procedimentos metodológicos, que foram realizados em 15h/aulas. A realização se deu de forma não sequencial entre os meses de setembro a dezembro de 2019. As atividades foram divididas em sete etapas que estão detalhadas no quadro 3.

Quadro 3 - Sequência das atividades pedagógicas desenvolvidas.

Atividade/Tempo	Objetivos
Aplicação do diagnóstico. 1h/aula – setembro	➤ Identificar os conhecimentos prévios e subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos estudantes.
Elaboração de mapa conceitual a partir do conceito de elemento químico. 1h/aula - setembro	➤ Verificar se os estudantes tinham em sua estrutura cognitiva ideias e conceitos organizados e estruturados partindo do conceito principal
Aplicação de vídeos sobre a história dos elementos químicos. Link: https://www.youtube.com/watch?v=gzAy4rQ3jNo 1h/aula - setembro	➤ Analisar se o vídeo contribui significativamente para o conhecimento da história dos elementos químicos.
Aplicação do artigo científico “Conceito de elemento químico da antiguidade à modernidade” Autora: Maria da Conceição Marinho Oki. (Anexos). 4h/aulas - setembro	➤ Analisar a contribuição do artigo científico para aprendizagem dos elementos químicos.
Visita assistida ao Museu de Solos de Roraima. 2h/aulas - setembro	➤ Avaliar o potencial do museu de solos de Roraima, na aprendizagem dos elementos químicos.
Construção de uma colorteca no laboratório de ciências da escola a partir de uma aula experimental 4h/aulas - outubro	➤ Analisar a contribuição da aula experimental

Avaliação final- Questionário com perguntas abertas. 1h/aula - dezembro	➤ Verificar os conhecimentos apreendidos pelos estudantes sobre os elementos químicos.
Avaliação final- Construção do mapa conceitual. 1h/aula- dezembro	➤ Identificar se houve mudança quanto a organização das ideias e conceito que evidencie a presença de uma aprendizagem significativa.

Fonte: Autora 2019.

2.6.1 Primeira etapa: Aplicação do questionário diagnóstico como elemento teórico na construção dos conhecimentos prévios

Segundo Chizzotti (2003), o questionário é um instrumento que permite o agrupamento de questões pré-estabelecidas, de modo estruturado e organizado em itens sequencialmente ordenados, que tem como objetivo obter informações dos participantes da pesquisa. Para Ausubel (2003), os conhecimentos prévios consistem em abstrações dos elementos essenciais e comuns de uma determinada categoria de objetos, eventos ou fenômenos, e que são designados em determinada cultura ou símbolo. O instrumento utilizado no diagnóstico inicial (Apêndice C) foi um questionário com cinco questões abertas e fechadas sobre a tabela periódica, elementos químicos e a sua relação com o cotidiano. No quadro 4, encontra-se disponível o questionário com os objetivos de cada questão e a categoria de análise.

No que tange aos objetivos do diagnóstico, é importante ressaltar que foram voltados para averiguação do aspecto mais relevante que são os subsunçores que serviram como ancoradouro para novos conhecimentos apreendidos. Para Ausubel (1980), a presença de ideias âncoras, a extensão dos novos conceitos e a clareza das ideias, são fatores que devem ser atrelados ao processo de ensino e de aprendizagem. Já na categoria de análise que é intrínseca ao estudante, foi considerado o fator cognitivo de aprendizagem classificados por Ausubel (1980, p. 25) como “categorias intrapessoal”.

Quadro 4 - Unidades de análise usada na avaliação diagnóstico inicial

Questões do diagnóstico inicial		Objetivos	Categoria de análise
Q1	Você acha importante estudar Química? Por quê?	Conhecer a relevância do conhecimento químico para o estudante.	Esta categoria representa um conjunto de elementos internos e externos, já que abre possibilidades para os estudantes atribuírem o seu ponto de vista, o que faz com que possa ser repensada as
Q2	Você sabe o que são elementos químicos? Escreva o conceito.	Identificar se os estudantes apresentavam algum conhecimento prévio sobre elemento químico.	

Q3	Você acha que tabela periódica é importância para ciência? Por quê?	Analisar o conhecimento relacionado a importância da tabela periódica.	estratégias utilizadas, para buscar uma predisposição para aprender significativamente.
Q4	Você sabe se na composição do solo há presença elementos químicos? Caso afirmativo, cite-os.	Verifica se os estudantes conheciam a relação entre elementos químicos e solo.	
Q5	Qual a importância do ensino de Química para sua formação enquanto cidadão?	Analisar a percepção dos estudantes sobre a influência do conhecimento químico na formação como cidadão.	

Fonte: Autora 2019.

2.6.2 Segunda etapa: Construção de um Mapa Conceitual

Os mapas foram elaborados e avaliados a partir das concepções de Novak (1984 pág. 31) que diz “os mapas conceituais devem ser hierárquicos; isto é, os conceitos mais gerais e mais inclusivos devem situar-se no topo do mapa, com os conceitos cada vez mais específicos, menos inclusivos, colocados sucessivamente abaixo deles”. Para o autor, a interação dos novos conceitos com outros mais amplos e mais inclusivos, evidencia mais facilmente uma aprendizagem significativa.

Os mapas conceituais são instrumentos facilitadores no processo de ensino e aprendizagem, tornando-os mais significativos, ou seja, são instrumentos versáteis que podem ser usados em diferentes contextos, sendo usados tanto em uma análise do currículo ou como um recurso de aprendizagem (MOREIRA, 2006). Além disso, os mapas conceituais foram criados com esse objetivo, o de promover a aprendizagem significativa (MENDONÇA; SILVEIRA; MOREIRA, 2011).

As autoras Aquino e Chiaro (2013) afirmam que:

Estudar ou produzir um mapa conceitual durante o processo de aprendizagem de um determinado tema proporciona ao estudante não só o entendimento dos conceitos e interligações relacionados a este tema, como poderá proporcionar a percepção de lacunas que poderá levar à procura de materiais instrucionais. Este processo dinâmico facilita a construção de significados sobre o conteúdo que está sendo estudado. (AQUINO; CHIARO, 2013, p. 163).

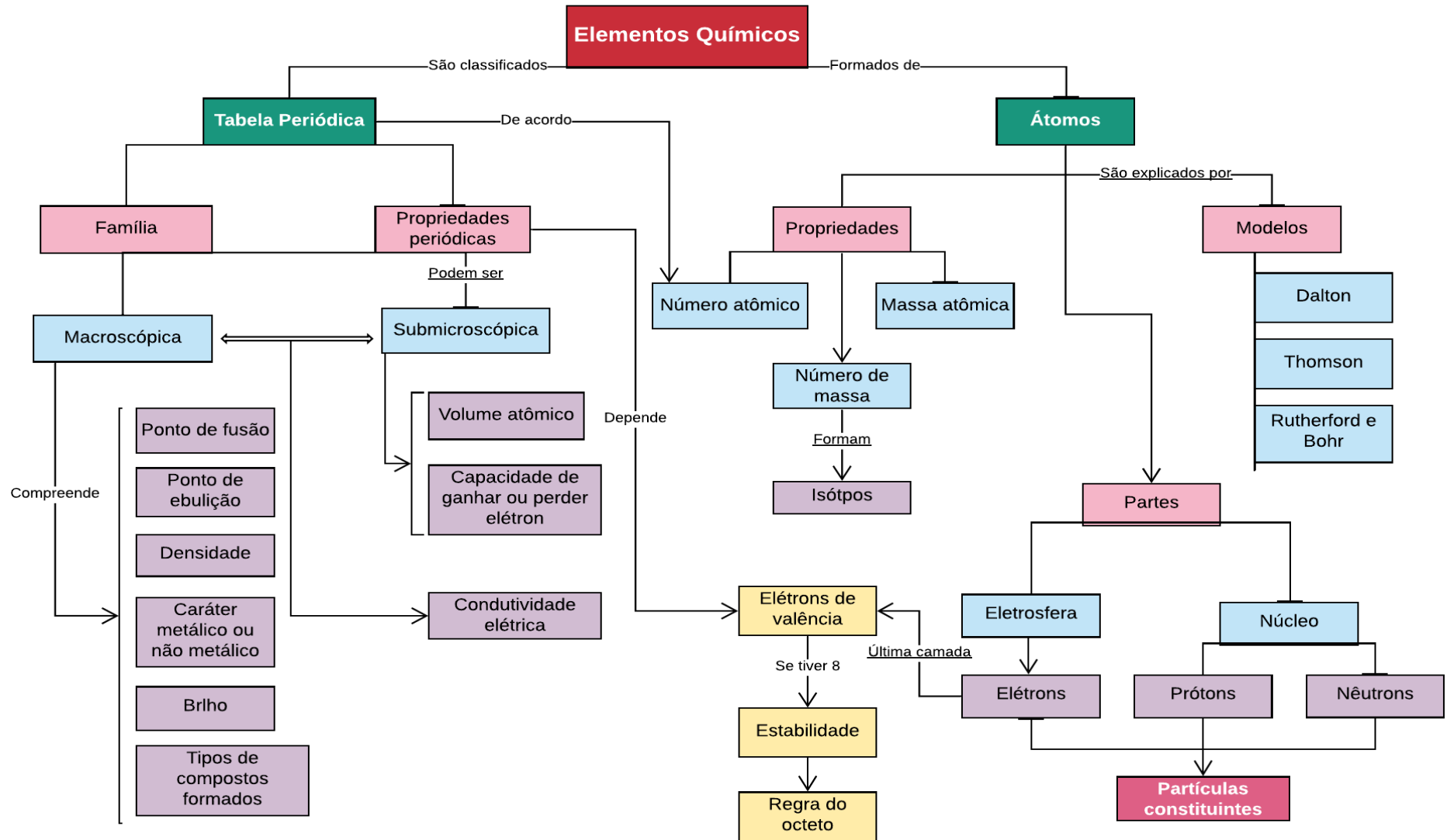
Segundo Souza (2017), além da aprendizagem obtida pelo estudante através da elaboração de mapas, ela acontece também a partir das interpretações daquele que o constrói. Para a autora, “um mapa conceitual possui uma rede de significados idiossincráticos carregada de potencial significância para aquele que o elabora” (SOUZA, 2017, p. 41).

Com o intuito de promover aprendizagem significativa, este instrumento foi usado no diagnóstico inicial e final. Nestas etapas foram considerados os aspectos relevantes existentes

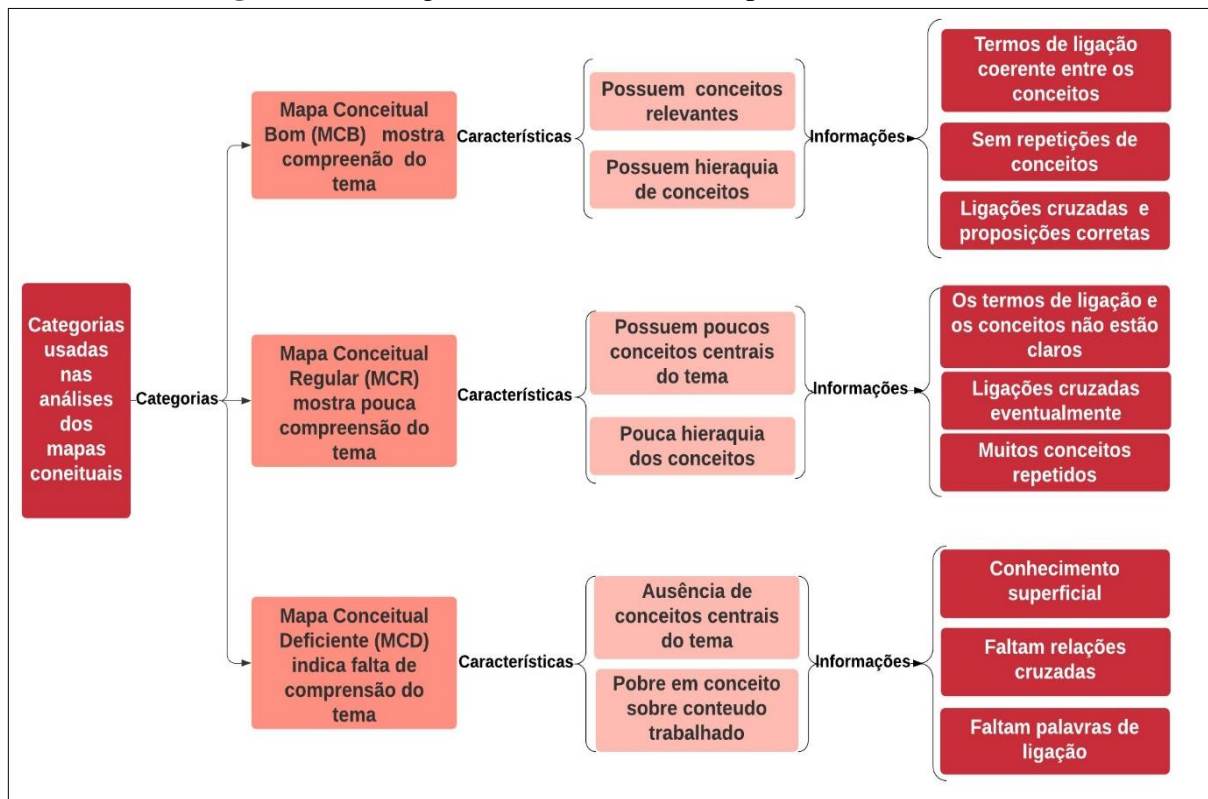
na estrutura cognitiva dos estudantes durante a elaboração dos mapas conceituais. Antes da elaboração do mapa conceitual foi exibido um vídeo retirado de: <https://www.youtube.com/watch?v=F54SWctP7-E>, que mostra o passo a passo de como elaborar um mapa conceitual.

Desde modo, com intuito de facilitar a identificação do conhecimento prévio e mapear os conceitos mais amplos, foi utilizado como ponto de partida um mapa conceitual cujo o conceito central foi elementos químicos (Figura 9). As instruções que foram dadas aos estudantes foi a de escrever os conceitos que eles recordassem do tema em volta da palavra central. Para critério de avaliação dos mapas foram reunidos em categorias e analisados de acordo com as informações que constam na Figura 10.

Figura 9 - Mapa Conceitual dos elementos químicos



Fonte: Traduzido e adaptado a partir de FRANCO-MARICAL *et al* (2015).

Figura 10 - Categorias de análises dos mapas conceituais MCs

Fonte: Adaptado a partir de Mendonça, Silveira e Moreira (2011).

2.6.3 Terceira etapa: Aplicação de vídeo

Nessa etapa foi passado um vídeo com o tema “A História dos Elementos Químicos”, um vídeo relativamente curto de apenas 9 minutos de duração, disponível através link: <https://www.youtube.com/watch?v=gzAy4rQ3jNo>. O vídeo foi usado como um recurso facilitador na compreensão do tema e também com intuito fornecer aos estudantes conhecimentos prévios para próxima etapa, a leitura do texto científico. Pois para Ausubel (1980), é essencial que durante o processo de aprendizagem significativa o estudante possa relacionar a nova informação de maneira não arbitrária e substantiva em sua estrutura cognitiva.

O vídeo é um recurso tecnológico muito utilizado pelos educadores, pois oportuniza aos estudantes com naturezas cognitivas diferentes uma aprendizagem significativa através da linguagem audiovisual, já que consegue atingir os sentidos explorando várias situações. Segundo Moran (1995 p.3), a linguagem audiovisual que o vídeo oferece “desenvolve múltiplas atitudes perceptivas: solicita constantemente a imaginação e reinveste a afetividade com um papel de mediação primordial no mundo, enquanto a linguagem escrita desenvolve mais o rigor, a organização, a abstração e a análise lógica”. Esse recurso de acordo com Ausubel (1980), possibilita aos estudantes experiências empíricas, que não obteriam de outra forma.

Durante a exibição do vídeo, foram observadas e anotadas a linguagem corporal dos estudantes. Além das observações feitas, foi indagado aos estudantes suas opiniões sobre o conteúdo do vídeo, as respostas foram anotadas e transcritas nas análises.

2.6.4 Quarta etapa: Artigo científico

O conhecimento científico é extremamente importante para o desenvolvimento dos estudantes, pois é a partir desse conhecimento que eles podem obter novas ideias para mudar o contexto atual ao qual estão inseridos. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), os estudantes devem ter a capacidade de “ler, interpretar textos de interesse científico e tecnológico” (BRASIL, 2000, p.12). Corroborando com os PCNEM’s, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) garante que é necessário que os estudantes tenham capacidade de identificar informações com base em conhecimento científico, sendo capaz de “interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza” (BRASIL, 2019, p. 559).

Desse modo, para promover o conhecimento científico em sala de aula, o artigo científico pode ser considerado um recurso potencial de aprendizagem. De acordo com Santos (2006), os artigos científicos podem ser usados como recurso didático, pois permite aos estudantes uma maior compreensão dos conteúdos transmitidos teoricamente, como também compreender suas implicações em diferentes contextos, principalmente no qual este está inserido. Para tal, as atividades deverão ser planejadas com alto rigor, respeitando informações neles contidas, oferecendo aos estudantes a aproximação do conhecimento científico.

No que tange a utilização de artigos nas aulas de química, Amaral *et al.* (2016) destaca que, os textos científicos se configuram como alternativa pedagógica diversificada de grande potencial e que se os professores adotarem em sua prática pedagógica diária, possivelmente os estudantes teriam menos dificuldades em contextualizar o conhecimento científico na disciplina de Química. Além disso, o uso de artigos na sala de aula pode promover aos estudantes reflexões individuais os tornando mais cientes e críticos sobre o que acontece ao seu redor.

Sendo assim, foi aplicado um artigo científico para os estudantes com o intuito de tornar evidente o conceito de elementos químicos. Para a seleção do artigo foram levados em conta alguns critérios como a credibilidade da instituição de onde foi retirado e a relevância das informações científicas contidas no artigo. O artigo selecionado foi: **O Conceito de Elemento Químico da Antiguidade à Modernidade** (Anexo A), publicado na revista Química Nova na Escola de nº 16 em novembro de 2002, que está disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16_A06.pdf. De acordo com a autora do artigo Maria

da Conceição Marinho Oki, o estudo “apresenta uma maneira de utilização da história e epistemologia da Ciência para melhorar o ensino através da identificação e estudo de conceitos estruturantes das ciências” (OKI, 2002, p. 01). Deste modo, considera-se que este artigo usado como material para a aprendizagem dos elementos químicos, se configurou potencialmente significativo.

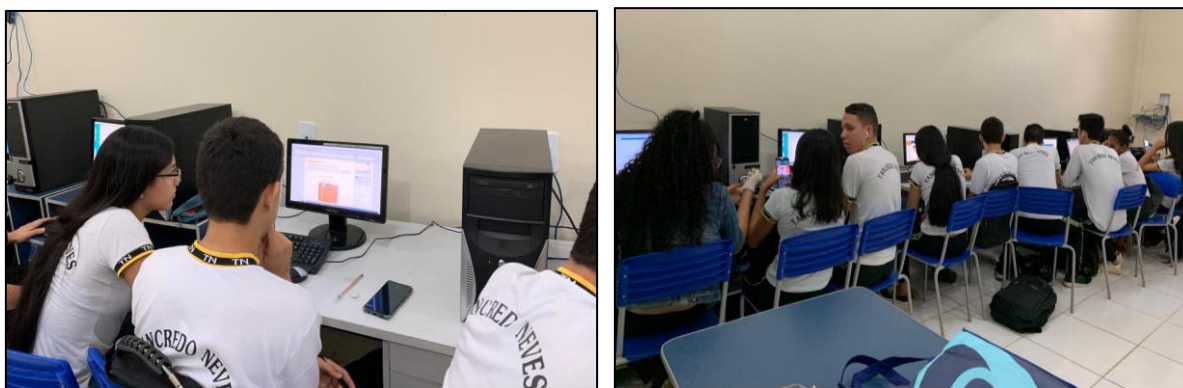
Execução metodológica

As atividades dessa etapa tiveram a duração de 4h/aulas e foram divididas em três momentos. No primeiro momento que teve duração de 2h/aulas, os estudantes foram conduzidos para sala de leitura da escola, o artigo impresso foi distribuído para cada estudante, onde os mesmos tiveram 30 minutos para fazer uma leitura individualizada para se familiarizar com texto. Após a leitura individual, os estudantes foram divididos em cinco grupos, cada grupo ficou responsável por um subtópico do artigo, e de forma alternada cada estudante fez uma leitura de parte do texto para a turma, durante a leitura os estudantes dos outros grupos prestavam atenção e faziam anotações que foram discutidas posteriormente, esse procedimento foi adotado em todos os grupos.

Assim, com o intuito de avaliar as contribuições do artigo científico, foi pedido para cada grupo escrever suas concepções relacionadas sobre aplicação e o conteúdo do artigo. Em seguida os estudantes responderam duas perguntas sobre a contribuição do vídeo para a leitura do artigo.

No segundo momento, visando o aprofundamento do conhecimento científico sobre os elementos químicos e sua importância para a vida, utilizou-se um recurso muito importante, a tecnologia. Os estudantes foram conduzidos até o laboratório de informática da escola (Figura 11) onde foi realizada uma pesquisa sobre a importância da tabela periódica para a ciência atual e também sobre os elementos químicos e sua importância para o solo, a água, o ar, a medicina e para alimentação. A atividade na sala de informática teve duração de 1h/aula.

Figura 11 - Pesquisa no laboratório de informática da escola



Fonte: Arquivo pessoal 2019.

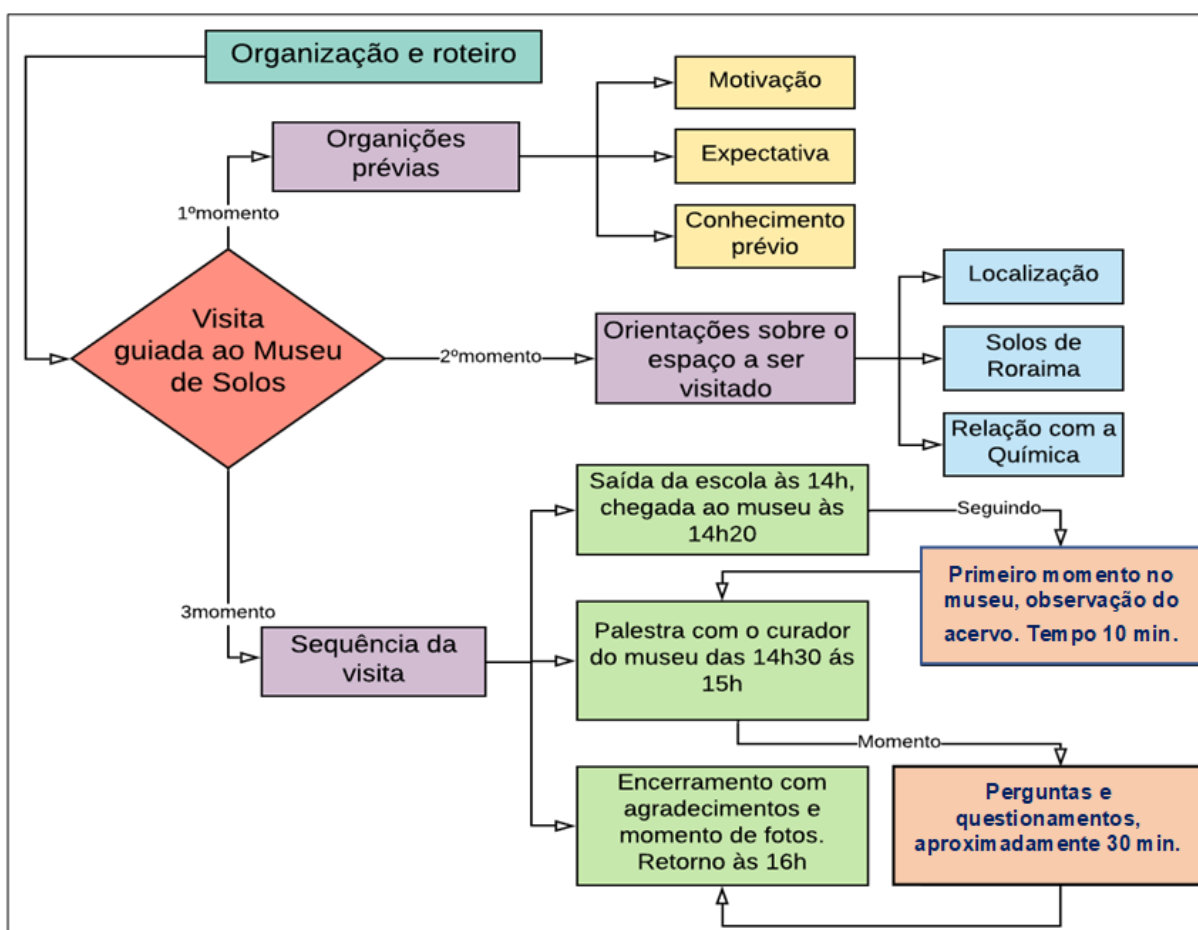
O terceiro momento teve duração de 1h/aula e foi dedicado para a socialização das atividades realizadas, ou seja, foi o momento de conhecer as observações feitas pelos estudantes, durante esse momento foram registradas as informações mais pertinentes ao tema. Além disso, os grupos fizeram um pequeno texto sobre a contribuição do artigo científico e responderam sobre a relevância do vídeo como organizador prévio.

2.6.5 Quinta etapa: Visita guiada ao Museu de Solos de Roraima (MSR)

Segundo Queiroz *et al.* (2011), ao realizar uma visita guiada ao espaço não formal, o primeiro passo é a organização de um bom planejamento, considerando aspectos importantes como as expectativas dos estudantes associada ao conteúdo aplicado no espaço formal, além dos aspectos que motivam os estudantes para uma postura investigativa, para que eles possam estabelecer relação entre os conteúdos estudados no espaço formal com visto no espaço não formal visitado.

Sendo assim, a visita ao Museu de Solos de Roraima foi organizada a partir das informações contidas no roteiro (Figura12).

Figura 12 - Roteiro da visita assistida ao MSR.



Fonte: Autora 2019.

Assim, visando alcançar o objetivo estabelecido de avaliar o potencial do museu de solos de Roraima na aprendizagem dos elementos químicos, os estudantes foram motivados a serem ativos durante a visita guiada ao museu. A atividade aconteceu no dia 18 de setembro de 2019 no período da tarde. Participaram desta, somente os estudantes cujos pais ou responsáveis assinaram o termo de autorização (Apêndice A). Para levar os estudantes da escola até o museu contou-se com a parceira do Exército Brasileiro que cedeu o transporte.

Na chegada ao museu, os estudantes foram recepcionados pelo professor e curador do museu que os conduziu até a sala onde ficam expostas as amostras de solos como monólitos, pédons, entre outras variedades e formatos de amostras. Durante esse momento os estudantes passaram cerca de 10 minutos observando, tocaram e sentiram a textura dos solos expostos (Figura 13), além de apreciarem a beleza e peculiaridades de rochas e minerais.

Figura 13 - Estudantes conhecendo o acervo do Museu de Solos de Roraima.



Fonte: Arquivo pessoal 2019.

Em seguida o professor curador do museu ministrou uma aula (Figura 14) com duração de 30 minutos. O professor começou falando sobre o objetivo da criação do museu e sobre a importância dos museus na promoção do conhecimento científico, correlacionou o solo com a química estudada na escola, falou dos principais elementos químicos predominantes em determinadas cores de solos, explicando as suas principais diferenças, além de falar sobre a confecções dos monólitos e pédons. Enquanto isso, os estudantes observavam e faziam anotações. Depois da explanação os estudantes fizeram perguntas e tiraram suas dúvidas.

Figura 14 - Aula com o professor curador do MSR.



Fonte: Arquivo pessoal 2019

No final aplicou-se um questionário (Apêndice D), como forma de analisar se a visita ao MSR contribuiu para aprendizagem.

2.6.6 Sexta etapa: Construção da coleção de cores do solo (Colorteca) usando como instrumento a experimentação.

No ensino de Química a experimentação configura-se como estratégia usada para favorecer a aprendizagem significativa, pois permite ao estudante fazer conexões do assunto estudado com a vida real. Mas, para que ocorra aprendizagem significativa é fundamental a participação ativa do estudante durante o processo de construção do conhecimento, e que, como mediador o professor possa através da problematização, instigá-lo a formular ideias e argumentos (PLICAS; PASTRE; TIERA, 2010).

Segundo os autores Axt e Moreira (1991 p. 98), “a experimentação é utilizada para veicular conceitos, comprovar relações, determinar constantes, propor problemas experimentais. Exploram-se, nesse caso, as potencialidades didáticas do experimento, tanto no sentido heurístico como no metodológico”. Sendo assim, compete ao professor fazer um planejamento criterioso das atividades experimentais que permitam aos estudantes uma postura mais investigativa e uma ressignificação do meio em que vive.

Corroborando para o desenvolvimento do estudante, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) assegura que os estudantes do ensino médio deverão ter habilidade de:

Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (BNCC 2019, p.559).

Deste modo, com o intuito de promover aprendizagem significativa dos conceitos químicos e o desenvolvimento de habilidades cognitivas através das atividades experimentais, usou-se o solo e suas cores como tema gerador, já que cor é considerada um dos atributos morfológicos mais importantes do solo, configurando assim, como um material potencializador na aprendizagem significativa dos elementos químicos.

a) Atividade Experimental

Para a realização da atividade experimental seguiu-se a seguinte sequência, uma semana antes da aula experimental os estudantes foram divididos em grupos e cada grupo ficou responsável por uma cor de solo. Além disso, cada grupo foi responsável por uma pesquisa realizada sobre as características de cada solo selecionado. O segundo passo foi confecção das formas metálicas de aço galvanizado com pregos fundidos, medindo 30 cm de altura por 20 cm de largura e 2 cm de profundidade feitas por um serralheiro profissional (Figura 15).

Figura 15 - Réplicas das calhas profissionais que são utilizadas no MSR.



Fonte: Arquivo pessoal 2019.

O terceiro passo foi a coleta dos solos usados na pesquisa. Os solos selecionados foram latossolos amarelo, latossolos vermelho, gleissolo “cor cinza” e o organossolo “cor preta”, as amostras foram coletadas no Centro de Ciências Agrárias (CCA) por existirem estudos que mostram as especificidades desses solos. As cores selecionadas para esta pesquisa seguem as determinações da Carta de Munsell¹, a partir BENEDETTI (2007), especificado juntamente com os materiais usados na Tabela 3.

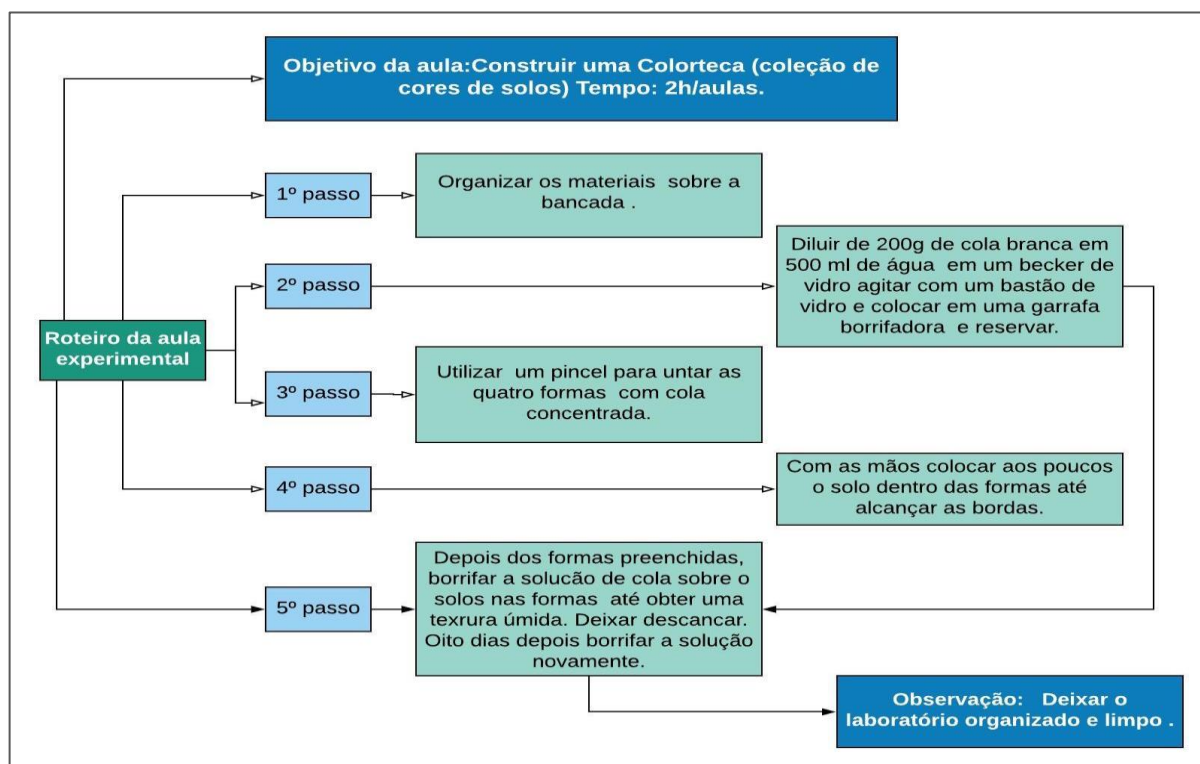
¹ O sistema de cores Munsell é configurado como uma escala numérica com etapas visualmente uniformes para cada um dos três atributos de cores - na notação de cores Munsell, cada cor tem uma relação lógica e visual com todas as outras cores (<https://munsell.com/about-munsell-color/how-color-notation-works/>).

Tabela 3 - Materiais utilizados para a construção de cores de solos (Colorteca).

Descrição do material	Quantidade
Forma metálica de aço galvanizado	12 unidades
Cola branca a base de PVA	1 unidade de 200 ml
Garrafa borrifadora	2 unidades
Papel toalha	1 unidade
Pincel	4 unidades
Becker	4 unidades
Solo latossolo vermelho ref. Carta de Munsell- 5YR 4/	5 kg (solo)
Solo latossolo amarelo ref. Carta de Munsell -10YR 4/3	7kg (solo seco)
Solo gleissolo (cinza) ref. Carta de Munsell -10YR	5kg (solo úmido)
Solo organossolo (preto) ref. Carta de Munsell	5kg (úmido)

Fonte: Autora 2020.

Depois de concluir os procedimentos acima, foi dado início a construção da colorteca através de uma aula experimental que teve duração de 2h/aulas. Como acordado com a professora regente, os estudantes foram retirados da sala de aula e conduzidos ao laboratório de ciências da escola, os mesmos já haviam sido divididos previamente em quatro grupos. Cada grupo recebeu uma sacola com o solo específico previamente selecionado e quatro formas de aço galvanizado sendo que cada grupo ficou responsável por uma classe de solo. Em seguida foram repassadas as instruções do roteiro da aula (Figura 16).

Figura 16 - Roteiro da aula experimental

Fonte: Autora 2019.

Antes de prosseguir, o roteiro foi explicado e relacionado as pesquisas que os estudantes fizeram anteriormente. Assim, seguindo as instruções do roteiro, foi selecionado um grupo para fazer a diluição da cola branca, já que só uma solução era o suficiente para todos os grupos. Para fazer a solução foram diluídos 200g de cola em 500 ml de água e reservado para ser utilizado no final. Os estudantes seguiram as próximas instruções e usaram um pincel para passar cola branca no interior de cada forma, esse procedimento foi feito para fixar o solo nas formas. Em seguida os estudantes colocaram os solos nas formas aos poucos até encher completamente e por último passaram novamente a solução diluído de cola branca para fixar melhor o solo nas formas. Depois desse processo foi necessário esperar 15 dias até que os solos já estivessem totalmente fixados nas formas. As imagens abaixo mostram o passo a passo dos procedimentos da aula experimental (Figura 17).

Figura 17 - Desenvolvimento da atividade experimental.



Legenda: Figura 17a – Aplicação de cola PVA nas formas; Figura 17b e 17c – Preenchimento das formas com os solos; Figura 17d – As formas preenchidas com os solos.

Fonte: Arquivo pessoal 2019.

b) Exposição da colorteca no laboratório de ciências

Essa atividade foi realizada 15 dias após a construção da colorteca e teve duração de 2h/aulas. Com a autorização da gestora da escola foi possível reservar um espaço no laboratório de ciências para fixar a colorteca de solos, com isso, beneficiando toda comunidade escolar. Então os estudantes foram conduzidos ao laboratório e colocaram os adesivos e a coleção de cores na parede. Vale ressaltar que por motivo de segurança os estudantes não tiveram participação na colocação dos pregos na parede. Para encerrar a atividade foram convidadas a gestora, orientadora, coordenadora e a professora da turma participante da pesquisa para participarem do momento de finalização e dos agradecimentos (Figura 18). No final da atividade e como forma avaliar a contribuição da aula experimental, os alunos responderam um questionário (Apêndice E).

Figura 18 - Coleção de cores do solo - (COLORTECA).



Legenda: Figura 18^a – Montagem da colorteca; Figura 18^b – Demonstração final da colorteca; 18^c – Pesquisadora apresentando a versão final da colorteca; Figura 18^d – Finalização da atividade.

Fonte: Arquivo pessoal 2019.

2.6.7 Aula 6 – Aplicação da Atividade Final

Para avaliação final foi utilizado um questionário com 8 questões abertas e fechadas (Apêndice F) e a construção de mapas conceituais que foram aplicados na segunda semana de dezembro, de forma a verificar indícios de aprendizagem significativa dos conceitos de elementos químicos.

2.7 CATEGORIA DE ANÁLISE

O Quadro 5 traz de forma sucinta as categorias de análise e como esses dados foram registrados. As categorias foram planejadas, tendo como base o objetivo da pesquisa que foi analisar as contribuições do Museu de Solos de Roraima, enquanto espaço não formal educativo, na potencialização da aprendizagem significativa dos elementos químicos para estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Boa Vista/RR. Para investigar o desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes foi necessário observar e identificar como ocorre o progresso cognitivo deles. Para isso, foi utilizado na coleta de dados uma abordagem qualitativa, com os métodos a seguir: análise dos conhecimentos prévios dos estudantes, análise das atividades no Museu de Solos e análise da avaliação final, além da observação durante toda a pesquisa.

Quadro 5 – Desenvolvimento das atividades

MÉTODOS DE ANÁLISE DE DADOS	DEFINIÇÃO	CATEGORIA DE ANÁLISE
Primeiro contato	<ul style="list-style-type: none"> • Conversa informal com os estudantes e pedido de autorização (Apêndice A). 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar os sujeitos da pesquisa.
Análise Prévia	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico inicial para análise do conhecimento prévio dos estudantes (Apêndice B). • Construção de mapas conceituais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivo: identificar os conhecimentos prévios dos estudantes e o que eles entendem sobre o tema elementos químicos.
Atividades (Organizadores prévios)	<ul style="list-style-type: none"> • Exibição de um vídeo sobre os elementos químicos que compõem a Tabela Periódica 	<ul style="list-style-type: none"> • Auxiliar na aquisição inicial de novos significados que podem favorecer a aprendizagem significativa.
Atividades	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo do conceito de elementos químicos. • Artigo Científico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar o conhecimento científico do conceito de elemento químico
Prática no espaço não formal	<ul style="list-style-type: none"> • Visita ao MSR para conhecer elementos químicos presentes nos solos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Favorecer a subsunção através de novos conceitos científicos relevantes, sobre elemento químico e a relação com solo.

Prática no espaço formal	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade experimental em grupo: Correlacionar os elementos químicos com o contexto do dia adia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Examinar a capacidade do estudante para adquirir e reter mais conhecimentos novos e transferíveis na mesma área.
Atividade	<ul style="list-style-type: none"> • Relatos das atividades de aprendizagens desenvolvidas ao longo do processo da prática. Através de pequenos questionários. 	
Avaliação final	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação do questionário avaliativo final e construção de mapas conceituais. Para verificação se a proposta foi potencialmente significativa 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar se houve aprendizagem significativa dos elementos químicos após a visita assistida ao Museu de Solos e a aplicação das atividades na escola.

Fonte: Autora 2019.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente capítulo apresenta os resultados das etapas desenvolvida na pesquisa com 25 estudantes do 1º ano da turma 105 do ensino médio, onde foram avaliadas as contribuições do Museu de Solos de Roraima enquanto espaço não formal de aprendizagem e a correlação com a Química, em especial com os elementos químicos. Para isso, buscou-se interpretar e descrever os resultados para fins de constatação da aprendizagem significativa dos elementos químicos. Com o objetivo de preservar os estudantes participantes da pesquisa, estes foram identificados como: E1, E2, ... E25, o que representa a ordem das respostas.

Sendo assim, cabe ressaltar que a validade e a confiabilidade do estudo são limitadas pela honestidade das respostas dos estudantes participantes ao responderem os instrumentos utilizados da presente pesquisa.

3.1 ANÁLISE E RESULTADO DO DIAGNÓSTICO INICIAL-QUESTIONÁRIO

O questionário diagnóstico foi aplicado para 25 estudantes, o que correspondeu 100% da amostra da pesquisa. O questionário apresentou cinco questões abertas relacionadas com o conhecimento prévio do estudante acerca da Química, dos elementos químicos e tabela periódica. A **primeira** questão indagou sobre da **importância de estudar Química** para o estudante e teve como objetivo principal conhecer a relevância do conhecimento químico para estes.

3.1.1 Questionário diagnóstico inicial

De acordo com a resposta da primeira questão 21 estudantes, o que corresponde a 84% responderam que SIM, que era importante estudar Química. Os outros quatro 4 estudantes correspondendo a 16% responderam que NÃO, que não achava importante estudar Química. As respostas foram agrupadas de acordo com a similaridade na Tabela 4.

Tabela 4 – Respostas dos estudantes correspondentes a questão: Você acha importante estudar Química? Por quê?

Estudantes	Respostas	Porcentagem
E1, E3, E7, E11, E16, E19, E22 e E25	Sim, é importante para minha educação.	32%
E5, E15 e E20	Sim, porque trata de muita coisa importante para o ser humano.	12%

E6	Sim, a química é essencial pois nela se descobre os elementos que contribui para o avanço da medicina e para a modernidade.	4%
E8, E9, E18 e E23	Sim! Pois é uma matéria diferenciada e nos faz entender o quão a química é importante no dia a dia.	16%
E10	Sim, é uma disciplina importante e fundamental para a profissão que eu quero exercer.	4%
E12, E13, E14 e E21	Sim, porque é legal.	16%
E2 e E24	Não, a química é uma boa matéria, mas é chata de estudar e não entendo nada.	8%
E4	Não, porque não gosto.	4%
E17	Não, porque tem cálculo.	4%

Fonte: Autora 2020.

De acordo com as respostas expressas na Tabela 4, observa-se que os estudantes **E1, E3, E7, E11, E16, E19, E22 e E25**, representando 32%, relacionaram de maneira superficial a importância de estudar Química somente com o fator “educação”, isso mostra que esses estudantes se relacionam com a química de forma mais tradicional, os seja, aquela disciplina estudada somente na escola, por isso é “importante”. Já os estudantes **E5, E15 e E20**, o que totalizam 12%, descreveram de forma mais empirista que estudar Química é importante “porque trata de muita coisa para o ser humano”, mesmo reconhecendo que a Química é importante para os seres humanos, os estudantes não foram objetivos e descreveram de maneira generalizada, demonstrando através da resposta falta de conhecimento específico.

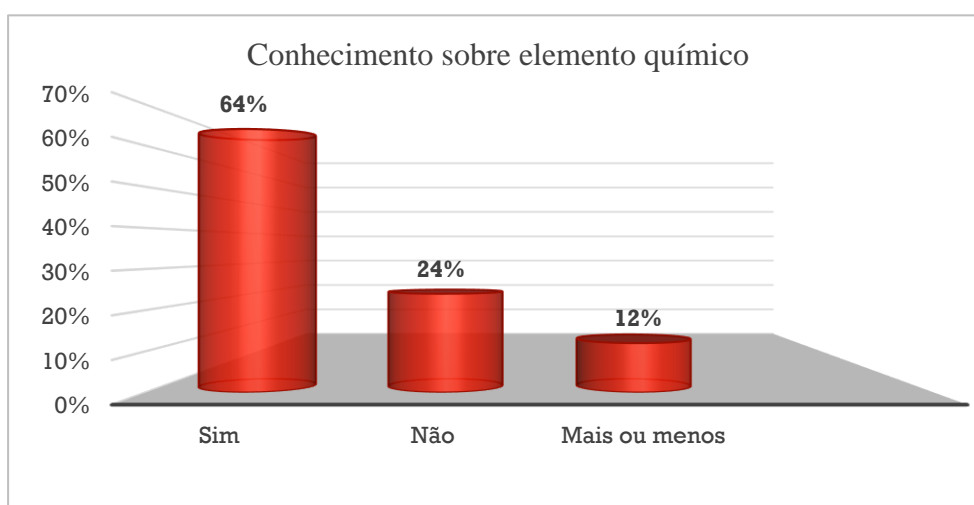
O estudante **E6** correspondendo a 4%, de forma simplista, mas coesa, conseguiu associar a descoberta dos elementos químicos com o avanço da medicina e com a “modernidade”, de acordo com a resposta, é possível observar que esse estudante tem uma percepção mais abrangente sobre a importância da Química. Os estudantes **E8, E9, E18 e E23**, representando 16%, foram enfáticos ao afirmar que estudar Química “faz entender o quão a química é importante no dia a dia”. Isso mostra que os estudantes conseguem associar a Química estudada na escola com o seu cotidiano. Já o estudante **E10** o que representa 4%, associa a essa importância somente a profissão que ele vai exercer no futuro, sem deixar claro que profissão que vai seguir. E os estudantes **E12, E13, E14 e E21**, que representam 16% apresentaram respostas rasas como “sim, porque é legal”, isso que demonstra que estes estudantes não conseguem ter dimensão da importância do conhecimento químico, por isso, dizem apenas “legal”.

Observa-se que ao contrário dos estudantes acima mencionados, que de alguma forma, reconhecem a importância de estudar Química, os estudantes **E2, E4, E17 e E24**, que totalizam 16% afirmaram que não acham importante estudar Química, justificando suas respostas com

frases como a “Química é chata”, “ Não entendo nada” e “Tem cálculo”. Percebe-se com as respostas, que os estudantes não veem importância real do conhecimento químico, o que torna claro a falta de compreensão. Tal falta de compreensão pode estar associada ao fato de que muitos estudantes se tornam resistentes ao conhecimento Químico porque não veem sentido em estudar cálculos, tabelas e fórmula, isso acontece devido à falta de contextualização, pois não conseguem fazer uma relação entre os conteúdos estudados com o seu dia a dia (BERNARDELLI, 2004).

Na **segunda questão** com o objetivo de identificar se os estudantes tinham algum conhecimento prévio sobre elemento químico, buscou-se saber se eles sabiam o que são elementos químicos, além de pedir que eles conceituassem, 64% ou seja, 16 estudantes afirmaram saber o que são elementos químicos e 24% o que representa 6 estudantes responderam que não sabiam o que era elemento químico e 12% o que correspondem 3 estudantes, responderam que sabia mais ou menos, como mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Índice correspondente as respostas dos estudantes para segundo questão do diagnóstico inicial.



Fonte: Autora 2020.

Quanto ao conceito de elemento químico apresentados pelos estudantes, dos 64% que afirmaram saber o que são elementos químicos, somente 16% conseguiram elaborar um conceito, mesmo que de forma superficial. Dentre os conceitos estão dos estudantes **E4** que diz: “É um conjunto formado por átomos”; do **E15** “Estão organizados na tabela periódica”; do **E16** “Contém o mesmo número de prótons” e do **E20** que conceituou afirmando que “São átomos”. Observa-se que dos quatro conceitos citados pelos estudantes, somente o **E4** conseguiu conceituar de forma mais completa. Os estudantes **E16** e **E20** mesmo que suas respostas não estejam completas, conseguiram associar os elementos como com átomos. Já o

conceito dado pelo estudante **E15** não corresponde ao conceito de elemento químico, e sim o local onde eles estão organizados.

De acordo com a respostas dadas pelos participantes da pesquisa, o que se observa é que dos 25 estudantes somente 3(12%) conseguiram conceituar elementos químico e 22 (88%) estudantes não souberam conceituar. Com esse resultado ficou claro que a maioria os estudantes não tinham conhecimentos prévios sobre o conceito de elementos químicos, o que configura uma grande lacuna na aprendizagem. Segundo Bernardelli (2004), os estudantes ao ingressarem no ensino médio deveriam ser aptos intelectualmente para entender o conhecimento transmitido através dos conteúdos de Química. Dentre esses conteúdos de Química, Oki (2002) destaca o conceito de elemento químico como sendo um dos mais importantes da Química, sendo fundamental para o avanço dessa ciência.

Assim, a partir do resultado obtido através do questionamento sobre elementos químicos, pode-se afirmar que os estudantes quase na sua totalidade não tinham subsunções suficientes presentes em suas estruturas cognitivas sobre a temática abordada. Para Moreira (2006), a existência de subsunções relevantes na estrutura cognitiva do estudante é essencial para que ocorra a aprendizagem significativa.

A **terceira questão** teve como objetivo analisar o conhecimento relacionado a importância da tabela periódica, para isso foi perguntado aos estudantes se eles achavam que a tabela periódica era importante para a Ciência e por quê. Assim feito, constatou-se que 80%, o correspondente a 20 estudantes, responderam que sim, que acham a tabela periódica importante para Ciência, e 20% equivalente a cinco (5) estudantes responderam que não. As respostas dos estudantes onde eles expõem suas justificativas, foram agrupadas na Tabela 5.

De acordo com os dados acima, 80% dos estudantes responderam que a tabela periódica é importante para a Ciência, mas quando solicitado que justificassem suas respostas, dos 20 estudantes que representam 80%, só 16 estudantes conseguiram conceituar, os outros 4 estudantes responderam que sabia que era importante, porém não sabiam explicar. As respostas foram transcritas na íntegra na Tabela 5. As respostas foram agrupadas por similaridade de categorias.

Tabela 5 - Respostas dos estudantes correspondentes à questão: Você acha que a tabela periódica é importante para Ciência? Por quê?

Estudantes	Respostas	Porcentagem
E1, E22 e E5	Sim, é usada na Ciência para fazer estudos no desenvolvimento de vários experimentos.	12%

E4, E5, E7, E16 e E20	Sim, para saber com que elemento químico estamos estudando.	20%
E6, E8, E9, E12, E15 e E19	Sim, porque mostra os elementos catalogados pelo ser humano.	24%
E18 e E23	Sim, porque assim é capaz de desenvolvermos melhor os elementos químicos.	8%
E2, E10, E11 e E17	Sim, sei que a tabela periódica é importante, mas não sei explicar.	16%
E3, E13, E14, E21 e E24	Não, porque não sei nada sobre a tabela periódica e nunca estudei sobre isso.	20%

Fonte: Autora 2020.

De acordo com as respostas descritas na Tabela 5, observa-se que os estudantes **E1, E22 e E25** relacionaram a importância da tabela periódica com desenvolvimento em estudos e experimentos. Os estudantes mesmo que de maneira superficial conseguiram atribuir a tabela periódica a um desenvolvimento na ciência de experimento, isso mostra que de alguma forma para esses estudantes a tabela periódica representa uma certa importância ciência. Neste contexto, estudos evidenciam que “o desenvolvimento da Tabela Periódica é uma das realizações mais significativas da Ciência e um conceito científico unificador, [...]. Ela é um recurso que permite os cientistas prever as características e as propriedades da matéria na Terra e no Universo” (LEITE, 2019, p.702).

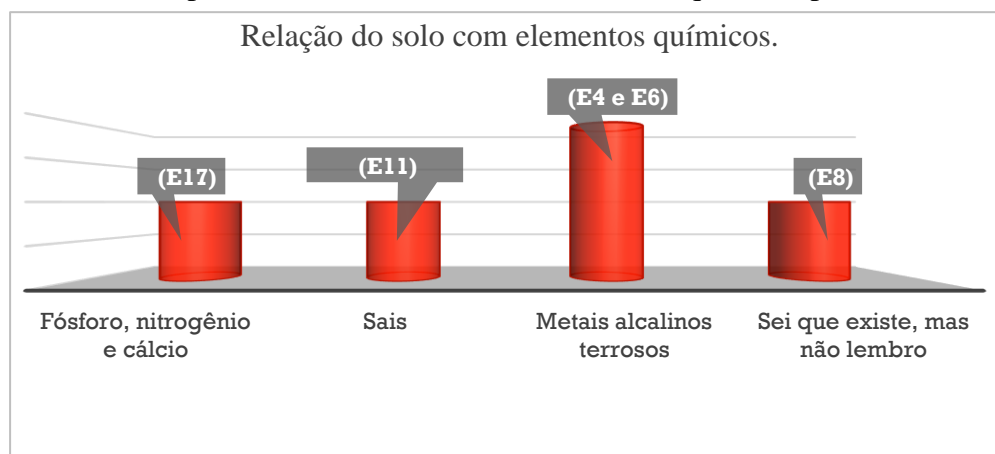
De acordo com a resposta dos estudantes **E4, E5, E6, E7, E8, E9, E12, E15, E16, E18, E19, E20 e E23**, observa-se que os mesmos relacionaram a tabela periódica somente com a organização dos elementos químicos e a “catalogação” desses elementos. Essa concepção pode estar vinculada ao fato de que grande parte dos docentes acabam priorizando atividades de natureza memorística sobre tabela periódica e os elementos químicos. Cabe destacar que a tabela periódica “é mais do que apenas um guia ou catálogo de todos os átomos conhecidos no Universo; é essencialmente uma janela para o Universo, ajudando a expandir nossa compreensão de mundo” (LEITE,2019, P.702).

Analisando as respostas dos estudantes **E2, E10, E11 e E17** que responderam que “Sim, sei que a tabela periódica é importante, mas não sei explicar”, ou seja, mesmo os estudantes afirmando saber tal importância, não conseguiram externalizar o conhecimento que asseguravam saber, isso acontece porque a nova informação foi armazenada de forma arbitrária, tornando-se fruto de uma aprendizagem mecânica. Assim, o conhecimento que possivelmente foi adquirido arbitrariamente não se ligou ao subsunçor específico, impossibilitando a ocorrência da aprendizagem significativa (AUSUBEL,1980).

Os estudantes **E3, E13, E14, E21 e E24** por sua vez, afirmaram desconhecer a relevância da tabela periódica com respostas “nunca estudei sobre” e “não sei nada sobre a tabela”, nota-se com essas respostas que, por mais que os estudantes tenham tido contato com a Química no 9º ano do ensino fundamental e no 1º do ensino médio, não houve aprendizagem do conhecimento sobre o tema abordado. Essa ausência de aprendizagem pode envolver uma série de fatores que de alguma forma precisam ser investigados. “Entre os fatores, a estrutura de conhecimento existente na ocasião da aprendizagem (variáveis da estrutura cognitiva) talvez seja considerada a mais importante” AUSUBEL (1980, p. 137).

A **quarta questão** teve como objetivo verificar o conhecimento dos estudantes sobre a relação entre elementos químicos e o solo. Partindo do objetivo, foi perguntado aos estudantes se eles conheciam se na composição do solo havia presença de elementos químicos, em caso afirmativo, foi solicitado que eles citassem os elementos conhecidos. Verificou-se que 80% dos estudantes, ou seja, a maioria respondeu negativamente declarando que não sabiam dessa relação, já 20% dos estudantes responderam positivamente afirmando que os elementos químicos estão presentes na composição do solo. As respostas dos 5 estudantes os que representam 20%, estão listadas logo abaixo no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Respostas dos estudantes sobre elementos químicos presentes no solo.



Fonte: Autora 2020.

Conforme observado no Gráfico 2, somente 5 estudantes responderam quando solicitados para que dessem exemplos de elementos químicos presentes no solo. Observou-se que somente estudante **E17** respondeu de forma mais assertiva “fósforo, nitrogênio e Cálcio” o que demonstra que esse estudante tem algum conhecimento prévio sobre a questão abordada. A segunda resposta descrita no gráfico como “sais” corresponde a resposta do **E11**, observou-se que o estudante não conseguiu citar elementos químicos, se limitando somente a “sais”. Já os estudantes **E4 e E6** responderam “metais alcalinos terrosos”, possivelmente esses estudantes

tenham associado o termo “terroso” a palavra terra, o que faz sentido, já que os metais alcalinos terrosos são encontrados na natureza em forma de minerais por serem bastante reativos. O estudante **E8** respondeu ter conhecimento dessa existência, mas não sabia dizer quais eram esses elementos, e reiterou com a frase “não lembro”.

Observa-se que as respostas dos estudantes são de cunho empirista, ou seja, um conhecimento mais popular do que fato científico, a falta desse conhecimento pode estar ligada a inúmeros fatores que vão desde a ênfase dada pelos livros didáticos sobre a temática até a falta de percepção por parte do docente em abordar o solo como recurso didático. Essa falta de percepção acaba corroborando para a pouca importância dada pelos estudantes para esse componente que é tão essencial para vida.

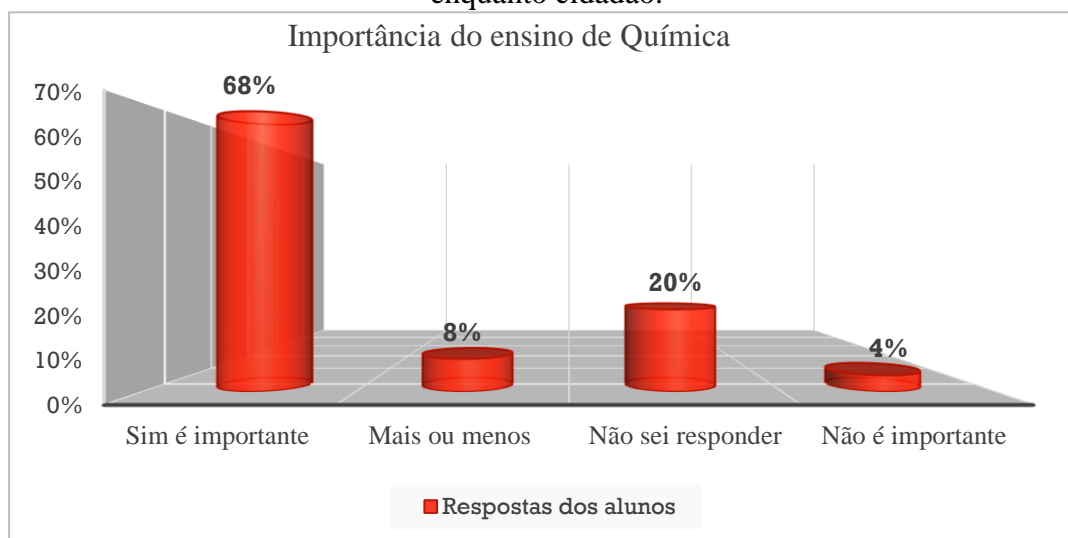
A compreensão do conhecimento químico que muitas vezes se faz de forma abstrata requer metodologias diferentes que torne o conhecimento mais significativo. Sendo assim, as autoras Morschheiser *et al.* (2018) afirmam que,

O ensinar baseado apenas nos livros didáticos acaba deixando de lado atividades diversificadas, tais como, aulas experimentais, aulas expositivas, à campo, e tantas outras maneiras que permitem desconstruir a ideia de que a química é algo abstrato, podendo relacioná-la principalmente com o cotidiano do aluno facilitando sua compreensão e conseqüentemente, melhorando o processo de ensino - aprendizagem, no momento da interação professor – aluno (MORSCHHEISER *ET AL*, 2018, P. 1).

Nesse sentido, usar solo como recurso para ensinar Química em especial os elementos químicos, pode se configurar como um material potencialmente facilitador na aprendizagem significativa desse conteúdo. Pois de acordo com Moreira (2006), para que o material seja potencialmente significativo tem que ter um sentido lógico de modo que interaja na estrutura cognitiva do aprendiz de forma não arbitrária, estabelecendo o domínio na capacidade humana de aprender. Sendo assim, o solo por um recurso natural e essencial para a vida, configura-se como um material potencializador já que faz parte da vida do aprendiz.

A quinta e última questão do diagnóstico inicial teve como objetivo analisar a percepção dos estudantes sobre a influência do conhecimento químico na formação enquanto cidadão. Foi perguntado se o ensino de Química era importante para formação enquanto cidadão, foi pedido também para o estudante justificar a resposta. Dos 25 estudantes participantes, 17 responderam que sim, 3 disseram que mais ou menos, 4 que não sabia responder e 1 estudante respondeu que não era importante. Conforme o Gráfico 3.

Gráfico 3 - Respostas dos estudantes sobre a contribuição do ensino de Química na formação enquanto cidadão.



Fonte: Autora 2020.

Como observado no Gráfico 3, a maioria dos estudantes afirmaram que o ensino de Química exerce uma função importante na formação do cidadão. Quando solicitado que eles justificassem suas respostas, os estudantes **E5, E6, E7, E18, E20, E21 e E22** responderam similarmente afirmando que “a química é uma matéria importante para nossa formação”, “vai me ajudar ter um bom futuro” e “ajuda entender e descobrir como são formadas as coisas na terra”. Observa-se que nesse caso, os estudantes associam o ensino de Química a um futuro melhor através de uma formação acadêmica, ou seja, através do conhecimento científico.

Já os estudantes **E2, E3, E8, E9, E10, E11, E12, E16, E23 e E24** deram respostas como “a química é importante na existência de todas que estão presentes no nosso cotidiano”. Essa percepção unilateral do estudante requer do docente um olhar mais específico, já que o ensino de Química “implica a compreensão das transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente, para que eles possam julgar, com coerência, [...], e assim fazerem um bom uso da química na busca de melhor qualidade de vida” (TRASSI *ET AL.* 2001, p.1).

Observa-se que dos 68% que afirmaram que o ensino de Química era importante na formação cidadã, 28% relacionaram com a formação acadêmica e 40% destacaram a importância da química que está presente no dia a dia. Mediante as respostas dadas pelos os estudantes, nota-se que estes não têm a percepção de o que conhecimento obtido através do ensino de Química não pode ser dissociável. Mas, para que os estudantes ampliem suas percepções, o ensino de Química deve proporcionar aos estudantes uma compreensão de que as transformações químicas estudadas nas escolas estão diretamente ligadas ao mundo físico (TRASSI, *ET AL.* 2001).

Já os estudantes **E4** e **E17** responderam que “mais ou menos”, o que configura uma falta de compreensão sobre a relevância do tema abordado. Seguindo a mesma concepção os estudantes **E13**, **E14**, **E19**, **E24** e **E25** responderam que não sabiam responder. Com uma concepção totalmente errônea o **E15** respondeu “não acho a química muito necessária nas nossas vidas”. A falta de percepção do estudante sobre a influência do conhecimento químico para a formação como cidadão, pode estar associada a variáveis que vão desde conflitos internos e externos do indivíduo, ou vários outros fatores como a falta de motivação e o interesse para aprender química, já que é uma disciplina considerada difícil por muitos estudantes. Para Ausubel esses fatores comprometem as condições de aprendizagem, “como a vivacidade, atenção, níveis de esforços, persistência e concentração” (AUSUBEL, 1980, p. 25).

Portanto, o questionário utilizado como diagnóstico inicial foi eficaz para obtenção de informações ao respeito do conhecimento prévio dos estudantes sobre a relevância da Química, em especial os elementos químicos, conteúdo este que é o foco principal da pesquisa em questão. A partir do questionário diagnóstico, foram levantadas questões fundamentais para que a sequência metodológica fosse bem executada no intuito de alcançar os objetivos da pesquisa.

3.2 ANÁLISE E RESULTADO DO SEGUNDO DIAGNÓSTICO – MAPA CONCEITUAL

Antes da construção do mapa conceitual foi investigado se os estudantes já tinham feito uso desse instrumento, e verificou-se que os estudantes nunca haviam trabalhado com mapas conceituais. Sendo assim, explicou-se do que se tratava esse recurso e o objetivo, logo em seguida foi passado um vídeo disponível através do link <https://www.youtube.com/watch?v=F54SWctP7-E>, explicando o passo a passo de como construir um mapa conceitual, visto que, para que o estudante possa construir bons mapas é preciso ter conhecimento das características dos mapas conceituais (NOVAK; CAÑAS, 2010).

Objetivo da aula foi verificar se os estudantes apresentavam em sua estrutura cognitiva ideias e conceitos organizados e estruturados partindo do conceito principal. Neste caso, o conceito principal investigado foram os elementos químicos, por ser o foco de trabalho da pesquisa. A temática elementos químicos é bastante conhecida pelos estudantes, já que faz parte da grade curricular a partir do 9º do ensino fundamental. Assim, esse trabalho segue a prerrogativa de Novak e Cañas (2010) que “para se aprender a elaborar um mapa conceitual, é importante começar com uma área de conhecimento que seja bastante familiar para a pessoa que pretende elaborá-lo. [...] isso cria um contexto que ajudará a determinar a estrutura hierárquica do mapa conceitual” (NOVAK; CAÑAS, 2010, p.16).

Na atividade inicial de elaboração dos mapas participaram 20 estudantes e na atividade final participaram 21, mas só foram analisados os correspondentes aos 20 estudantes que participaram tanto da elaboração inicial como também da final. Assim, como mostra na tabela 6, os mapas elaborados tanto no diagnóstico inicial quanto no final, foram agrupados de acordo com as categorias de análise da (Figura 10), onde foram caracterizados como mapa conceitual bom (MCB), mapa conceitual regular (MCR) e mapa conceitual deficiente (MCD). Como mostra Tabela 6, as análises foram realizadas simultaneamente.

Tabela 6 - Distribuição dos mapas em relação as categorias de análise.

Total de amostras (n=20)	Diagnóstico inicial			Diagnóstico avaliativo final		
	MCB	MCR	MCD	MCB	MCR	MCD
	0	2	18	4	12	4
% Percentual	0%	10%	90%	20%	60%	20%

Legenda: MCB- Mapa Conceitual Bom; MCR- Mapa Conceitual Regular; MCD - Mapa Conceitual Deficiente.

Fonte: Autora 2020.

De acordo com a Tabela 6, no diagnóstico inicial foi observado que dos 20 estudantes participantes desse momento, nenhum estudante conseguiu elaborar um mapa com um conceito bom (MCB), o que demonstra a ausência de conceitos e ideias estruturados e organizados de acordo com os critérios adotados. Pois a demonstração conhecimento apreendido pelo aprendiz de forma estrutural, clara, estável e organizada, é a variável independente mais importante, pois induz a capacidade do estudante em adquirir novos conhecimentos na mesma área (AUSUBEL 1980).

Nota-se também que 2(10%) estudantes demonstraram ter algum conhecimento sobre a temática abordada, que pode servir como ancoradouro para a nova informação. Segundo Ausubel (1980), se tal conhecimento obtido previamente for modificado em função dessa ancoragem, se tornará um subsunçor altamente elaborado, promovendo uma aprendizagem significativa. Por sua vez, 18 estudantes representando 90% elaboraram mapas deficientes de acordo com as categorias e critérios da Figura 10, apresentando ausência de conceito central, pouco conhecimento da temática e sem palavras de ligação.

Quanto aos mapas conceituais elaborados no diagnóstico final, observa-se na (Tabela 6), que houve mudanças relativamente substanciais entre as categorias de análises. Diferentemente do resultado dos elaborados no diagnóstico inicial, 4(20%) estudantes conseguiram elaborar bons mapas conceituais. Os resultados obtidos através desse instrumento potencial significativo, evidenciou uma evolução na aprendizagem dos estudantes, podendo ser caracterizado como aprendizagem significativa por apresentarem uma compreensão e capacidade para transferir esse conhecimento (MOREIRA, 2010).

Em resposta a categoria mapa conceitual regular (MCR) aplicado no diagnóstico final, verifica-se que houve uma mudança significativa, elevando o percentual de 10% para 60% os estudantes que conseguiram (Tabela 6), esse índice corresponde ao total de 12 estudantes, ou seja, 10 estudantes a mais que no diagnóstico inicial.

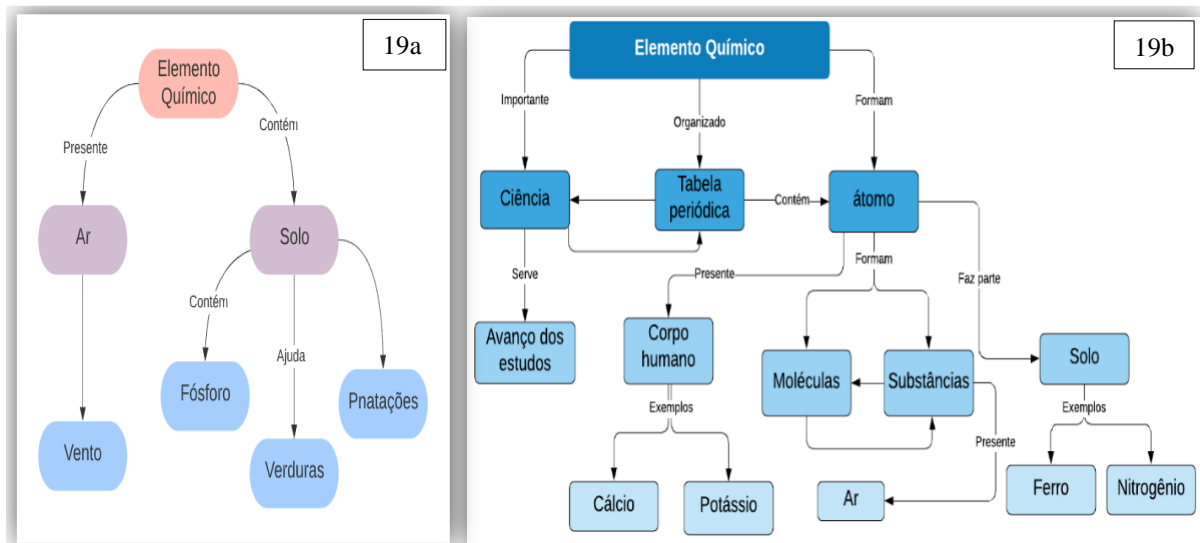
Por sua vez, 4 estudantes representando 20% permaneceram na categoria mapa conceitual deficiente (MCD). Esse resultado evidencia ausência de aprendizagem significativa, podendo está configurada em aprendizagem mecânica, pois segundo Novak (1981, p. 62), “esse tipo de aprendizagem ocorre quando não é feito esforço consciente para relacionar o novo conhecimento à estrutura de conceitos ou de elementos de conhecimento já existentes na estrutura cognitiva”. Tal constatação se dá em virtude de que esses estudantes como todos, participaram das atividades da sequência metodológica aplicada.

Portanto, comparando os resultados do diagnóstico inicial com o do diagnóstico final, percebe-se que houve um resultado significativo, pois na categoria de mapas bons MCB, saiu de 0 para 4 os estudantes que conseguiram avançar para essa categoria. Na categoria de mapas regulares MCR, passou de 2 (10%) para 12 (60%) os estudantes que conseguiram realizar (Tabela 6). Além disso, caiu de 18 (90%) para 4 (20%) os estudantes que permaneceram na categoria de elaboração de mapas deficientes MCD. Considera-se que foram bons resultados, mesmo o instrumento não sendo muito familiar aos estudantes e a química ser uma das disciplinas mais difíceis na concepção dos estudantes.

3.2.1 Interpretação dos Mapas Conceituais

Assim, para uma melhor compreensão, foram realizadas análises dos mapas conceituais baseando-se no enfoque qualitativo, onde foram observadas as relações conceituais desempenhadas de acordo com a compreensão dos estudantes sobre o conteúdo elementos químicos. Para essa análise foram selecionados mapas conceituais progressivos elaborados por 4 estudantes. Nas análises os mapas foram caracterizados como mapa conceitual inicial (MCI) e mapa conceitual final (MCF).

De acordo com Figura 19, o mapa conceitual inicial (MCI) do estudante **E1** está classificado como MCD de acordo com as categorias da (Figura 10), o mapa conceitual é aparentemente simples, mas apresenta uma certa estrutura hierárquica em poucos níveis espaciais, destacando o conceito mais inclusor, elementos químicos.

Figura 19 - MCI e MCF elaborado pelo estudante E1.

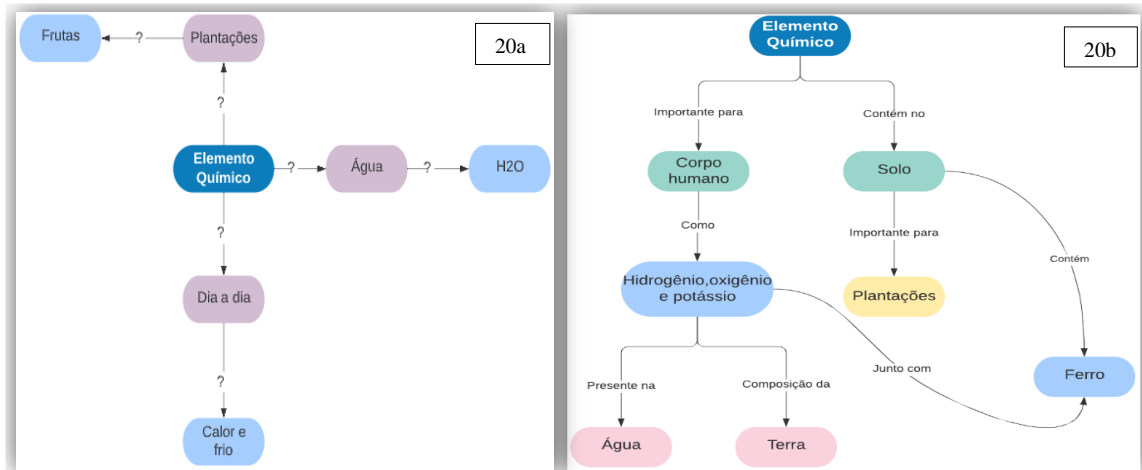
Legenda: Figura 19a - Mapa Conceitual Inicial (MCI); Figura 19b - Mapa Conceitual Final (MCF).

Fonte: Transcrito pela autora 2020 a partir do original.

No MCI o estudante explica que os “elementos químicos estão presentes no ar”, “contém no solo”, “que contém fósforo” e “que ajuda nas plantações”. Observa-se que há ausência de preposição, além disso, o estudante no primeiro momento, demonstrou um conhecimento mais voltado para o senso comum. Isso indica que, em sua estrutura cognitiva não tinha subsunçores suficientes para o desenvolvimento da temática.

Por sua vez, no mapa conceitual final (MCF) de acordo com (Figura 19), a mudança é evidenciada através do esforço do estudante **E1** em tentar superar as deficiências estruturais e conceituais apresentadas no MCI. Observa-se que o estudante **E1** conseguiu fazer uma relação mais clara entre os significados e os conceitos, embora tenha utilizado palavras de ligação simples. Além disso, o MCF possui níveis de hierarquia vertical e horizontal. Apresenta também proposições aceitáveis como “os elementos químicos estão organizados na tabela periódica”. Para Novak (1981), à medida que vai ocorrendo a aprendizagem significativa, o desenvolvimento e a construção de conceitos subsunçores ocorrem inevitavelmente. Devido essa ocorrência, o estudante **E1** elaborou um MCF de acordo com as categorias (Figura 10) classificado com MCB.

Já o estudante **E2** elaborou conforme a Figura 20, um MCD no diagnóstico inicial, apresentando uma hierarquia básica, sem ligações cruzadas e sem palavras de ligações, além de algumas falhas na disposição sequencial dos conceitos.

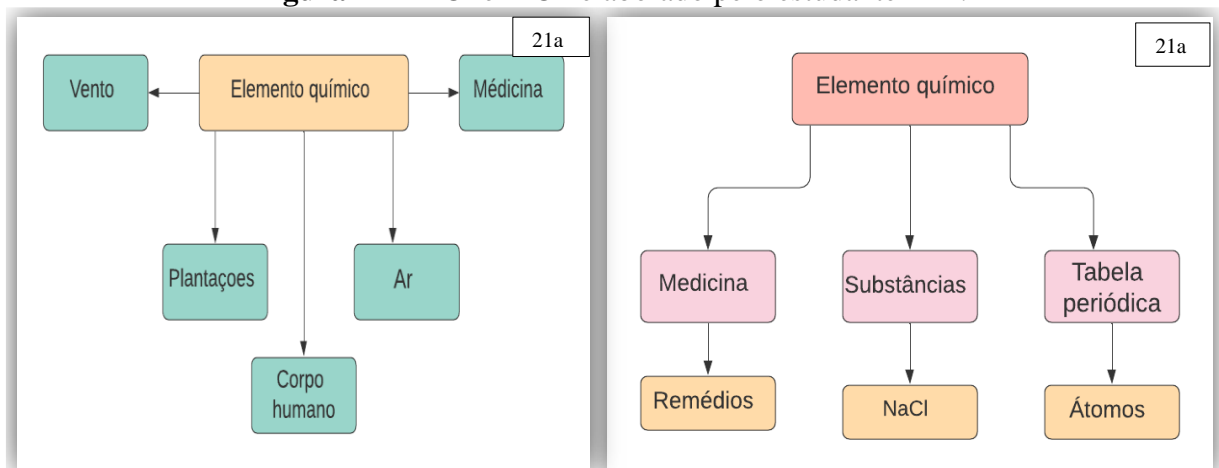
Figura 20 - MCI e MCF elaborado pelo estudante E2.

Legenda: Figura 20a - Mapa Conceitual Inicial (MCI); Figura 20b- Mapa Conceitual Final (MCF).

Fonte: Transcrito pela autora 2020 a partir do original.

Essas dificuldades apontam para falta de conceitos prévios relevantes na estrutura cognitiva. No entanto, no segundo mapa o MCF nota-se pequena evolução estrutural dos conceitos, apresentando uma certa hierarquia ainda que timidamente. No MCF, as palavras de ligações estão presentes e de uma certa bem elaboradas, forma uma proposição aceitável como “os elementos químicos são importantes para o corpo humano como por exemplo, hidrogênio, oxigênio e potássio”. Assim, de acordo com os critérios adotados nas categorias da (Figura 10), o mapa conceitual do E2 é classificado como MCR.

Como se observa na Figura 21, o estudante **E22** elaborou um MCI regular de acordo com as categorias da (Figura 10), demonstrando não ter subsunçores bem elaborados em sua estrutura cognitiva, o que denota a ausência de conhecimento científico do tema em questão.

Figura 21 - MCI e MCF elaborado pelo estudante E22.

Legenda: Figura 21a - Mapa Conceitual Inicial (MCI); Figura 21b – Mapa Conceitual Final (MCF).

Fonte: Transcrito pela autora 2020 a partir do original.

Além disso, o conhecimento apresentado no mapa conceitual, está mais relacionado com senso comum do estudante. Observa-se também que o MCI não apresenta hierarquia de

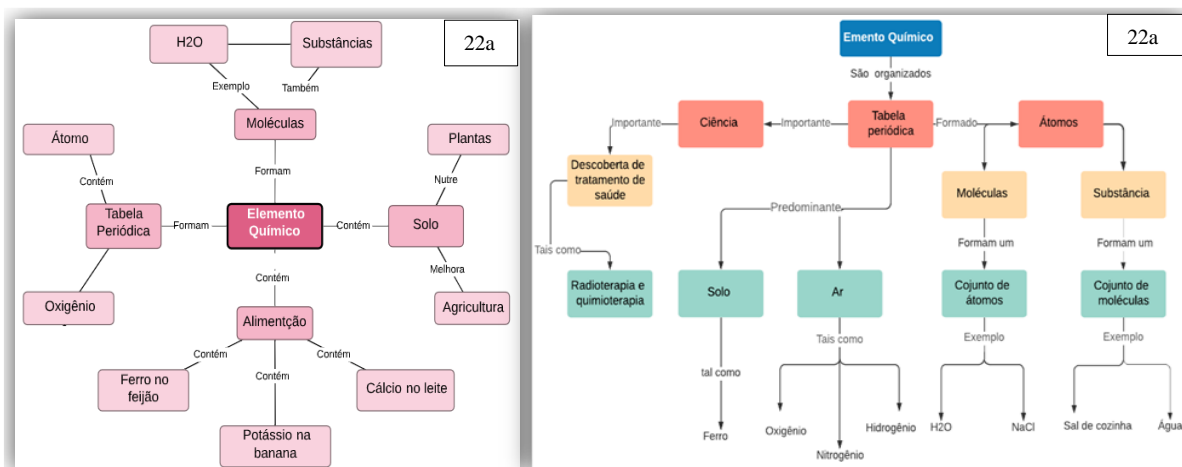
conceitos, não apresenta palavra de ligação, ou seja, não formam proposições. Neste caso, o conhecimento apreendido anteriormente pelo estudante foi incorporado a estrutura cognitiva de forma arbitrária, ou seja, o estudante não possuía ancoradouro para nova informação (MOREIRA, 2006).

No segundo mapa conceitual (Figura 21), percebe-se que houve um pequeno avanço feito pelo **E22** relacionados aos conceitos científicos, como por exemplo “substâncias” e “átomos”. Como observado o MCF não apresenta palavras de ligação o que demonstra que o estudante não conseguiu realizar proposições. Segundo Ausubel (1980), a compreensão na formação de proposições acontece a partir do agrupamento de conceitos em combinações potencialmente significativas.

Ausubel (1980, p. 97) destaca que “à medida que o novo material aprendido for assimilado pela estrutura cognitiva, é relacionado e interage com o conteúdo relevante já estabelecido. A aquisição de novos significados é um produto dessa interação”. Desta forma, conclui-se que mesmo depois da sequência metodológica voltada para a obtenção da aprendizagem significativa, o estudante **E22** demonstrou não ter adquiridos novos significados relacionados na estrutura cognitiva suficiente para elaborar um MCB.

Nos mapas conceituais da Figura 22, observa-se que o estudante **E25** apresentou durante a elaboração do MCI algum conhecimento prévio da temática abordada, pois como observado, o mapa conceitual elaborado no primeiro momento apresenta um conceito geral mais inclusor no centro, usou palavras de ligação embora simples e repetidas, não existe uma hierarquia dos conceitos, mas conseguiu formar proposições como “os elementos químicos formam as moléculas e também substâncias”, além de apresentar alguns conceitos científico. Diante disso, o MCI foi classificado de acordo com as categorias (Figura 10) como um mapa MCR.

Figura 22 - MCI e MCF elaborado pelo estudante E25.



Legenda: Figura 21a - Mapa Conceitual Inicial (MCI); Figura 21b – Mapa Conceitual Final (MCF).

Fonte: Transcrito pela autora 2020 a partir do original.

No segundo mapa conceitual (Figura 22), a evolução é evidenciada através do desenvolvimento do estudante **E25**, pois como se observa, o estudante apresenta novos conceitos, esses novos conceitos são indicadores que houve a ocorrência de aprendizagem. Além disso, o MCF elaborado pelo estudante apresenta níveis de hierarquia, conceitos científicos e palavras de ligação. Para os autores Mendonça, Silveira e Moreira (2011), quando o estudante passa a selecionar os conceitos e organizá-los de forma hierárquica, evidencia que o estudante evoluiu em termos conceitual.

Deste modo, corroborando com as evidências, estão as proposições elaboradas de forma mais assertiva como por exemplo, “os elementos químicos estão organizados na tabela periódica que é importante para ciência”, “os elementos químicos estão organizados na tabela periódica e são predominantes no solo, tal como o ferro”, “a tabela periódica é formada de átomos” e “as substâncias formam um conjunto de átomos”. De modo geral, verifica-se que o estudante **E25** elaborou um bom MCF.

No que diz respeito as palavras de ligação mais utilizadas pelos estudantes durante a elaboração dos mapas conceituais tanto na fase inicial quanto na fase final, foram elencadas na (Tabela 7). As palavras apresentadas pelos os estudantes, formam a conexão proposicional entre os conceitos, ou seja, as palavras dão sentido ao mapeamento conceitual. Para Novak (1984), uma proposição é formada a partir de dois termos conceituais que são interligados por palavras de modo a estabelecer uma unidade semântica.

Tabela 7 -Palavras de ligação mais utilizadas nas diagramações dos estudantes.

Mapa conceitual inicial - MCI		Mapa conceitual final - MCF	
Existem	Depende	Ordenados	Inclui
Exemplo	Formam	Está ligado	Pertence
Importante	Ajudam	Faz parte	Contém
Contém	Usado	Importante para	Divide-se
Ligado	Serve	Presente	Serve para
Possui	Presente	Relacionado	São organizados

Fonte: Autora 2020.

Como se observa na Tabela 7, algumas palavras usadas na elaboração dos MCF são relativamente mais bem elaboradas, o que denota uma compreensão no uso dos mapas conceituais em relação ao conteúdo trabalhado. Segundo Silva (2015, p. 26), “à medida que o indivíduo aprende, aprende novas estruturas e ligações, adicionando informações às estruturas existentes ou alterando essas estruturas por meio do processo de reestruturação”. Neste caso, observa-se que o estudante percebeu a importância de criar relações de significado entre os conceitos.

Na Tabela 8 estão relacionados os conceitos e palavras mais usadas na construção dos mapas conceituais dos estudantes. Observa-se que os eles demonstraram maior compreensão na apresentação dos conceitos durante a construção dos MCF. Para Moreira (2010), quando o estudante relaciona adequadamente dois ou mais conceitos válidos em uma sequência proposicional, ele está manifestando sua organização cognitiva, como também os significados que ela produz. No que tange a aprendizagem significativa, esses aspectos sinalizam uma ancoragem de novas informações.

Tabela 8 - Conceitos e palavras mais usados apresentados nas diagramações dos estudantes.

Conceito científico	MCI	MCF	Palavras mais utilizadas		
Elemento químico	19	20	Solo	Saúde	Respiração
Tabela periódica	4	12	Oxigênio	Ar	Remédio
Átomos	1	4	Corpo humano	Água	Vida
Moléculas	1	3	Fósforo	Plantações	Vitamina
Substâncias	2	2	Ferro	Medicina	Natureza
Ciência	1	3	Planeta	Nitrogênio	Nutrientes

Fonte: Autora 2020.

Verifica-se ainda na Tabela 8, as palavras mais utilizadas pelos estudantes durante a construção dos MCI e MCF, embora os estudantes não tenham apresentado uma relação mais abrangente de conceitos científicos, mesmo assim apresentaram palavras que estão relacionadas com o contexto da temática estudada. Esse conhecimento mais genérico apresentado pelos estudantes, não deve ser descartado, pois mesmo sem ter maiores conhecimentos da química em especial dos elementos químicos, estes percebem que a química está presente no cotidiano, o que de fato comprova uma mudança na concepção.

Sendo assim, o conhecimento representado através de mapas conceituais se torna uma possibilidade para organizar as informações, pois procuram buscar a sistematização da estrutura cognitiva do indivíduo a respeito de determinado conteúdo. O que permite melhorar o nível de aprendizagem dos conceitos necessários para a compreensão dos elementos químicos (SILVA, 2015). Portanto, considera-se que o uso de mapas conceituais contribuiu significativamente para a aprendizagem do conhecimento químico, atuando como uma ferramenta potencializadora na construção de subsunções que integram os conceitos específicos do conteúdo.

3.3 ANÁLISE DO MATERIAL UTILIZADO COMO ORGANIZADOR PRÉVIO NA OBTENÇÃO DO CONHECIMENTO QUÍMICO

a) Aplicação do vídeo como organizador prévio

Depois dos resultados dos diagnósticos iniciais realizados por meio de um questionário e a elaboração de mapas conceituais, que foram aplicados com o intuito de identificar o conhecimento prévio presente na estrutura cognitiva dos estudantes, percebeu-se a necessidade da aplicação de um organizador prévio, para que estes adquirissem subsunçores relevantes para que fosse possível a ancoragem do novo material a ser apreendido.

Segundo Ausubel (1980), dependendo do tipo de material introdutório, os organizadores prévios promovem uma disposição no estudante para a aprendizagem, além de ajudar a reconhecer que as informações adquiridas através do novo material podem ser assimiladas significativamente, relacionando-as com aspectos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Sendo assim, com aporte na teoria de Ausubel, foi utilizado um vídeo como material introdutório para potencializar a aprendizagem significativa.

A atividade de aplicação do vídeo teve como objetivo analisar a contribuição desse recurso como organizador prévio na facilitação da aprendizagem significativa do conhecimento da história dos elementos químicos. A exibição do vídeo teve duração de 9 minutos. O vídeo mostrou a história dos elementos a partir de 476 a.C. que vão desde as teorias de observação e raciocínio lógico até o método científico dos dias atuais. Durante a exibição, observou-se que os estudantes ficaram atentos assistindo e ao mesmo tempo fazendo anotações em seus cadernos. Garcez (2005) argumenta que o indivíduo contemporâneo está imerso em um universo em que a imagem, ou seja, aspecto visual é dominante por meio do audiovisual, sendo assim, é importante que o professor não fique limitado à utilização do texto verbal escrito, mesmo que seja indispensável.

Depois da exibição do vídeo houve um momento onde os estudantes puderam falar sobre o conteúdo assistido. Foi indagado aos estudantes se eles tinham gostado do conteúdo visto, os 25 estudantes que participaram desse momento, ou seja, 100% responderam que sim. Dentre as respostas estavam, “achei muito bom porque nunca pensei que os elementos químicos fossem tão importante”, “gostei dos alquimistas, eles eram muito inteligentes” e “foi ótimo conhecer a origem dos elementos químicos e saber que para chegar na tabela muitos cientistas tiveram que estudar”. Observa-se nas falas dos estudantes que o conhecimento sobre elemento químico era baseado apenas em conhecimento superficial de alguns elementos da tabela periódica, pois para muitos é um contexto sem sentido e cheio de siglas isoladas.

Então, para que o conhecimento científico sobre a tabela periódica venha despertar o interesse dos estudantes, é preciso mostrar para o estudante a relevância da tabela periódica para a humanidade, começando pela origem dos elementos químicos.

Sobre essa importância, Vianna, Cicuto e Pazinato (2019) destacam que,

É importante que seja enfatizada a sua construção histórica, em vez de regras de memorização, para que, ao longo do ensino médio, façam sentido para os estudantes informações como propriedades e características dos elementos químicos, que podem ser consultadas por intermédio da interpretação desse instrumento (VIANNA, CICUTO E PAZINATO, 2019, p. 392).

Sendo assim, o vídeo utilizado como recurso na promoção da aprendizagem significativa, foi eficaz, pois a dinâmica de ilustrar um conhecimento científico por meio de imagens, certamente foi mais atrativo para os estudantes. Além disso, o vídeo contribuiu também para hierarquização das novas informações na formação subsunções específicos e relevantes na estrutura cognitiva dos estudantes, ou seja, ancoradouros de novos conhecimentos.

De acordo com Moran (1993, p. 2), o vídeo é um recurso educacional relevante “que combina a comunicação sensorial-cinética com a audiovisual, a intuição com a lógica, a emoção com a razão. Combina, mas começa pelo sensorial, pelo emocional, pelo intuitivo para atingir posteriormente o racional”. Assim, o vídeo utilizado para aprendizagem do conhecimento sobre elementos químicos se configurou como um material introdutório potencialmente significativo.

3.4 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO ARTIGO CIENTÍFICO

Anteriormente à aplicação dessa atividade, houve uma aula introdutória onde foi exibido um vídeo abordando a importância dos elementos químicos. Desta forma, para essa atividade foi utilizado um artigo científico com o título “**O conceito de Elemento da Antiguidade à Modernidade**”. Com relação à estrutura, o artigo possui em média 5 laudas, o assunto é tratado com a profundidade necessária e compreensão acessível aos estudantes. O objetivo dessa atividade foi analisar a contribuição desse recurso científico para aprendizagem significativa dos elementos químicos. Visto que, a utilização dos artigos científicos como estratégias de ensino são eficazes e promovem habilidades qualitativas (MASSI; SANTOS; QUEIROZ, 2008).

Portanto, no primeiro momento foi perguntado aos estudantes se eles já haviam lido um texto científico em alguma disciplina ou até mesmo por curiosidade fora do ambiente escolar. Dos 25 estudantes participantes desse momento, apenas 3 responderam que sim. Os 3 estudantes que responderam que “sim” relataram que tem hábito de ler e tiveram contato com artigos através de revistas científicas, já os outros 22 estudantes responderam que não tem hábito de leitura e não gostavam de ler texto “grande”. Infelizmente essa não é uma realidade inerente somente a esse pequeno grupo de estudantes da Educação Básica, pois segundo o relatório do Programa Internacional de Avaliação do Estudante de 2018 (PISA), mesmo o Brasil tendo melhorado em leitura em relação ao PISA de 2015, essa melhora não pode ser considerada

significativa, já que metade desses estudantes não apresentaram um mínimo de conhecimento na avaliação.

Sendo assim, o resultado que mostra que de 25 estudantes pesquisados somente 12% já leram um artigo científico e 88% nunca tiveram contato com esse tipo de leitura, isso mostra como ainda é deficiente a educação brasileira. O mais preocupante é que segundo os estudantes, eles nunca tiveram acesso a artigos científicos na sala de aula, além dos textos do livro didático, mesmo assim não são utilizados com frequência, e quando são, servem apenas como fonte de pesquisa para responderem as tarefas.

Essa falta de prática do docente em não utilizar os textos científicos durante suas aulas, sem dúvida colabora para a não divulgação do conhecimento científico, ou seja, a falta de percepção acaba contribuindo para o aumento das lacunas no processo de aprendizagem, já que os textos alternativos quando utilizados como recurso pedagógico pode ajudar no processo de aprendizagem, facilitando a ancoragem do novo conceito que se pretende ensinar (HORNES e SANTOS 2015).

Em seguida os estudantes fizeram uma leitura individual e silenciosa do artigo que durou cerca de 30 minutos. Durante a leitura foi observado um respeito mútuo, pois permaneceram em silêncio, ou seja, não houve incômodos dos colegas durante a leitura. Depois desse momento os estudantes foram divididos em 5 grupos e cada grupo de forma alternada fez uma leitura compartilhada para toda turma, desta forma, o artigo foi lido duas vezes. No primeiro momento notou-se uma certa timidez, que foi observada principalmente pela a falta do hábito de leitura. Alguns estudantes ficaram receosos em cometer erros durante leitura, a frase que mais se destacou durante esse momento foi “não sei ler direito”, o que confirmou de fato que os estudantes não tinham o hábito de ler.

Embora o receio inicial dos estudantes, a atividade proposta foi realizada com sucesso, os componentes dos grupos foram alternando a leitura do tópico entre eles de modo que todos participaram. Durante a leitura compartilhada, observou-se que realmente a maioria dos estudantes não sabia fazer uma leitura corrida, mas independente destes aspectos, cada estudante teve seu momento protagonista durante a leitura.

No decorrer da atividade eles demonstraram familiaridade com o conteúdo abordado no artigo, isso devido ao material introdutório que foi aplicado como organizador prévio, que serviu como ancoradouro para novo material. Espinoza em entrevista a Nova Escola em dezembro de (2007) afirma que “a interpretação de um texto está condicionada ao conhecimento prévio do leitor. E ele o considera difícil se não tem familiaridade com o tema”.

Durante a leitura que foi feita de forma alternada pelos grupos, os estudantes fizeram anotações sobre o que mais chamou atenção deles no artigo. Cada grupo escreveu suas concepções sobre o texto aplicado. Para não ficar repetitivo foram analisados somente as respostas de 3 grupos.

Concepções do grupo - 1

Esse artigo apesar de ser grande, foi interessante de ler, pois traz uma história sobre os elementos químicos bem aprofundada, além de mostrar a importância dos elementos para o desenvolvimento da ciência. Gostamos que ele traz vários conceitos, foi um pouco difícil de entender, tivemos que prestar muita atenção na leitura pra entendermos, mas agora sabemos que não é uma coisa tão simples, existiu muitos cientistas estudando para chegar aqui.

Concepções do grupo - 2

Achamos interessante porque mostra a evolução da história dos elementos químicos. O artigo mostra que essa evolução fez toda diferença na ciência. Nosso pensamento era que os elementos fosse somente uma coisa muito abstrata, não tinha muita importância conhecer tão profundo esse assunto, até porque a gente não consegue ver, o principal elemento pra gente era o Oxigênio porque respiramos. Mas depois do vídeo e desse artigo, percebemos o quanto é importante esse conhecimento mais profundo, porque faz a gente olhar com outros olhos para as coisas.

Concepções do grupo - 3

O texto foi bem útil no sentido de esclarecer como aconteceu a evolução do conceito de elementos químicos. A gente não sabia que para se chegar nesse conceito atual havia a contribuição de tantos cientistas como químicos e filósofos, como por exemplo, Aristóteles. Mas o que mais me chamou atenção foi perceber que as coisas estão em constante mudança, como disse o texto “É importante não nos esquecermos da provisoriidade dos conceitos, decorrente das modificações da Ciência, resultantes dos avanços científicos”.

Como se observa, o grupo 1 mesmo expressando uma opinião não positiva pelo o tamanho do texto, acharam interessante, percebe-se na fala dos estudantes que eles compreenderam a importância de estudar os elementos químicos. Nota-se que os mesmos acharam difícil a compreensão do texto. Espinoza na mesma entrevista (2007) afirma que, "independentemente do grau de dificuldade, os textos científicos trazem novas ideias e conhecimentos que precisam ser tratados em sala de aula". Além disso, a leitura é essencial para a compreensão do mundo, ou seja, “a leitura do mundo precede a leitura da palavra” (FREIRE, 1997, p. 11).

Como se observa, os estudantes do grupo 2 não expressaram tal dificuldade na leitura. Além disso, perceberam que a evolução dos estudos sobre elementos químicos foi muito importante para o avanço da ciência, também relacionaram a contribuição do vídeo passado como material introdutório. Garcez (2005, p. 107) destaca que “durante a leitura do texto

escrito, o leitor aciona outras funções cognitivas para criar imagens mentais, de acordo com seu repertório de experiências visuais anteriores.

No segundo momento para tornar esse conhecimento mais familiar aos estudantes, foi realizado uma pesquisa na sala de informática sobre a importância dos elementos químicos para saúde, para o solo, para água, para o ar, para medicina e para alimentação. Nessa atividade foi observado que eles estavam realmente engajados (Figura 11), fizeram pesquisa em artigos e textos científicos, o que demanda uma leitura mais extensa, no entanto se mantiveram focados na pesquisa. Esse contato do estudante de educação básica com artigos científicos pode contribuir para a compreensão dos saberes científicos que, na maioria das vezes, ficam restritos apenas ao um pequeno grupo de cientistas nos quais são “detentores” desse conhecimento.

As discussões sobre as contribuições da atividade foram feitas em uma roda de conversa, sobre a aplicação do artigo científico, ressaltaram que foi superimportante para eles conhecerem tal relevância dos elementos químicos. Uma das falas dos estudantes que mais se destacou foi de uma aluna que disse: “Fiquei impressionada em saber da importância do conhecimento científico”. Quando um estudante reconhece tamanha importância é por que o trabalho realizado contribuiu significativamente.

Sobre a contribuição da exibição do vídeo aplicado como material introdutório, ou seja, como organizador prévio do conhecimento, dos 25 estudantes participantes dessa atividade 23 responderam que sim, que o vídeo contribuiu significativamente, 01 estudante respondeu que mais ou menos e 01 respondeu que não. Conforme o gráfico 4.

Gráfico 4 - Resposta dos estudantes sobre a contribuição da exibição do vídeo como material introdutório.



Fonte: Autora 2020.

De acordo com os resultados apresentados no Gráfico 4, observa-se que 92% dos estudantes responderam que o vídeo contribuiu para o entendimento do assunto do artigo científico. Esta contribuição é destacada na resposta de um estudante, “o vídeo foi importante pois facilitou a compreensão do texto e dessa forma reforçou melhor o assunto e entendemos

com mais clareza”. Deste modo, o organizador prévio contribuiu significativamente para que a leitura do artigo científico propiciasse uma visão mais ampla sobre o conceito científico de elemento químico.

Portanto, ancorado em Moreira (2006) conclui-se que o organizador neste caso, funcionou com uma ponte cognitiva, facilitando a aprendizagem do conceito científico dos elementos químicos através de um artigo científico como recuso didático.

3.5 ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DA VISITA ASSISTIDA AO MUSEU DE SOLOS DE RORAIMA

Inicialmente foi perguntado para os estudantes se eles já tinham visitado o Museu de Solos de Roraima – MSR, nenhum dos 25 estudantes participantes conhecia o museu. Então com o intuito de alcançar o objetivo proposto, foi organizado um roteiro de visita (Figura 12) que foi dividido em três momentos e devidamente seguidos. O primeiro momento compreende a motivação, a expectativa e o conhecimento prévio, pois “nesse contexto, a aprendizagem é fortemente influenciada pelos interesses, experiências prévias e convicções do indivíduo” (OLIVEIRA *et al.* 2014, p. 231).

Sendo assim, como estratégia para despertar o interesse e motivar os estudantes, pediu-se que eles escrevessem em seus cadernos suas possíveis expectativas relacionadas ao museu de solos. Observa-se no Gráfico 5, que os estudantes deram respostas semelhantes, com isso, as respostas foram agrupadas em categorias.

Gráfico 5 - Índice que representa a expectativa de visita ao Museu de Solos de Roraima.



Fonte: Autora 2020.

De acordo com o Gráfico 5, a categoria que mais se destacou com 7(28%) estudantes foi a de “conhecer os tipos de solos”, em segundo lugar com 6(24%) estudantes ficou a categoria

“obter conhecimentos”. Nestas duas categorias percebe-se que as expectativas dos estudantes estão voltadas para a aprendizagem, demonstrando assim, uma predisposição para aprender. Segundo Moreira (2010), a predisposição para aprender demonstrada pelo estudante, é uma das principais condições para ocorrer aprendizagem significativa. Além disso, 5(20%) os estudantes responderam na categoria “quero conhecer”, 3(12%) responderam que era por “curiosidade” e 4(16%) responderam “sair um pouco da escola”.

Nas últimas três categorias apresentadas pelos estudantes, suas expectativas estavam mais voltadas para apenas um passeio fora da escola, mas que foram consideradas aqui como variáveis de motivação, levando em conta as peculiaridades dos seres humanos. Além disso, Marandino (2005, p.1) afirma que nesses espaços educacionais, “as experiências vivenciadas se projetam para além do deleite e da diversão”. E para concluir esse primeiro momento, foi explicado para os estudantes o que era e qual a importância do MSR, afim de organizar o conhecimento prévio relacionado a instituição visitada.

No segundo momento foram passadas as orientações sobre o espaço a ser visitado, os estudantes foram orientados sobre a localização do MSR, sobre os tipos de solos estão expostos no MSR, bem como sobre a importância da química para a formação do solo, além de uma pesquisa realizada pelos estudantes sobre os tipos de solos encontrados no Estado de Roraima. Todas as atividades desenvolvidas em sala de aula, foram relacionadas com o conteúdo que foi visto na visita ao MSR. Esse *feedback* foi muito importante para a visita ao um MSR, como ressalta a autora Griffin (1998) que,

As visitas ao museu são mais bem-sucedidas quando são acompanhadas de trabalhos preparatórios na escola. Uma compreensão construtivista do processo de aprendizagem enfatiza a ligação de novas experiências anteriores no desenvolvimento da compreensão. Juntos, esses fatores apontam para a importância de vincular a aprendizagem da escola e do museu. Os professores da turma são os únicos que podem garantir que a aprendizagem da escola e do museu seja integrada (GRIFFIN, 1998, p. 4. Tradução nossa).

Seguindo o roteiro, de 18 de setembro de 2019 às 14h aconteceu a saída para o MSR, antes da saída, ainda em sala de aula, foi passado o roteiro para cada estudante e as instruções de como deveriam se portar durante a visita ao MSR. Os estudantes demonstraram ansiedade e euforia, era o primeiro contato deles com um museu de solos, foi encorajador vê-los tão motivados.

Na chegada ao MSR, os estudantes foram recebidos pelo curador do museu. Em seguida o curador os convidou para entrar, e durante 10 minutos os estudantes passaram observando (Figura 13) o acervo do MSR. De acordo com Figueroa e Marandino (2013), esse primeiro contato do estudante com os elementos presentes nos museus, permite que o estudante faça uma

relação dos conhecimentos obtidos anteriormente com os novos por meio dos objetos e textos, permitindo-o reformular de forma significativa suas concepções.

Durante esse momento foram registradas algumas falas dos estudantes como “que máximo”, “olha quantas cores diferentes”, “é mais interessante do que a professora falou”, e “meu pai gosta de plantar ia se amarrar aqui”. Observa-se através da fala de alguns estudantes que eles estavam apreciando o ambiente, durante os 10 minutos eles usaram os sentidos para se conectarem com o museu.

Segundo Bizerra (2009), para diferentes autores é comum que nesses lugares a aprendizagem ocorra de forma diferenciada, pois são lugares que envolve os aspectos, afetivos, cognitivos, motores, lúdicos e sociais aos quais os estudantes podem estar inseridos. No decorrer desse primeiro contato com o MSR, pôde-se observar através das atitudes dos estudantes uma mudança na percepção sobre esse componente que é fundamental para existência da humanidade, o solo.

Já no terceiro momento durante a aula ministrada pelo curador do museu, os estudantes demonstraram interesse pelo assunto ministrado, pois ficaram atentos observando e fazendo anotações em seus cadernos. As perguntas feitas pelos estudantes após a palestra foram direcionadas para a categoria de morfologia, principalmente sobre a variação de cores dos solos (Tabela 9). Cabe ressaltar que foram feitas mais de uma pergunta por estudante.

Tabela 9 - Perguntas mais pertinentes feitas pelos os estudantes sobre a temática trabalhada.

Qual a importância da Química para o solo?

Quais os elementos químicos que predominam nos solos vermelho e preto?

Qual importância de estudar o solo?

É muito difícil coletar o solo?

Quais as diferenças dos solos ricos para solos pobres?

Quanto tempo levou pra fundar o museu?

Fonte: Autora 2020.

De acordo com as perguntas levantadas pelos estudantes (Tabela 9), fica nítido o interesse em conhecer mais sobre a relação da química com os solos, principalmente sobre os elementos químicos predominantes nas cores. Observou-se também que os estudantes estavam motivados por estarem fazendo parte daquele momento, a partir dessa motivação e interesse, ficou claro que a visita ao MSR contribuiu significativamente para a promoção do conhecimento químico, assim como sua relação com o solo. Esse tipo de constatação corrobora

para as concepções de que os espaços museais contribuem para a compreensão de conceitos relacionados à Ciência (MARANDINO, 2001).

O curador do MSR respondeu todas as perguntas, e fez um *feedback* com alguns estudantes, o que demonstrou que os mesmos já tinham um conhecimento prévio sobre o assunto abordado, o que facilitou a ancoragem de novos conhecimentos. Além disso, os levou a refletirem sobre ter um olhar diferenciado sobre o solo. O professor e curador do museu explicou a riqueza do solo e deixou claro que a ciência química está intrínseca nesse processo.

Observou-se também que os estudantes ficaram agradecidos ao professor e curador por ter partilhado o conhecimento com eles, os estudantes foram gentis, respeitosos e ficaram atentos para obtenção do conhecimento científico. Tais atitudes comprovam que aulas realizadas em espaços não formais, torna mais significativo o processo de aprendizagem devido o ganho cognitivo, além de favorecer a formação de valores e comportamentos, possibilitando-os a vivenciar os conhecimentos construídos durante as aulas nesses espaços (ROCHA; FACHIN -TERÁN, 2013; SENICIATO; CAVASSAN, 2004).

Para verificar a concepção dos estudantes sobre a visita e o conhecimento aplicado pelo curador do museu, foi aplicado um questionário com perguntas abertas e fechadas para os 25 estudantes. Quando indagados se eles tinham gostado da visita e da aula dada no MSR, 100% dos estudantes responderam que sim. Já as respostas das questões 2 e 3 foram agrupadas na Tabela 10, por similaridade entre as respostas evitando assim as repetições.

Tabela 10 - Agrupamento das respostas dos estudantes para as questões 2 e 3 do questionário.

Categorias	Respostas
Sobre o que mais “gostaram”	E1, E11, E13, E15, E17, E23, e E25 – Conhecer os vários tipos de solos.
	E2, E4, E6 e E8 – De ver os minerais “pedras preciosas”.
	E3, E5, E7, E9, E10 e E12 – Conhecer os monólitos dos solos de Roraima.
	E14, E16, E18, E21 e E22 – Conhecer os pédons e as maquetes feitas com solos.
	E19, E20 e E24 – Conhecer um museu de solos pois não sabia que existia
Sobre o que “aprenderam”	E1, E2, E12, E18 e E25– Que as cores dos solos são característica morfológicas.
	E11, E4, E17, E8, E14 e E24 – Que o elemento químico ferro formam compostos que são predominantes nos solos vermelhos.
	E3, E15, E16, E21- Que o estado de Roraima tem 12 tipos de solos mapeados.
	E5, E6, E7 e E9 – A diferença entre solo rico e pobre em nutriente (compostos químicos).
	E10, E22, E23 – O processo de formação do solo.
	E13, E19 e E20- Que os elementos químicos presentes no solo são essenciais para o ser humano.

Fonte: Autora 2020.

Desta forma, foi possível verificar que 28% dos estudantes afirmaram que o que mais gostaram foi de conhecer as variedades de solos que estão expostas no MSR. Já 16% gostaram de conhecer os minerais chamados por eles de “pedras preciosas”, foi notória a alegria dos estudantes ao tocarem nos minerais. Cerca de 24% gostaram de conhecer os monólitos dos solos de Roraima e a forma de como é feita a coleta dos solos usando as placas de aço. 20% dos estudantes destacaram os pédons, pois conseguiram visualizar as camadas de forma intacta dos solos, enquanto 12% responderam que o que mais gostaram foi de conhecer o MSR, pois não sabia que existia e não imaginavam como era um museu de solos.

Quanto aos que aprenderam, cabe destacar que 52% dos estudantes relacionaram o aprendizado obtido durante a visita ao MSR com a química, com ênfase nos elementos químicos e a importância destes que vem desde a formação do solo e se expande até a nutrição do homem. Já 48% responderam ter obtido um aprendizado sobre as características morfológicas dos solos, sobre os 12 tipos de solos mapeados no estado de Roraima e sobre o processo de formação do mesmo.

Nesse contexto, os estudantes não só aprenderam sobre a relação da ciência Química com o solo, mas também a importância do conhecimento científico sobre o solo, além de perceber a importância de uma “consciência pedológica”, já que o solo é um componente essencial para a sobrevivência na terra. Sobre essa conscientização, “a educação pode contribuir efetivamente para esse processo, uma vez que ela oferece instrumentos objetivos para elaborar e reelaborar valores, condutas e atitudes” (MUGGLER; SOBRINHO; MACHADO, 2006, P.735).

Na quarta questão do questionário foi perguntado se eles gostaram da aula fora do espaço escolar e se eles gostaram do local selecionado, foi indagado também se eles voltariam ao MSR. Nas 3 categorias todos os estudantes responderam “sim”, ou seja, 100% dos estudantes gostaram de aprender em um lugar diferente da sala de aula, gostaram do espaço educativo não formal escolhido e afirmaram que voltaria sim ao MSR. Na última foi perguntado se a visita correspondeu às expectativas deles, a resposta foi unânime com a frase “superou as expectativas”. De acordo com Falk e Storksdieck (2005), quando as expectativas são realizadas a aprendizagem é facilitada. Sendo assim, acredita-se que a visita juntamente com aula do professor com contribuíram significativamente para a aprendizagem.

3.6 ANÁLISE DA CONTRUÇÃO DA COLORTECA

a) Atividade experimental

A atividade experimental foi realizada 45 dias após a visita assistida ao Museu de Solos de Roraima (MSR). Antes da aula e para critério de informação, foi perguntado aos estudantes se eles haviam frequentado o laboratório de ciências para uma aula experimental no ano corrente. Os 25 (100%) estudantes que participaram da aula responderam que não. Vale destacar que a escola em que a pesquisa foi aplicada tem um laboratório favorável em seu aspecto físico e estrutural para realizações de tais atividades.

Assim, o não uso do laboratório para aulas experimentais pode estar ligado a uma possível falta de percepção dos professores sobre a real importância das práticas experimentais no processo de ensino e aprendizagem, sobretudo a falta de percepção do efeito dessas aulas para o desenvolvimento de habilidades cognitivas. Sabe-se que a realização de uma aula experimental pode ser um processo trabalhoso.

Espinoza (2010) destaca que:

A realização de experimentos na escola obriga a realizar um trabalho didático intenso. Entendemos que o tempo empregado nas inúmeras reflexões envolvidas oferece grandes oportunidades de aprendizagem não só para os alunos, mas também para o docente. A proposta experimental vale aquilo que custa (ESPINOZA, 2010, p.24).

Na segunda questão foi indagado aos estudantes sobre o conceito de colorteca. Os 25 estudantes responderam que não conhecia. A resposta é compreensível já que esta não é uma palavra muito comum, principalmente no ensino médio. Diante desta constatação explicou-se que colorteca significa uma coleção de cores de solos. A partir desse momento os estudantes começaram a construção da colorteca.

Durante o desenvolvimento da atividade, os estudantes demonstraram motivação, foi observado no decorrer da atividade que os mesmos conversavam sobre a construção da colorteca, sobre o solo e suas cores, estavam empolgados pelo fato de estarem em um laboratório sendo protagonistas dentro do processo de ensino e de aprendizagem. As falas dos estudantes foram agrupadas na Tabela 11, de acordo com os 4 grupos participantes.

Tabela 11 - Fala dos estudantes durante a execução da atividade experimental.

Grupos	Falas dos estudantes
Grupo 1 Solo latossolo - vermelho	“A cor desse solo é a mais bonita”. “Ele tem essa cor devido a presença de composto com elemento ferro”. “No sítio do meu avô tem muito desse solo, quando chegar lá vou falar pra ele que estudei sobre esse solo” e “Estou gostando de ficar no laboratório”.

Grupo 2	Solo latossolo - amarelo	<p>“É legal a professora ensinar Química usando o solo”.</p> <p>“Esse solo tem óxido de ferro”. “Poderia ter mais aula no laboratório, é muito legal” e “Muito legal saber que tem elementos químicos como ferro, potássio e cálcio”.</p>
Grupo 3	Solo Gleissolo - cinza	<p>“Esse solo tem mais liga, deve ser por causa da argila, como o professor do museu falou”. “Esse solo tem pouca fertilidade”.</p> <p>“É pobre quimicamente, poucas concentrações de ferro e outros elementos químicos”</p>
Grupo 4	Solo Organossolo - preto	<p>“Essa cor é devido a grande quantidade de material orgânico”.</p> <p>“Esse solo é rico em composto com carbono”. “Eu li que a oxigenação é lenta devido ao acúmulo de matéria orgânicas”.</p> <p>“Deve ser por isso que cheira ruim”.</p>

Fonte: Autora 2020.

Observa-se de acordo com as respostas da Tabela 11, que durante a construção da colorteca os estudantes faziam observações sobre os tipos de solos que estavam trabalhando, fazendo menção a presença de compostos químicos nos mesmos, além de relacionar o conhecimento obtido a visita ao MSR. Isso denota que os estudantes ao manusear os solos já tinham um conhecimento prévio científico sobre tipos de solo e também da importância dos elementos químicos nessa formação. De acordo com Lutfi (1988, p. 25), a utilização de recursos ou fatos que fazem parte do dia a dia do estudante “para ensinar conteúdos científicos pode caracterizar o cotidiano em um papel secundário, ou seja, o cotidiano serve como exemplificação ou ilustração para ensinar conhecimentos químicos”.

Na terceira questão foi perguntado aos estudantes se eles gostaram da aula experimental, os 25 (100%) responderam que sim. Essa aceitação comprova que o esforço de realizar uma aula experimental para ensinar um conteúdo, realmente vale aquilo que custa, ou seja, o resultado fez todo trabalho intenso ser recompensado. Mas para que as aulas de experimentação sejam relevantes no contexto científico, é necessário que a teoria não seja dissociada, que esses experimentos não sirvam apenas para ilustrar o conteúdo ou até mesmo como distração para os estudantes, mas que torne uma possibilidade para que esse estudante consiga contextualizar os conhecimentos químicos, percebendo a função deste no contexto social (BRASIL, 2006). Também foi perguntado do que eles mais gostaram durante a aula. As respostas dos estudantes foram agrupadas por similaridade na Tabela 12 de acordo com as categorias.

Tabela 12 - Concepções dos estudantes sobre o que mais gostaram na aula experimental.

Categorias	Respostas
Fator procedimental	E2, E4, E7, A10, E20 E1, E3, E12, E18, E23 e E25 – De tudo! Desde a diluição da cola até pegar o solo com a mão para formar a colorteca.

Fator interação social	E5, E6, E9 e E11- De ficar com os amigos em grupo, assim fica mais fácil aprender. Foi bom porque todos participaram da construção da colorteca.
Obtenção de conhecimento	E8, E13, E14, E15, E19, E21 e E24 – De aprender os conhecimentos sobre o a Química e o solo de maneira diferente.
Fator relacionado ao ambiente (espaço)	E16 e E17- Da aula ser no laboratório, ficou mais interessante.

Fonte: Autora 2020.

Observa-se nas respostas dos estudantes na Tabela 12, que 44% responderam que gostaram de todo processo, sem dar ênfase em alguma etapa. Já 16% deram ênfase na questão do trabalho em grupo. Cerca de 8% responderam que foi o fato de a aula ser no laboratório, enquanto de 28% dos estudantes citaram a questão da aprendizagem de forma contextualizada. De acordo com Plicas *et al.* (2010), quando os conceitos químicos são construídos através da contextualização, possibilita aos estudantes uma percepção de que a química está intrínseca no cotidiano, essa percepção aumenta a motivação durante aulas e conseqüentemente melhora a aprendizagem.

Sobre a contribuição da atividade experimental para aprendizagem, os 25 (100%) estudantes responderam que houve contribuição. A visita além de proporcionar conhecimento científico, possibilitou aos estudantes fazerem uma conexão entre o conteúdo de elementos químicos e os tipos de solos. Além do conhecimento científico obtido durante a sequência metodológica aplicada, os estudantes também puderam repensar suas concepções sobre o solo. Diante disso, constata-se que o uso do solo nas atividades de química, se configurou como recurso potencialmente significativo no processo de desenvolvimento do conhecimento, articulando o conhecimento cotidiano com científico.

3.7 AVALIAÇÃO DO DIAGNÓSTICO FINAL

Participaram do diagnóstico final 22 estudantes, correspondendo ao percentual de 88% da amostra inicial da pesquisa que foi de 25 estudantes. Os resultados apresentados aqui, seguiu das análises feitas através do questionário diagnóstico final com oito questões sendo elas abertas e fechadas, para possível constatação da ocorrência de aprendizagem significativa após a aplicação da sequência metodológica. Pois ao contrário da aprendizagem mecânica, onde o esquecimento na estrutura cognitiva é quase total, pois ocorre de forma arbitrária, na aprendizagem significativa o esquecimento é parcial, tornando a aprendizagem mais duradoura,

ou seja, o conhecimento que foi esquecido de forma residual está incorporado ao subsunções (MOREIRA, 2010).

3.7.1 Questionário diagnóstico final

Na primeira questão (Apêndice D) foi perguntado aos estudantes se eles achavam interessante estudar Química e por quê. Diferentemente das respostas do diagnóstico inicial, os 22 estudantes responderam que sim. Como se observa na Tabela 13 as respostas dos estudantes estão mais elaboradas, além de externalizarem novos conceitos, o que evidencia a ocorrência de aprendizagem.

Tabela 13 - Respostas dos estudantes importância de se estudar Química.

Estudantes	Respostas
E1, eE11	Sim, porque descobrimos mais coisas, conhecimentos sobre o que ingerimos, no que pisamos e a importância das reações químicas no nosso organismo, etc.
E3	Sim, porque a Química é a ciência que estuda as substâncias, a composição e as propriedades diferentes da matéria. E é muito importante esse conhecimento.
E4	Sim, porque os elementos químicos estão em tudo, e temos que conhecer. Descobrimos que existem elementos químicos onde nem pensávamos que existia.
E5, E12, E13 e E18	Sim, por é sempre bom aprender coisas novas, e também Química está em tudo.
E6 e E19	Sim, pois através da Química aprendemos sobre as moléculas, os átomos, os componentes químicos, a importância dos elementos químicos e sobre toda matéria.
E7	Sim, porque serve para entender o mundo e suas criações.
E8, E16, E17 e E23	Sim! Pois envolve tudo, a Química está relacionada na maioria das coisas. Exemplo: No solo, no corpo humano, além de nos ajudar a comer os nutrientes certos
E9 e E15	Sim, porque é uma matéria que nos apresenta novos conhecimento sobre a Química e isso é muito importante. A Química pode nos oferecer muita coisa legal.
E10	Sim, ela está presente no nosso cotidiano, então é fundamental estudar Química para entender melhor.
E25	Bastante! Descobrimos coisas novas incríveis, além disso a Química está presente em todos os lugares. Ela é muito importante!
E24	Sim, porque ajuda a conhecer mais o solo.

Fonte: Autora 2020.

As respostas apresentadas na Tabela 13, evidenciam um aumento significativo dos termos conceituais apresentados pelos estudantes, mostrando que houve um avanço em relação ao diagnóstico inicial. Quanto a relevância de se estudar Química, ao contrário do diagnóstico inicial, os 22 (100%) estudantes responderam sim, enquanto que no diagnóstico inicial somente

84% achavam que era importante. Esse resultado mostra que houve uma mudança na concepção dos estudantes sobre a importância do conhecimento químico.

Comparando as respostas dos estudantes nos diagnósticos inicial e final, observa-se que os estudantes **E4, E17 e E24** que responderam que não achavam importante estudar Química, na etapa final apresentaram uma nova concepção afirmando que estudar Química é sim importante. Tal mudança pode estar relacionada com as diferentes estratégias de abordagem para mostrar a importância do ensino de Química. Já os estudantes **E3, E6 e E19** se destacaram por apresentarem alguns conceitos científicos como átomos, molécula, propriedades da matéria e substâncias. Observou-se também a ênfase dada na resposta do estudante **E25**, onde ele se refere que “descobriu coisas novas incríveis”, demonstrando assim que a metodologia aplicada foi significativa.

Além disso, cerca de 86% dos estudantes relacionaram o conhecimento químico ao cotidiano, afirmando que a Química está presente em tudo. É importante que os estudantes compreendam essa relação. Segundo Santos e Schnetzler (1997), o fato de a Química fazer parte do cotidiano das pessoas, torna-se mais justificado a necessidade que o conhecimento químico chegue até o cidadão. Corroborando com os autores acima, as autoras Flor e Cassiani (2016, p. 379) afirmam que Química é “uma ciência que impacta diretamente em nosso cotidiano, uma vez que o conhecimento das propriedades dos materiais e de suas transformações está presente no dia-a-dia de todos nós, quer tenhamos consciência disso ou não”.

No que tange ao conceito de elemento químico no diagnóstico final, dos 22 estudantes, somente 3 (13,6%) responderam que não sabiam o conceito. Já 19 (86,4%) conseguiram conceituar. Comparando esse resultado com o do diagnóstico inicial, onde somente 12% dos estudantes conseguira responder sobre elemento químico, é nítida a evolução através das respostas. Para tornar mais perceptível esse resultado, as respostas apresentadas pelos os estudantes estão agrupadas na Tabela 14.

Tabela 14 - Respostas dos estudantes sobre o conceito de elemento químico

Estudantes	Respostas	Categorias apresentadas
E1 e E18	São formados pelo um conjunto de átomos com prótons do mesmo valor.	
E3 e E3	É um conjunto de átomos que possuem o mesmo número atômico.	Conceito científico.
E23 e E16	É um conjunto de átomos que têm o mesmo número de prótons em um núcleo atômico.	

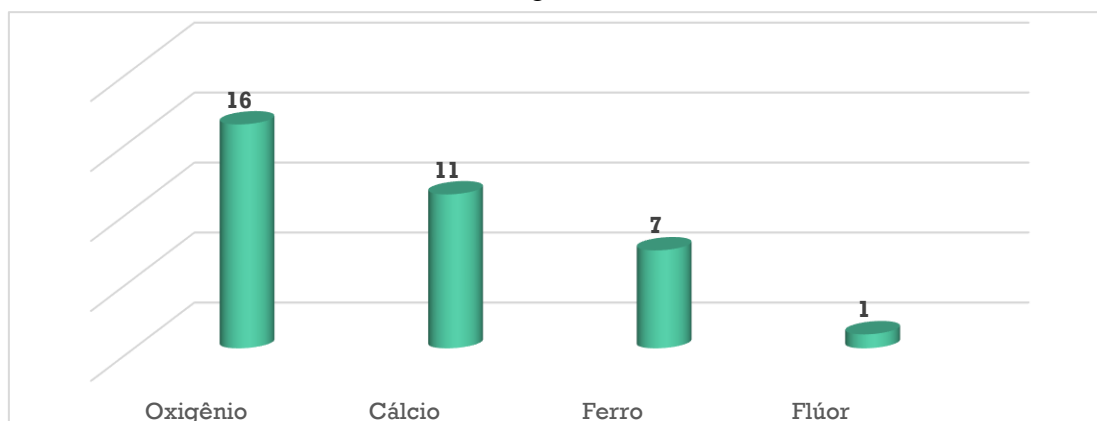
E5, E8, E9, E10, E11, E14 e E15	São elementos que estão na tabela periódica, e estão presentes no solo, na alimentação e no nosso dia a dia como oxigênio e hidrogênio.	
E6, E7 e E17	São compostos presentes em todos os lugares, como no ar na terra e no mar.	Conceito genérico.
E25	São elementos que estão presentes nas frutas, verduras, na água, além de fazer parte das propriedades da matéria.	
E19, E21	São compostos que compõem toda a matéria.	
E12	Estão em tudo.	

Fonte: Autora 2020.

Embora 86,4% dos estudantes tenham apresentados conceitos nessa etapa, somente 27,3% apresentaram o conceito científico de elemento químico e 72,7% apresentaram conceitos mais genéricos. Mesmo apresentando um conhecimento mais generalizado, constata-se que houve aprendizagem do conteúdo, já que é perceptível o avanço conceitual dos estudantes, pois conseguiram externalizar os novos conhecimentos adquiridos. Mas, para saber se houve aprendizagem significativa é necessário buscar evidências, é importante que o estudante refaça as tarefas de aprendizagem, explicando suas respostas captadas, através do processo de externalização dos significados (MOREIRA, 2010). Sendo assim, de acordo com as orientações da TAS, constata-se que houve aprendizagem

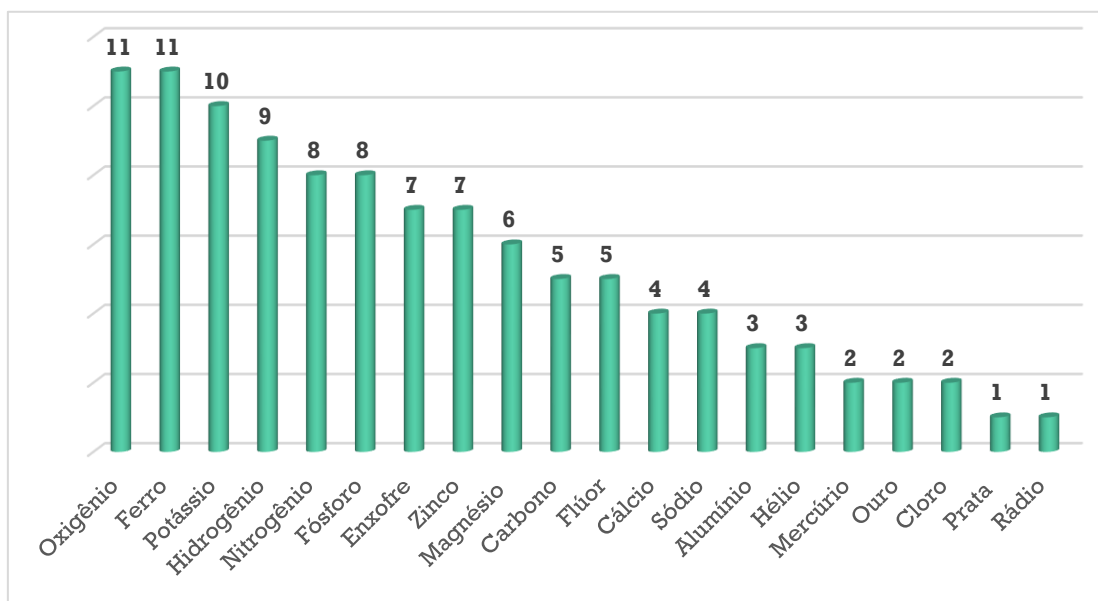
Na questão que solicitou que os estudantes nomeassem os elementos que eles conheciam, todos os 22 (100%) estudantes apresentaram respostas. Diferente do diagnóstico inicial que dos 25 estudantes somente 17 (68%) apresentaram respostas. Para tornar mais claros os resultados, foram agrupados os dados do diagnóstico inicial (Gráfico 6) e diagnóstico final (Gráfico 7).

Gráfico 6 - Quantitativo dos elementos químicos apresentados pelos estudantes no diagnóstico inicial.



Fonte: Autora 2020

Gráfico 7 - Quantitativo dos elementos químicos apresentados pelos estudantes no diagnóstico final.



Fonte: Autora 2020.

Observando os resultados dos dois gráficos, é notório que houve uma evolução substancial no aprendizado dos estudantes sobre o conteúdo elemento químico. Verifica-se um aumento significativo na variedade de elementos apresentados no diagnóstico final. Na etapa inicial os estudantes apresentaram somente quatro elementos químicos diferentes, enquanto que na etapa final essa variedade aumentou 20 elementos, ou seja, um aumento de 500%. De acordo com Ausubel (1980), a aprendizagem significativa é evidenciada através da aquisição de significados, gerando assim, um resultado significativo.

Os quatros elementos químicos oxigênio, hidrogênio, cálcio e ferro apresentados pelos a estudantes no diagnóstico inicial, podem estar relacionados a uma aprendizagem do senso comum. Enquanto que os apresentados na fase final estão voltados mais para o conhecimento científico adquirido através da metodologia aplicada durante a pesquisa, pois como se observa os elementos ferro, zinco, magnésio, nitrogênio, potássio, fósforo e alumínio, que representam cerca de 52% dos elementos do Gráfico 7, estão ligados diretamente a nutrição e cor do solo, ou seja, elementos que foram abordados com mais frequência durante a pesquisa.

Sobre a importância da Tabela Periódica para Ciência, os 22 estudantes (100%) responderam que sim, mas somente 15 apresentaram justificativas para suas afirmações. Vale ressaltar que no diagnóstico inicial, 20% dos estudantes responderam que a tabela periódica não tinha nenhuma relevância para Ciência. Portanto, o resultado no diagnóstico final evidencia uma mudança na percepção através das respostas dos estudantes. As respostas estão agrupadas na Tabela 15.

Tabela 15 - Respostas dos estudantes sobre a importância da tabela periódica para Ciência.

Estudantes	Respostas
E1 e E18	A tabela periódica foi surgindo juntamente com o avanço da ciência, ou seja, ela é muito importante no desenvolvimento.
E4	O sistema de organização da tabela periódica facilita novas descobertas.
AE, E12 e E13	A tabela anda junto com a Ciência
E6	A tabela periódica é importante, pois nela estão organizados os elementos químicos de acordo com as características e isso ajuda para novas descobertas científicas.
E8, E9, E10 e E11	É na tabela periódica que ficam os elementos químicos que são usados para o desenvolvimento da Ciência.
E19, E21 e E23	É através da tabela periódica que os cientistas podem fazer vários experimentos para explicar algo, como uma determinada composição de algumas substâncias.
E7, E14, E15, E17, E24, E3 e E25	É ela é muito importante.

Fonte: Autora 2020.

Os estudantes que conseguiram justificar suas respostas sobre a relevância da tabela periódica para a Ciência no diagnóstico final, representam cerca de 68%, enquanto que no diagnóstico inicial esse percentual foi de aproximadamente 12%. Esse resultado aponta que houve uma ancoragem de novos conhecimentos na estrutura cognitiva dos estudantes, como também uma mudança na percepção sobre tal importância. Vale destacar que ao contrário das respostas dadas no diagnóstico inicial pelos estudantes **E10 e E11** de que sabia que era importante, mas não sabiam explicar, no diagnóstico final foi completamente diferente pois conseguiram avançar e externalizar suas justificativas. Pois “a aprendizagem, quando ocorre de forma significativa, é capaz de proporcionar ao estudante a capacidade de reconhecer aspectos importantes sobre determinado assunto após estudá-lo” (VIANNA; CICUTO; PAZINATO, 2019, p.287).

Sobre a presença de elementos químicos no solo, todos os 22 (100%) dos estudantes responderam que sabiam dessa relação. Já no diagnóstico inicial esse percentual foi de 20%. Sobre os elementos presente no solo, os estudantes deram ênfase para: Ferro (Fe), fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg) e nitrogênio (N), sendo que todos os estudantes mencionaram mais de um elemento químico. Vale ressaltar que no diagnóstico inicial, somente um estudante citou fósforo (P), cálcio (Ca) e nitrogênio (N). A aquisição dessas novas informações está associada a visita assistida ao Museu de Solos de Roraima, a pesquisa feita na *internet* e também a aula experimental para construção da colorteca.

Também foi perguntado no diagnóstico final sobre a importância do solo para a vida. As respostas que mais se destacaram foram a dos estudantes **E6** “os elementos químicos presente no solo e fornecem as plantas e árvores nutrientes que vão alimentar os seres vivos”, **E8** “são importantes porque eles compõem o solo e a partir dele temos uma alimentação que é essencial para vida”, e do **E21** “é através dos elementos químicos presente no solo que sobrevivemos, pois o corpo precisa de nutrientes que estão presentes no solo e através deles que as plantas recebem e passa para o ser vivo, formando o ciclo”. Observa-se nas respostas que os estudantes relacionaram a importância do solo para vida e com os elementos químicos. Reconhecer que a Química é fundamental para vida, é o ponto de partida para uma nova perspectiva de um aprendiz.

Como o objetivo de contextualizar e também analisar o senso crítico dos estudantes, foi solicitado que eles externalizassem suas concepções sobre a frase: **Nadinha de Química, Meu Bem!** que aparece em uma embalagem de creme alisante de cabelo. Cabe destacar que todos os estudantes deram suas opiniões, as respostas foram bem similares, e por esse motivo foram elencadas no Quadro 6 somente as respostas de alguns alunos.

Quadro 6 - Concepções dos estudantes sobre a frase contida na imagem.

Imagem referência	Respostas
	A21- Que há química sim, pois os elementos químicos fazem parte de quase tudo.
	A11- Pode até não conter um tipo, mas contém química sim, com formulas e elementos diferentes.
	A18- Impossível, pois em tudo tem os elementos químicos.
	A16- Acho errada essa frase, a química está presente em tudo no nosso cotidiano.
	A6- Pra mim tem química sim, mas a que tem no creme não é prejudicial ao cabelo.
	A15- Têm química sim. A frase está errada por conta de que a química está presente em tudo.
	A24- O que ele quis com essa frase foi chamar a atenção dos consumidores, dizendo que não tem química.
	A25- Burrice, já que pra fazer um produto se usa química.
	A1- Que é uma frase mentirosa.
	A23- Na minha opinião é propaganda enganosa, pois tudo tem química principalmente nos produtos de beleza.
A19- Milagre? Pode até não ser uma química mais agressiva, mas com já foi dito pela professora a química está presente tudo.	

Fonte: Autora 2020.

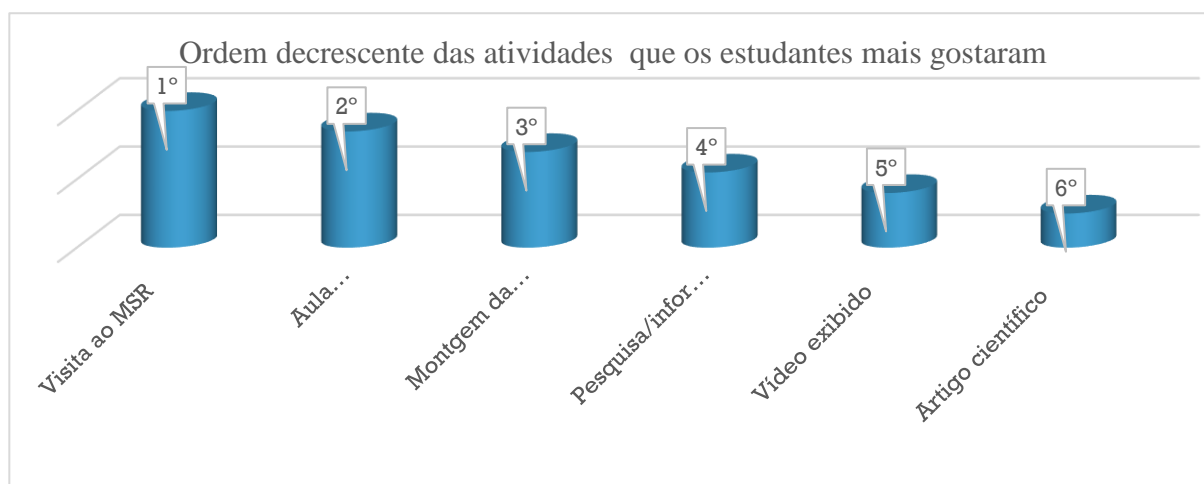
Como se observa nas respostas acima, a concepção dos estudantes é de que a frase é uma propaganda enganosa, já que a Química está presente em todas as coisas. Essa percepção mostra que uma compreensão vai além da linguagem conceitual, os estudantes vinculam a química ao cotidiano. De acordo com Flôr e Cassiani (2016, p. 273), “a compreensão da linguagem química permite ao estudante uma nova forma de pensar o mundo, [...]. E é problematizando [...] que se podem criar vínculos e articulações entre o cotidiano dos estudantes e a química vista na escola”, e isso implica em contextualizar o ensino. Uma aula contextualizada contribui para a formação responsável do estudante, ao mesmo tempo que melhora aprendizagem, tornando-a significativa (NOVAIS; TISSONI, 2016).

Em resumo, ao compararmos os resultados do diagnóstico inicial com o diagnóstico final, percebe-se que houve uma contribuição significativa das atividades trabalhadas durante o desenvolvimento da pesquisa. Essa contribuição está associada a utilização de metodologias diferenciadas que possibilitaram uma aprendizagem mais atrativa e motivadora, levando o estudante a refletir sobre a importância de aprender e compreender que os conteúdos de química estão intrinsicamente ligados ao seu cotidiano.

3.8 AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA APLICADA

Ressalta-se que essa questão avaliativa está contemplada no questionário diagnóstico final, e foi feita com o intuito de avaliar a contribuição da sequência metodológica desenvolvida. Questionados se tinha gostado das aulas aplicadas durante a pesquisa, os 22 (100%) responderam que sim. Foi pedido para os estudantes fazerem um *ranking* das atividades que mais gostaram, as respostas estão listadas no Gráfico 8.

Gráfico 8 - Classificação feita pelos estudantes sobre as atividades realizadas.



Fonte: Autora 2020.

Observa-se no gráfico acima, que as atividades que mais os estudantes gostaram, foram a visita ao Museu de Solos de Roraima e a aula experimental. A motivação para essa concepção se deve ao fato de que as abordagens adotadas foram diferenciadas e não faziam parte da rotina escolar. Fazer uso de diferentes espaços educativos e estratégias diferenciadas, corroboram como aliados a educação, despertando o interesse e motivação nos estudantes para o uma aprendizagem mais significativa. Deste modo, as respostas comprovam que a utilização de metodologias diferenciadas, além de despertar no estudante a motivação, amplia a possibilidade de aprendizagem.

Sobre a contribuição das aulas para a aprendizagem, os 22 (100%) estudantes responderam que sim, que houve contribuição. Esse resultado caracteriza que sequência metodológica foi bem desenvolvimento. Foi solicitado também que os estudantes fizessem uma avaliação geral das aulas desenvolvidas durante a pesquisa. Sendo assim, foram listadas abaixo respostas de alguns estudantes.

Durante o desenvolvimento do projeto pude aprender e descobrir vários novos conhecimentos e onde eles podem ser aplicados. A construção do mapa conceitual que me ajudou a organizar o conhecimento que eu já tinha adquirido. Foi muito importante conhecer quão os elementos químicos são importantes na nossa vida, anteriormente a essas aulas eu não tinha noção. E quanto a visita ao museu de solos que podemos ver pessoalmente os elementos atuam no solo. O conhecimento foi ainda maior na aula experimental pra construir uma colorteca na escola, além disso ficou registrado a experiência e o aprendizado em construí-la. Dessa forma, adquirimos vários novos conhecimentos, e tivemos uma nova visão sobre o conceito de elemento químico e a contribuição diariamente nas nossas vidas. Avaliação do A11.

Foi muito legal, pois aprendi coisas novas que não sabia, aprendi o quão a Química está relacionada com o nosso dia a dia, o quão é importante. Relato do A8.

Aprendi bastante, conheci a importância dos elementos químicos, eles predominam, pois eu não tinha noção de que existia um conceito e nem de tal importância. A visita ao museu foi muito interessante, pois pude conhecer os tipos e a classificação de solos. Avaliação do A10.

Foi muito bom, conheci vários elementos químicos que existe no nosso dia a dia e várias outras coisas que eu não que eram elementos químicos. A visita ao museu foi muito boa, saber solos e sobre os elementos químicos que existem neles. Avaliação do A15.

Por mais que no início eu estivesse “**tanto faz**”, o tempo foi passando e eu comecei a me interessar, então depois da visita ao museu passei a gostar, e hoje graças a isso eu sei muito mais que antes e agora sei que posso ensinar e mostrar para os outros o conhecimento que aprendi. Avaliação do A19.

Além dos participantes da pesquisa, a professora titular da turma também fez uma avaliação posterior das contribuições das atividades desenvolvidas.

É notável que os alunos não gostam da disciplina Química, sempre dizem que é difícil de entender. E o que percebi foi que desde o momento que foi colocado para os alunos da turma 105 que eles estariam participando desse projeto, ficaram muito interessados. Alguns agradeceram por ter indicado a turma para participar do trabalho. E quando

começou a aplicação das atividades, pude verificar que os estudantes ficaram bastante empolgados. E quando eles foram para o museu para eles foi maravilhoso. Então tudo que percebi no decorrer da aplicação do projeto e na finalização das atividades, foi válido, para a aprendizagem dos alunos, a prática das atividades onde eles puderam ver a cor dos tipos de solo, o porquê da coloração desse solo. Tudo foi recebido por eles como conhecimentos que irão ser utilizados para o resto da vida deles. Só posso agradecer a você professora Dilce por ter nos dado essa oportunidade de participar desse projeto grandioso, muito obrigado. **Avaliação da professora da turma**

Com base nos relatos dos estudantes e da professora, percebe-se que as estratégias e o uso de metodologias diferenciadas, foram significativas no processo de aprendizagem do conteúdo de química e também para uma nova compreensão sobre a importância desse conhecimento no dia a dia. Para tal, a sequência metodológica foi pautada no conhecimento prévio do estudante, para a aprendizagem de conceitos científicos, buscando assim, a ancoragem de novos significados na estrutura cognitiva, tendo como resultado a aprendizagem significativa.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aprendizagem, enquanto processo, permeia durante toda a vida e acontece independente do lugar. Sendo assim, os espaços não formais podem apresentar-se como facilitador no processo de ensino e aprendizagem, já que os métodos utilizados para promover conhecimento nesses espaços têm características diferenciadas, como por exemplo o apelo visual. Além disso, não exigem formalidades para tal apreensão desse conhecimento. Mas cabe ressaltar que o conhecimento repassado durante uma visita ao espaço não formal não substitui o conhecimento adquirido na escola, o que se destaca é a contribuição desses espaços como estratégia motivadora para aprendizagem.

Com o intuito de responder o objetivo geral desta pesquisa, que foi de analisar as contribuições do Museu de Solos de Roraima, enquanto espaço não formal educativo, na potencialização da aprendizagem significativa dos elementos químicos para estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Boa Vista/RR. Foram propostas algumas atividades que foram aplicadas após o resultado do diagnóstico inicial indicar que a maioria dos estudantes não tinha conhecimento prévio sobre a temática abordada.

Em relação a atividade que envolveu a construção de mapas conceituais, foi possível observar um avanço significativo entre as etapas diagnósticas. Tal avanço foi representado através da externalização de novos conceitos estruturados e organizados na estrutura cognitiva do estudante, pois o que rege a literatura, é que para elaborar bons mapas conceituais e conseguir evidenciar o conhecimento, é necessário estruturas e relações carregadas de significados. Sendo assim, o uso dos mapas conceituais foi fundamental no processo de aprendizagem do conteúdo elementos químicos, de forma que, alguns estudantes conseguiram progredir em termos conceituais.

O vídeo exibido como organizador prévio do conhecimento, teve uma contribuição muito importante nesse processo, pois quando questionados, 100% dos estudantes responderam que ajudou principalmente para a leitura do artigo científico, essa contribuição deve-se ao fato de que a linguagem científica foi retratada de forma lúdica e visual através do vídeo, mas sem descaracterizar o conhecimento científico.

Constatou-se durante a pesquisa, que o uso de artigos científicos por mais que a linguagem científica trazida seja um fator que muitas vezes torna o uso desse recurso mais difícil, pela dificuldade na leitura e interpretação por partes dos estudantes, mesmo com tantos fatores que fazem com que essa prática não seja habitual entre os docentes, a atividade se mostrou eficaz na promoção do conhecimento científico, conhecimento este, que muitas vezes ficam restritos apenas a academia de cientista.

O contato dos estudantes com MSR através da visita assistida, proporcionou aos mesmos conhecimentos sobre a classificação e os tipos de solos existentes em Roraima e no Brasil. Além disso, eles adquiriram conhecimento sobre a importância da química no processo de construção do solo e a contribuição dos elementos químicos para o processo morfológico, principalmente na cor e na nutrição do solo. Deste modo, durante a visita foi possível identificar indícios de aprendizagem através da observação do comportamento e dos questionamentos dos estudantes.

Durante a aula experimental, os estudantes permaneceram motivados e empolgados em poder participar do momento, pois como citado antes, foi a primeira vez durante o ano letivo que os estudantes frequentaram o laboratório para uma aula experimental. Essa motivação sem dúvida propiciou um resultado positivo. Durante a aula de construção da colorteca foi observado, a interação dos estudantes ao discutirem o conhecimento adquirido durante todo processo, demonstrando assim, que houve aprendizagem.

A colorteca que foi construída no laboratório de ciências da escola, apresenta 12 amostras de quatro classes de solos, representando quatro tipos de cores segundo a classificação da Carta de Munsell. A coleção de cores de solos foi fixada no laboratório da escola com o intuito de promover o conhecimento científico do solo. Além disso, a colorteca servirá como base de pesquisas para a comunidade escolar em geral, principalmente para professores das áreas de Química, Física, Geografia e Biologia, pois sem dúvida esse é um material com potencial significativo para promover aprendizagem.

De acordo com os resultados apresentados, foi possível observar que as atividades desenvolvidas oportunizaram aos estudantes ampliar a compreensão dos conceitos científicos e sua relação com o contexto ao qual estão inseridos, ou seja, as atividades foram realizadas fazendo uma conexão entre a ciência e o contexto dos estudantes, afim de que o estudante compreendesse que o conhecimento aplicado nas instituições de ensino, não é dissociado das experiências diárias.

Portanto, a sequência metodológica desenvolvida durante a presente pesquisa que usou como estratégia, associar o conhecimento adquirido no espaço formal (escola) ao potencial educativo do espaço não formal Museu de Solos de Roraima, teve resultados positivos, contribuindo de forma significativa para aprendizagem do conteúdo elementos químicos. Neste sentido, o solo usado como recurso para ensinar química, se configurou como potencialmente significativo. Assim, os resultados trazidos aqui através das análises das categorias, permitem concluir que, uma prática pedagógica diferenciada contribui de fato para a aprendizagem significativa do aprendiz.

5 PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional desta pesquisa consiste em vídeo que contempla o passo a passo das atividades desenvolvidas no espaço formal (escola) como também no não formal museu de solos de Roraima (MSR). As atividades aplicadas foram teoricamente ancoradas na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, onde buscou-se ensinar o conteúdo elementos químicos a partir do conhecimento prévio do estudante. A escolha de elaborar um vídeo como produto educacional, se deu por acreditar no potencial didático desse recurso tecnológico como auxiliador às necessidades docentes, que contribuirá para o desenvolvimento da prática educativa desses profissionais.

As atividades que pautaram este produto, se deu a partir da elaboração de mapas conceituais, aplicação de um vídeo do vídeo como organizador prévio do conhecimento com o título “**tudo se transforma**” sobre a história dos elementos químicos, o vídeo está disponível através do link:<https://www.youtube.com/watch?v=gzAy4rQ3jNo>, aplicação de um artigo científico da autora Maria da Conceição Marinho Oki (2002) como título “**o conceito de elemento químico das antiguidades à modernidade**”, visita assistida ao MSR que contou com uma aula explanatória do curador do museu, além de uma aula experimental no laboratório de ciências, onde foram usados os solos vermelho, amarelo, cinza e o preto para confecção de uma colorteca.

A coleção de cores de solos (colorteca) foi disponibilizada para a escola para que toda comunidade escolar tenha acesso, como meio de divulgação do conhecimento científico do solo. Deste modo, as atividades desenvolvidas nesta sequência metodológica e que tiveram como objetivo promover a aprendizagem dos elementos químicos, foram aplicadas para estudantes do 1º do ensino médio, no espaço formal, a Escola Estadual Presidente Tancredo Neves em Boa Vista Roraima e no espaço não formal educativo, o Museu de Solos de Roraima.

Portanto, vale ressaltar que o produto educacional da presente pesquisa, apresenta potencial em diversas áreas do conhecimento, ou seja, pode ser usado tanto pelos professores de Química, Física, Biologia como o de Geografia. Enfim, com este produto amplia-se as possibilidades para melhorar a prática educativa tornando menos tradicional o processo de ensino aprendizagem.

REFERENCIAS

- AMARAL, I. S.; KUENTZER, M.; MUNHOS, A. A.; CARLAN, F.; ROCHA, B. H. G; BOBROWSKI, V. L. Textos De Divulgação Científica como Recursos Facilitadores dos Processos e Ensino e Aprendizagem em Aulas de Biologia Educação: **Pesquisas, reflexões e problematizações**. Novembro, 2016. Disponível em:<<https://www.researchgate.net/publication/318299400>>. Acessado em 19/02/2020.
- AQUINO, K. A. S.; CHIARO, S. Uso de mapas conceituais: percepções sobre a construção de conhecimentos de estudantes do ensino médio a respeito do tema radioatividade. **Ciências e Cognição**, v.18, n. 2, p. pp. 158–171, 2013. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/854>>. Acesso em: 20 janeiro 2020.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. 1.^a Edição PT-467-janeiro de 2003. ISBN 972 - 707 - 364 – 6.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 2^a edição,1980.
- AXT, R.; MOREIRA, M. A. O Ensino Experimental e a questão do equipamento de baixo custo. **Revista de Ensino de Física**, vol. 13 dez 1991.
- BENEDETT, U. G. **Estudo detalhado dos solos do Campus do Cauamé da UFRR, Boa Vista**, Roraima Dissertação defendida em 2007- Universidade Federal de Roraima. Disponível em:http://www.btdt.ufrr.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=37. Acessado em 10 jul 2019.
- BERNARDELLI, M. S. **Encantar para ensinar: um procedimento alternativo para o ensino de química**. In: Convenção Brasil/Latino-América. Congresso Brasileiro e Encontro Paranaense de Psicoterapias Corporais, 2004, Foz do Iguaçu. Anais. Foz do Iguaçu, 2004.
- BITTER, D. Museu como lugar de pesquisa. *In*: salto para o futuro. Museu e escola: Educação formal e não-formal, **Anais [...]** ano XIX, n. 3., maio/2009.
- BIZERRA, A. **Atividade de aprendizagem em museus de ciências**. 2009. 274 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 2009.
- BRANDÃO, C. R. **O que é educação?** São Paulo: Brasiliense, 2005.
- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais, terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: Matemática**. Brasília, DF: MEC/SEF, 1997.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília MEC/SEMTEC, 2002.
- BRASIL. **Proposta Curricular para a educação de jovens e adultos: segundo segmento do ensino fundamental: 5^a a 8^a série**. v. 1. Brasília, 2000.

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

BNCC, Base Nacional Comum Curricular - **Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2019.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da Educação em Ciência às Orientações para o Ensino das Ciências: um repensar epistemológico. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n3/05.pdf>. Acessado em 19 fev 2020.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 6ª edição – São Paulo: Cortez, 2003, - (biblioteca da educação. Série 1. Escola; 16).

COOMBS, Philips. **What is the educational planning?** Belgium: Unesco; IPE, 1970. (Fundamental of Education Planning Series; 1).

EMBRAPA, **Níveis categóricos do sistema**. 20018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/niveis-categoricos-do-sistema>. Acesso em 12 mar 2019.

ESPINOZA, A. M. 30 Olhares para o futuro. **O experimento na escola, instrumento para o ensino**. Disponível em: https://www.escoladavila.com.br/html/outros/2010/30_anos/pdf_30/30_textos/01_Ana%20Espinosa.pdf. Acesso em 20 mar. 2019.

ESPINOZA, A. M. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/860/ana-maria-espinosa-e-essencial-ensinar-a-ler-textos-de-ciencias>. Acessado em 25 mar 2020.

FAGUNDES, E. M.; PINHEIRO, N. A. M. Considerações acerca do ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Práxis** ano VI. nº 12 dezembro de 2014. Disponível em: [file:///C:/Users/genil/Downloads/586-3016-1-PB%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/genil/Downloads/586-3016-1-PB%20(3).pdf). Acessado em 10 mar 2020.

FALCÃO, A. Museu como lugar de memória. *In*: Salto para o futuro. Museu e escola: Educação formal e não-formal, **Anais [...]** ano XIX, n. 3, maio/2009.

FALK, J. H.; STORKSDIECK, M. **Learning science from museums**. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/hcsm/v12s0/06.pdf>. Acesso em 14 abr 2020.

FERNANDES, J. A. B. **Você vê essa adaptação?** A aula de campo em ciências entre o retórico e o empírico, 2007. Tese (doutorado) Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

FIGUEROA, A. M.; MARANDINO, M. Os modelos pedagógicos na aprendizagem em museus de ciências. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC** Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de novembro de 2013. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0994-1.pdf>. Acesso em 10 de jun de 2020

FLÔR, C. C.; CASSIANI, S. Qual Química Ensinar? Reflexões a Respeito da Educação Química e Formação de Leitores em aulas de Química no Ensino Médio. **Revista Reflexão e**

Ação, Santa Cruz do Sul, v. 24, n. 1, p. 366-381, jan./abr. 2016. Disponível em: <http://online.unisc.br/seer/index.php/reflex/index>. Acessado em 05 jun 2020.

FREIRE, P. **A importância do ato de ler**. 34. ed. São Paulo: Cortez, 1997.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 1ª ed. Rio de Janeiro. Paz e Terra, 2013.

FRONZA-MARTINS, A. S. Da magia a sedução: a importância das atividades educativas não-formais realizadas em Museus de Arte. **Revista de Educação**, São Paulo, v. 9., n. 9., 2015.

GAGLIARDI, R. Como utilizar la história de las ciencias em la enseñanza de las ciencias. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 3, p. 291-296, 1988.

GARCEZ, L. H. C. **A leitura da imagem**. Integração das novas tecnologias. Um salto para o futuro, Brasília 2005.

GARCIA, V. **A Educação não formal do histórico ao trabalho local**. In: PARK, M. FERNANDES, R. S. CARNICEL, A. (orgs.). Campinas, SP: Unicamp, CMU. Holambra: setembro, 2007.

GASPAR, A. **Museus e centros de ciências: conceituação e proposta de um referencial teórico**. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP: USP, 1993.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOHN, M. G. **Educação não-formal e cultura política**. Impactos sobre o Associativismo do Terceiro Setor. São Paulo, SP: Cortez, 2008.

GOHN, M. G. Educação não-formal na pedagogia social. In: *Proceedings of the 1. I Congresso Internacional de Pedagogia Social*, 2006, São Paulo (SP) 2006. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php>. Acesso em 18/10/18

GRIFFIN, J. M. **School-museum integrated learning experiences in science**. 1998. 376 f. Thesis (Doctor of Philosophy) – University of Technology, Sidney, 1998. Disponível em: <http://epress.lib.uts.edu.au/research/handle/10453/20150>. Acesso em: 20 maio. 2020.

HENDGES, A. P. Estágio não formal: vivenciando experiências com a Educação Especial. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 2, n. 3, p. 21-30, 21 nov. 2019.

HORNES, A.; SANTOS, S. A. A leitura científica como recurso didático para a aprendizagem significativa no estudo da física. **Revista Polyphonia**, v. 26/2, jul./dez. 2015 471 a 483

IUPAC. International Union of Pure Applied Chemistry. Disponível em: <https://iupac.org/united-nations-proclaims-international-year-periodictable-chemical-elements>. Acesso em julho de 2020.

JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos espaços não formais de educação para a formação da cultura científica. **Revista Em extensão**, Uberlândia, v. 7. 2008.

KRASILCHIK, M. Reforma e realidade: **o caso do ensino das ciências. São Paulo em Perspectiva**. São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, jan./mar. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf>. Acesso em: 22 out. 2019.

LEITE, S. B. O Ano Internacional da Tabela Periódica e o Ensino de Química: Das cartas ao digital. **Revista: Quim. Nova**, Vol.42, Nº 6,702-710,2019. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 56909-535 Serra Talhada – PE, Brasil <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170359>.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação Dos Solos**. Oficina de Textos. São Paulo. 2002. 456

LIMA, M. R. Noções de Morfologia do Solo. **O Solo no Meio Ambiente: Abordagem para Professores do Ensino Fundamental e Médio e Alunos do Ensino Médio**. Curitiba- PR 2007. Disponível: http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/solo_escola/solo_meio_ambiente.pdf. Acesso em: 20/04/2020.

LIBÂNEO, J. C. **Pedagogia e Pedagogos: para que?** São Paulo, SP: Cortez, 2002.

LUCA, A. G.; SANTOS, S. A.; RIBEIRO, M. E. M. Uma abordagem histórica da tabela periódica. In: Ensino de Ciências: reflexões e diálogos (Org.) **Editora Unidavi**, 2015.

LUTFI, M. **Cotidiano e educação em química: os aditivos em alimentos como proposta para o ensino de química no 2º grau**. Ijuí: Unijuí, 1988.

MARANDINO, M. **A prática de ensino nas licenciaturas e a pesquisa em ensino de ciências: questões atuais**. Cad.Bras. Ens.Fís, v.20, n.2, p.168-193, ago,2003.

MARANDINO, M. **Educação em Museus: A mediação em foco**. São Paulo, SP: GEENF/FEUSP, 2008.

MARQUES, F. A.; RIBEIRO, M. R.; LIMA, J. F. W. F.; JACOMINE, P. K. T.; CORRÊA, M. M. **Procedimentos para coleta e preparo de perfis de solo preservados (macromonolitos)**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011.

MARTINS, A. B.; SANTA MARIA, L. C.; AGUIAR, M. R. M. P. Drogas no Ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**, nº 18, 2003. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc18/A04.PDF>. Acesso em 17 abr 2020.

MASSI, L.; SANTOS, G. R.; QUEIROZ, S. L. Artigos científicos no ensino superior de ciências: ênfase no ensino de química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.7, n.1, p.157-177, 2008.

MENDONÇA, C. A. S.; SILVEIRA, F. P. R. A.; MOREIRA, M. A. Mapa conceitual: um recurso didático para o ensino dos conceitos sobre Sistema Respiratório. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, I Congresso Ibero-americano de

Investigación em Enseñanza de las Ciencias, 2011, Campinas. **Atas VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Campinas, São Paulo, 2011.

MIRANDA, J.; COSTA, L. M.; RUIZ, H. A.; EINLOFT, R. Composição Química da Solução de Solo Sob Diferentes Coberturas Vegetais e Análise de Carbono Orgânico Solúvel no Deflúvio de Pequenos Cursos de Água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 30, n.1, p.633-647, 2006.

MONTEIRO, B. A. P.; MARTINS, I.; GOUVEA, G. Espaços não formais de educação e os discursos presentes na formação inicial de professores de química. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências**. Centro de Cultura e Eventos da UFSC. 2009.

MORAN, J. M. **O vídeo na Sala de Aula**. Artigo publicado na revista Comunicação & Ação. São Paulo, ECA-ed. Moderna, [2]: 27 a 35, jan./abr. de 1995.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

MOREIRA, M. A. A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua importância em sala de aula. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa**. 2009 (1ª edição), 2016 (2ª edição revisada) Porto Alegre, Brasil.

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

MOREIRA, M. A. **O Que é afinal Aprendizagem Significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2ª ed. Ampl. São Paulo: EPU, 2011.

MORSCHHEISER, L. M.; BAPTAGLIN, J. S.; FIORESI, C. A.; PERES G, L. A Química dos Solos: O Ensino de Ciências Sob o Olhar Atento em Sala de Aula. **VI SINECT-Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia**, de 27 a 30 de novembro de 2018. Ponta Grossa- PR.

MUGGLER, C.; SOBRINHO, F. A. P.; MACHADO, Seção VII - Ensino da Ciência do Solo. Educação em solos: princípios teorias e métodos. **Revista Brasileira Ciências em Solo**, 30:733-740, 2006.

MUNSELL. Soil Color Charts. Baltimore, **Munsell Color Company**, 2000. Disponível em: <https://www.worldcat.org/title/munsell-soil-color-charts/oclc/717613155/editions?referer=di&editionsView=true>

NOVAIS, V. L. D.; TISSONI, M. A. **Vivá: Química: volume 1: ensino médio**. Curitiba: Positivo, 2016.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. Lisboa, Plátano Edições Técnicas, 1984.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. In: **Revista Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v.5, n.1, p. 9-29, jan.-jun. 2010. Disponível em: <http://www.periodicos.uepg.br>

OKI, M. C. M. O conceito de elemento da antiguidade e à modernidade. **Revista química nova na escola**, nº 16, novembro de 2002.

OLIVEIRA, G. C.G.; TRUCI, C. C.; TEIXEIRA, B. M.; SILVA, E. M. A.; GARRIDO, I. S.; MORAES, R. S. Visitas Guiadas ao Museu Nacional: Interações e impressões de estudantes da Educação Básica. **Revista Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 20, n. 1, p. 227-242, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132014000100014. Acesso, 16 de mar de 2020.

PLICAS, L. M. A.; PASTRE, I. A.; TIERA, O, V, A. O uso de práticas experimentais em Química como contribuição na formação continuada de professores de Química. **XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)** – Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2010. Disponível em: <http://www.sbj.org.br/eneq/xv/resumos/R0750-2.pdf>. Acessado em 19 mai 2019.

PRAXEDES, G.C. **A utilização de espaços de educação não formal por professores de Biologia de Natal-RN**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Natal, RN, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/16057>. Acesso em 10/01/2020.

PRONDANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2ª. Ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

QUEIROZ, R. M.; TEIXEIRA, H. B.; VELOSO, A. S.; TERÁN, A. F.; QUEIROZ, A. G. A Caracterização Dos Espaços não Formais de Educação Científica para o Ensino de Ciências. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências. ARETÉ**. Manaus v.4 n. 7 p.12 – 23| ago -dez de 2011.

RAMOS, M. F. **Educação não formal: pedagogia social transformadora e motivadora**. Brasil Escola. Pedagogia. 2019. Disponível em: <https://meuartigo.brasilecola.uol.com.br>. Acesso em: 10 dez. 2019.

REA L, M.; PARKER, R. **A metodologia de pesquisa do planejamento à execução**. Publicado por Cengage Learning Editores, 2002.

REIGOTA, M. **Meio Ambiente e Representação Social**. 8. ed. São Paulo, SP: Cortez, 2010.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. **Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões**. Encontro Nacional de Ensino de Química, v. 18, p. 1-8, 2016.

ROCHA, S. C. B. **A escola e os espaços não-formais: possibilidades para o ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental**. Dissertação (mestrado). Universidade do Estado do Amazonas. Manaus-AM, 2008

ROCHA, S. C. B.; FACHÍN-TERÁN, A. Contribuições de aulas em Espaços Não Formais para o Ensino de Ciências na Amazônia. **Revista Ciência em Tela-** volume 6, número 2-2013. Disponível em: <http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0602de01.pd>. Acesso em 02 de maio de 2020.

ROCHA, S, C, B.; FACHÍN-TERÁN, A. **O uso de espaços não formais como estratégia para o ensino de ciências**. Manaus: UEA/Escola Normal Superior/PPGEECA, 2010.

SANTOS, A.H; MACHADO, S. M. F; SOBRAL, M. N. Temas Geradores no Ensino de Química. Educon, Aracaju, Volume 08, n. 01, p.1-9, set/2014 | www.educonse.com.br/viiiixcoloquio.

SANTO, W. L. P. D.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO - Pesquisa em Educação em Ciências**. Rio Comprido, v. II, n. 2, p. 1-23, dezembro 2002.

SANTOS, G. R. O artigo científico no ensino superior de química: **desenvolvendo habilidades de leitura e interpretação**. 2006. 132 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

SANTOS, W. L.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Ed. Unijuí, 1997. 144 p.

SENICIATO, T.; CAVASSAN, O. Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências: um estudo com alunos do ensino fundamental. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 1, p. 133-147, 2004.

SILVA, E. C. **Mapas Conceituais: propostas de aprendizagem e avaliação**. Administração: Ensino e Pesquisa Rio De Janeiro. v. 16, n. 4, p. 785–815, 2015. Disponível em: <https://raep.emnuvens.com.br/raep/article/view/385>. Acesso em 03 mar. 2020.

SILVA, F. A.; FERREIRA, H. J; VIEIRA, A. C. O ENSINO DE CIÊNCIAS NO ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO: Reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora. **Revista Exitus**, Santarém/PA, Vol. 7, N° 2, p. 283-304, maio/ago 2017. Disponível em: [Dialnet-OEnsinoDeCienciasNoEnsinoFundamentalEMedio-6078580%20\(5\).pdf](http://dialnet-oensinodocienciasnoensinofundamentalemedio-6078580%20(5).pdf). Acesso em 20/02/2020.

SILVA, L. N. **A presença da Química nos Museus e Centros de Ciência do Rio de Janeiro**. 2015. 142 f. Dissertação (Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde) – Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/13993> Acesso em 17 dez. 2018.

SODRÉ, F. F. Química de Solos: Uma introdução. **Artigos Temáticos do AQQUA**. v.1, n.17, p.17-29, 2012.

SOUZA, G. F. **Mapas Conceituais no Ensino de Ciências: Uma Proposta para a Aprendizagem Significativa de Conceitos Científicos nos Anos Iniciais**. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017. Disponível

em:http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2473/1/PG_PPGECT_M_Souza%2C%20Graziela%20Ferreira%20de_2017.pdf. Acessado em 18 abr 2019.

SOUZA, N. A.; BORUCHOVITCH, E. Mapa conceitual: seu potencial como instrumento avaliativo. **Pro-Posições**, Campinas, v. 21, n. 3 (63), p. 173-192, set./dez. 2010. Disponível: <https://www.scielo.br/pdf/pp/v21n3/v21n3a11.pdf>. Acesso 20 de abr 2020.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C.; CHAGAS, A. P. **Revista Química Nova**, 20(1), 1997.

TOZONI-REIS, M. F. C. **A Pesquisa e a Produção de Conhecimentos**. 2010. Disponível em: <http://acervodigital.unesp.br/handle/123456789/195>. Acesso em 03 jan 2019.

TRASSI, R. C. M.; CASTELLANI, A. M.; GONÇALVES, J. E.; TOLEDO, E.A. **Tabela periódica interactiva**: um estímulo à compreensão. *Acta Scientiarum*, v. 23, n. 6, p. 1335-1339, 2001.

UFRR. Universidade Federal de Roraima. **Museu de solos de Roraima**: Objetivo e Histórico. Boa Vista, RR: UFRR – Campus Cauamé, 2019. Disponível em: <http://ufrr.br/museusolos>. Acesso em: 10 dez. 2019.

UFRR. Museu de Solos de Roraima. **Monólitos verticais e pédons**. Disponível em <http://ufrr.br/museusolos/>. Acesso em 10 mar 2019.

VALE JÚNIOR, J. F.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Solos sob savanas de Roraima: gênese, classificação e relações ambientais**. Boa Vista: Gráfica Loris, 2010.

VIANNA, N.; RITTER, J. O que diz a literatura Brasileira em relação ao Currículo de Química. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 2, n. 1, p. 33-49, 20 maio 2019.

VIANNA, N. S.; CICUTO, C. A. T.; PAZINATO, M. S. Tabela Periódica: concepções de estudantes ao longo do ensino médio. **Revista Quím. nova esc.** – São Paulo - SP, BR. Vol. 41, N° 4, p. 386-393, novembro 2019.

VIEIRA, V.; BIANCONI, M. L.; DIAS, M. Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. **Revista Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 57., n. 4., p. 21-23, 2005.

APÊNDICES



APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) em Pesquisas com Seres Humanos

Instituição: Universidade Estadual de Roraima / Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências - PPGE

Título: UTILIZANDO O SOLO COMO RECURSO PEDAGÓGICO PARA POTENCIALIZAR A APRENDIZAGEM DOS ELEMENTOS QUÍMICOS SUSTENTADA NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PARA ESTUDANTES DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO NO ESPAÇO NÃO FORMAL EDUCATIVO MUSEU DE SOLOS DE RORAIMA.

Pesquisador (a): Dilce dos Santos Alves.

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido tem o propósito de convidar o seu (a) filho (a) para a participação sob minha responsabilidade no projeto de pesquisa acima mencionado. O objetivo desta pesquisa científica é analisar as contribuições do museu de solos de Roraima na aprendizagem significativa dos conceitos científicos sobre elementos químicos para alunos da 1ª série do ensino médio.

Esta pesquisa é relevante para aprendizagem dos alunos, pois visa através de espaço não formal de educação e com a utilização de solos variados através de aula experimental motivar os alunos a desenvolver a compreensão dos conceitos de elementos químicos, assim, levando o aluno a participar de forma ativa no processo de ensino e aprendizagem, deixando uma postura passiva, ou seja, de ser apenas receptor, passando a perceber as conexões das ciências com o mundo em que vive.

Esta pesquisa faz parte de uma dissertação de mestrado, e espera-se que a mesma possa contribuir de forma significativa para aprendizagem dos alunos participantes sobre os conteúdos de química abordados, nesse contexto espera-se também que esses alunos participantes percebam que a Ciência Química é parte essencial da vida. E que o produto dessa pesquisa possa ser utilizado pelos os professores.

Para tanto, faz-se necessária a sua participação, onde você irá participar de uma avaliação inicial sobre os conhecimentos de tabela periódica e elementos químicos (questionário diagnóstico), fazer uma visita ao espaço não formal de educação museu de solos de Roraima, participar de aula experimental na construção de monólitos utilizando alguns tipos de solos, construção de um mini museu na escola e participar de uma avaliação final (questionário avaliativo final). Para isso, a aplicação da pesquisa será realizada em aproximadamente 10 horas/aulas que correspondem aproximadamente 6(seis) aulas previstas do 2º semestre do ano letivo 2019 com início no dia 19 de agosto e término 18 de outubro.

Quaisquer registros feitos durante a pesquisa não serão divulgados, mas o relatório final em formato de Dissertação, contendo citações anônimas, estará disponível quando estiver concluído o estudo, inclusive para apresentação em encontros científicos e publicação em revistas especializadas (garantia de manutenção do sigilo e da privacidade dos participantes da pesquisa durante todas as fases da pesquisa).



Este TERMO, assinado em duas vias, de modo que uma permanecerá em meu poder e outra com a pesquisadora, é para certificar que eu, _____, declaro, por meio deste termo, que concordei em que o (a) aluno (a) _____, do qual sou responsável, participe como voluntário do projeto científico acima mencionado.

Estou ciente que a participação na pesquisa ocorrer riscos de origem psicológica, intelectual; emocional, dentre os quais podemos destacar: possível constrangimento em não saber responder as questões do diagnósticos sobre conhecimento prévios relacionados a elementos químicos; quebra de sigilo; quebra de anonimato; risco da pesquisa ser interrompida aumentando assim o prazo de conclusão ; cansaço e fadiga devido a visita guiada até o Museu de Solos de Roraima; apreensão e nervosismo por sair da escola e ter que andar 10 quilômetros de ônibus pois pode acontecer imprevisto como por exemplo o ônibus quebrar ou até mesmo um acidente entre veículos já que o percurso da escola até o museu de solos tem tráfego intenso pois se trata de uma BR.

Assim, serão providenciadas medidas cabíveis para evitar possíveis imprevistos que venham ocasionar riscos. A pesquisadora tomará as providências que forem necessárias para resguardar o participante durante a execução das atividades que incluem confecção de monólitos e uma visita guiada ao espaço não formal de educação Museu de Solos de Roraima. Para tanto, será socializado em sala de aula as instruções antes da visita guiada inclui não ficar em pé no ônibus, usar cinto de segurança, não tocar nas placas de solos, usar protetor solar, sapato fechado e levar uma garrafa com água. Havendo algum dano decorrente da pesquisa, o participante terá direito a solicitar indenização através das vias judiciais (Código Civil, Lei 10.406/2002, Artigos 927 a 954 e Resolução CNS nº 510/2016, Artigo 19).

Quanto aos benefícios esperados com a aplicação dessa pesquisa, esperamos o uso do museu de solos como espaço não formal de educação juntamente com a confecção de monólitos de alguns solos de Roraima, possa de fato contribuir para a aprendizagem dos elementos químicos pelo aluno de forma significativa, e que, o mesmo possa compreender a importância da ciência química.

Além disso, o produto educacional produzido, ficará disponibilizado na escola onde a pesquisa foi realizada, o produto será uma mini museu de solos e um guia contendo o passo a passo do desenvolvimento da pesquisa, servindo de ferramenta didático pedagógica para os professores e promovendo conhecimento científico para comunidade escolar em geral, esperamos que os professores de Química possam perceber a importância de buscar novas metodologias para a promoção de da aprendizagem significativa.

Estou ciente de que o menor sob minha responsabilidade terá direito a medidas de precaução a fim de evitar que ocorram riscos previstos. A pesquisadora fará o que for necessário para proteger o participante que tiver alguma dificuldade durante a excursão das atividades.



Estou ciente de que sou livre para recusar e retirar meu consentimento, bem como o menor sob minha responsabilidade, encerrando assim a participação dele(a) a qualquer tempo, sem penalidades.

Estou ciente de que não haverá formas de ressarcimento ou de indenização pela minha participação no desenvolvimento da pesquisa. Que a participação como voluntário(a) da pesquisa se iniciará apenas a partir da entrega desse documento por mim assinado; A participação não envolve nenhuma forma de incentivo financeiro ou indenização, sendo a única finalidade desta participação a contribuição para o desenvolvimento da pesquisa;

Por fim, sei que terei a oportunidade para perguntar sobre qualquer questão que eu desejar, bem como o menor sob minha responsabilidade e que todas deverão ser respondidas a meu contento.

Assinatura do Responsável: _____

RG: _____

Data: ____/____/____

Eu _____, RG 351152-9 - SSP/RR, pesquisadora responsável, declaro que serão cumpridas as exigências contidas na Resolução nº 510/16 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

Para esclarecer eventuais dúvidas ou denúncias, favor entrar em contato com:

Pesquisadora: Dilce dos Santos Alves.	Cargo/Função: Professora
E mail: dilcealves@hotmail.com	
Fone: (95) 98119-6330	
Instituição: Universidade Estadual de Roraima – UERR	
Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências – PPGEC	
Secretaria de Pós-graduação - Fone: (95) 2121-0943 - E-mail: ppgec@uerr.edu.br	



APÊNDICE B - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) Aluno menor de 18 anos

Instituição: Universidade Estadual de Roraima -UERR / Curso: Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

Título: UTILIZANDO O SOLO COMO RECURSO PEDAGÓGICO PARA POTENCIALIZAR A APRENDIZAGEM DOS ELEMENTOS QUÍMICOS SUSTENTADA NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PARA ESTUDANTES DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO NO ESPAÇO NÃO FORMAL EDUCATIVO MUSEU DE SOLOS DE RORAIMA

Pesquisador: Dilce dos Santos Alves.

Pesquisadora (Orientadora): DSc. Régia Chacon Pessoa de Lima, professora efetiva da UERR e do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências-UERR

Este é um convite para você participar da pesquisa de ensino e aprendizagem conforme o título mencionado. Este documento, chamado termo de Assentimento Livre e Esclarecido, explica esta pesquisa em detalhes, porém pode conter palavras que você não compreenda. Por favor, peça a pesquisadora ou a outra pessoa da escola para lhe explicar o que significa qualquer palavra ou informação que você não entenda. Antes de assinar, você pode levar para casa uma cópia deste documento para pensar a respeito ou conversar com sua família e/ou amigos antes de tomar sua decisão. Este Termo de Assentimento Livre e Esclarecido tem o propósito de convidá-lo a participar do projeto de pesquisa acima mencionado. O objetivo desta pesquisa científica é analisar as contribuições do museu de solos de Roraima na aprendizagem significativa dos conceitos científicos sobre elementos químicos para alunos da 1ª série do ensino médio.

Esta pesquisa faz parte de uma dissertação de mestrado, e espera-se que a mesma possa contribuir de forma significativa para aprendizagem dos alunos participantes sobre os conteúdos de química abordados, nesse contexto espera-se também que esses alunos participantes percebam que a Ciência Química é parte essencial da vida. E que o produto dessa pesquisa possa ser utilizado pelos os professores.

Para tanto, faz-se necessária a sua participação, onde você irá participar de uma avaliação inicial sobre os conhecimentos de tabela periódica e elementos químicos (um questionário diagnóstico), fazer uma visita guiada ao espaço não formal de educação museu de solos de Roraima, participar de aula experimental na construção de monólitos utilizando alguns



tipos de solos, participar da construção de um mini museu na escola e ainda participar de uma avaliação final (questionário avaliativo final). Para isso, a aplicação da pesquisa será realizada em aproximadamente 10 horas/aulas que correspondem aproximadamente 6(seis) aulas previstas do 2º semestre do ano letivo 2019 com início no dia 19 de agosto e término 18 de outubro.

Quaisquer registros feitos durante a pesquisa não serão divulgados, mas o relatório final, contendo citações anônimas, estará disponível quando estiver concluído o estudo, inclusive para apresentação em encontros científicos e publicação em revistas especializadas. O uso das informações oferecidas pelo (a) aluno (a) será apenas em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários, etc.), sendo o aluno (a) identificado (a) apenas pela inicial “E” de estudante e um respectivo número, exemplo, E1, E2, E3 etc. atendendo desta forma a Resolução 510/2016 do CNS-MS.



APÊNDICE C - Questionário Diagnóstico Inicial

Caro estudante, o presente questionário tem por objetivo pesquisar o conhecimento sobre o conteúdo elementos químicos e tabela periódica. Os dados serão usados para o desenvolvimento de uma pesquisa científica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima – UERR, sob a orientação da professora Dr^a Régia Chacon Pessoa de Lima. Sua participação é muito importante para o resultado desse trabalho. Agradecemos sua colaboração.

Aluno(a) _____

1. Você acha importante estudar Química? Por quê?

2. Você sabe o que são elementos químicos? Escreva o conceito.

3. Você acha tabela periódica é importância para ciência? Por quê?

4. Você sabe se na composição do solo há presença elementos químicos? Caso afirmativo, cite-os.

5. Qual a importância do ensino de Química para sua formação enquanto cidadão?



APÊNDICE D - Questionário diagnóstico avaliativo da visita assistida ao museu de solos de Roraima - MSR.

Caro estudante, o presente questionário tem por objetivo avaliar a contribuição da visita assistida ao MSR para aprendizagem do conteúdo elemento químico. Os dados serão usados para o desenvolvimento de uma pesquisa científica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima – UERR, sob a orientação da professora Régia Chacon Pessoa de Lima. Sua participação é muito importante para o resultado desse trabalho. Agradecemos sua colaboração.

Aluno(a) _____

1. Você gostou da visita ao Museu de Solos de Roraima?

2. Do que você mais gostou durante a visita ao Museu de Solos de Roraima?

3. O que você aprendeu durante a visita assistida ao Museu de Solos de Roraima?

4. Você gostou da aula fora do espaço escolar? Gostou do espaço selecionado? Voltaria ao museu?

5. A visita ao museu correspondeu suas expectativas?



APÊNDICE E - Questionário diagnóstico avaliativo da aula experimental.

Caro estudante, o presente questionário tem por objetivo verificar a contribuição da aula experimental para aprendizagem usando os solos para construção de uma colorteca no laboratório de ciências. Os dados serão usados para o desenvolvimento de uma pesquisa científica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima – UERR, sob a orientação da professora Régia Chacon Pessoa de Lima. Sua participação é muito importante para o resultado desse trabalho. Agradecemos sua colaboração.

Aluno (a) _____

1.você já foi ao laboratório de Ciências para uma aula experimental?

2.Você sabe o que é uma colorteca?

3.Você gostou da aula experimental?

4.Do que você mais gostou da aula experimental?

5.A aula experimental contribuiu para aprendizagem?



APÊNDICE F - Questionário diagnóstico avaliativo final.

Caro estudante, o presente questionário tem por objetivo verificar a contribuição da sequência metodológica aplicada. Os dados serão usados para o desenvolvimento de uma pesquisa científica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima – UERR, sob a orientação da professora Régia Chacon Pessoa de Lima. Sua participação é muito importante para o resultado desse trabalho. Agradecemos sua colaboração.

Aluno (a) _____

1. Você acha importante estudar Química? Por quê?

2. Você sabe o que são elementos químicos? Explique.

3. Quais elementos químicos você conhece? Nomeie-os.

4. Você conhece a relação da tabela periódica com a Ciência? Justifique.

5. Você sabe se tem elementos químicos presentes no solo? Dê exemplo.

6. Qual a importância do componente solo para a vida?

7. Observe a frase que está escrito na embalagem do creme para cabelo abaixo “NADINHA DE QUÍMICA MEU BEM”. Qual sua opinião sobre a frase?



8. Faça uma avaliação sobre a sequência metodológica sobre aprendizagem dos elementos químicos que envolveu uma visita ao museu de solos e a construção de uma colorteca.

HÁ UMA FORÇA MOTRIZ MAIS PODEROSA DO QUE VAPOR,
ELETRICIDADE E ENERGIA ATÔMICA: A VONTADE”.
Albert Einstein

ANEXOS

ANEXO A – Artigo Científico

CONCEITOS CIENTÍFICOS EM DESTAQUE

O Conceito de Elemento



da Antiguidade à Modernidade

Maria da Conceição Marinho Ohi

Este artigo apresenta uma maneira de utilização da história e epistemologia da Ciência para melhorar o ensino através da identificação e estudo de conceitos estruturantes das ciências. A evolução histórica do conceito de elemento é apresentada destacando-o como um conceito estruturante da Química. São apresentadas concepções de elemento que se sucederam desde a antiguidade grega até o século XX.

► história e epistemologia, ensino de química, conceito de elemento ◀

Recebido em 10/04/01, aceito em 10/06/02

21

Uma das maneiras de utilizar a história da Ciência para melhorar o ensino consiste em realizar uma análise histórica da gênese do conhecimento científico e da sua construção.

Entre as possíveis estratégias para alcançar esses objetivos, tem-se a identificação dos chamados "conceitos estruturantes" das ciências e uma análise da sua evolução histórica. Segundo Gagliardi (1988), "os conceitos estruturantes são aqueles que permitiram e impulsionaram a transformação de uma ciência, a elaboração de novas teorias, a utilização de novos métodos e novos instrumentos conceituais".

O conceito de elemento químico é um dos mais importantes da Química, podendo ser considerado, de acordo com a proposta de Gagliardi, como um conceito estruturante que, ao lado de tantos outros, como átomo, molécula, substância, reação química, ligação química etc., foram fundamentais para o desenvolvimento dessa ciência.

Através do uso da história e episte-

mologia da Química, podemos conhecer a gênese desse conceito, as várias concepções que se sucederam nos seus diferentes contextos e as modificações ocorridas ao longo do tempo relacionadas a fatores socioculturais. Um estudo usando o referencial histórico-epistemológico também revelará relações importantes com outros conceitos, que certamente serão importantes para o ensino de Química.

Atualmente, o conceito de elemento químico é introduzido, de um modo geral, nos primeiros capítulos dos livros de Química. Alguns dos conceitos que são apresentados podem ser vistos a seguir: "Um elemento é uma substância simples, fundamental e elementar. Um elemento não pode ser separado ou decomposto em substâncias mais simples" (Russel, 1994); "Os elementos são substâncias que não podem ser decompostas em outras mais simples... Cada elemento é constituído por apenas uma espécie de átomo" (Brown et al., 1999).

Os trechos anteriormente citados foram extraídos de livros adotados no

Brasil e traduzidos dos originais na língua inglesa dos referidos autores. Nota-se que o conceito de elemento remete ao conceito de substância, mais especificamente ao de substância simples. A simbiose entre os dois conceitos gera confusão, que poderia ser evitada se os tradutores esclarecessem aos leitores o duplo sentido associado ao emprego dessa palavra na língua inglesa.

Em artigo publicado na revista *Química Nova* sobre o ensino de conceitos em Química, Tunos et al. (1989) discutem os equívocos existentes no emprego da expressão "elemento químico" em nosso país, o que é ocasionado pelo maior uso no nível superior de livros traduzidos da língua inglesa, nos quais o vocábulo utilizado "element" inclui tanto o conceito de substância simples quanto o de elemento.

Para Nunes et al. (1989), o elemento químico constitui uma classe de átomos formada pelos diferentes núcleos ou "tipo de átomo caracterizado por um número atômico específico". Nesse artigo define-se núcleo como "tipo de um dado elemento químico caracterizado por um número de massa específico".

A seção 'Conceitos científicos em destaque' tem por objetivo abordar, de maneira crítica e/ou inovadora, conceitos científicos de interesse dos professores de Química.

Elementos: os princípios constituintes da matéria

A origem do nome elemento encontra-se relacionada ao vocábulo grego "stocheion", correspondente ao termo latino "elementum", que reúne três letras consecutivas do centro do alfabeto latino: L, M e N (Lockemann, 1960). Aristóteles usou a palavra "stocheion", que significava para ele tanto elemento quanto princípio. Essa palavra foi posteriormente adotada nas várias línguas européias.

Elementos, princípios e átomos acompanhar-nos-ão em toda a história da Química, mas não assinalam uma unidade, uma continuidade conceitual à qual a história da Química esteja submetida (Bensaude-Vincent e Stengers, 1992).

O uso desses termos nos diferentes contextos denota as divergências existentes nas explicações das qualidades da matéria manifestadas na sua aparência e nas suas transformações sustentadas em diferentes bases interpretativas.

O conceito de elemento começou a se estruturar a partir da necessidade de explicação das mudanças observadas na natureza; os filósofos pré-socráticos foram os primeiros a tentar justificar o que aparentemente mudava e o que permanecia sem alteração, estando esse conceito vinculado às especulações desses filósofos sobre os princípios constituintes da matéria, ou seja, a sua causa primária, a sua essência.

Tales de Mileto (624-544 a.C.) considerou a água o único e primordial princípio responsável pela multiplicidade dos seres. Anaximandro (610-546 a.C.), discípulo de Tales, foi o primeiro a usar o termo "arché", que significa princípio; no entanto, discordava de Tales em relação à explicação da existência de um único princípio, o que considerava uma limitação. Segundo ele, o princípio de tudo seria o "apeiron", uma substância primária, indeterminada e imaterial.

Empédocles (490-430 a.C.) usou em suas explicações a idéia de quatro princípios ou elementos primordiais:

terra, água, ar e fogo. O amor e o ódio eram as forças antagônicas que promoviam a união ou dissociação dos quatro elementos e explicavam as mudanças observadas no mundo. Esse filósofo não utilizou em seus textos a palavra elemento, substituindo-a por raízes, mas mantendo o mesmo significado. "O termo elemento parece ter sido utilizado pela primeira vez por Platão" (Maar, 1999).

Os quatro "elementos-princípios" de Empédocles foram adotados pelo importante filósofo grego Aristóteles (384-322 a.C.), que lhes atribuiu qualidades. Um estudo das obras de Aristóteles revela que a sua visão sofreu algumas modificações ao longo do tempo (Mierzecki, 1991). No seu trabalho "Física", no qual examina conceitos gerais relativos ao mundo físico, Aristóteles declarou a existência de somente três elementos; na sua obra "Sobre a geração e a corrupção", considerou a existência de quatro elementos e, em "Sobre o céu", onde apresenta estudos sobre o mundo sideral e sublunar, acrescentou o quinto elemento: o éter, a matéria constituinte dos corpos celestes. Posteriormente, esse último elemento foi chamado de quinta essência, caracterizando-se como o princípio formador de todos os corpos existentes no mundo supralunar, ou seja, a parte do Universo que se inicia com a Lua (Chassot, 1995).

Aristóteles considerava que tudo era formado por uma matéria de base ou substrato "hylé"; a este se juntavam as qualidades responsáveis pela sua aparência e forma. Essas qualidades elementares eram: quente, seco, frio e úmido. Todas as substâncias existentes seriam formadas pelos quatro elementos e cada elemento era caracterizado por um par de qualidades.

O conceito de "elemento-princípio" oriundo da filosofia grega revela uma ciência baseada nas qualidades aparentes dos corpos e que são percebidas pelos sentidos e o importante papel conferido à observação e à contemplação. Essa é uma ciência que percebe a realidade natural como um

mundo hierarquizado com lugares pré-determinados para todas as coisas.

A concepção de que a mudança na proporção quantitativa dos elementos constituintes podia levar à mudança nas propriedades e aparência dos

corpos foi a base teórica para a crença na transmutação de metais menos nobres naquele cuja combinação de qualidades seria a mais perfeita possível: o ouro. Essas tentativas foram

empreendidas por alquimistas árabes e europeus durante o período medieval usando-se vários procedimentos e operações.

Nesse período, os quatro elementos de Empédocles e, posteriormente, de Aristóteles, eram considerados como existentes em todas as substâncias; os metais, por exemplo, não eram considerados como corpos simples.

Atribui-se a Jabir ibn Hayyan, um alquimista árabe sobre o qual não se tem certeza sobre as suas origens, mas que teria vivido entre os séculos VIII e IX, a introdução da teoria do "enxofre-mercúrio", baseada numa concepção dualista. Segundo essa teoria, todos os corpos seriam formados em diferentes proporções por dois princípios: o enxofre, portador da propriedade combustibilidade, e o princípio mercúrio, carregador da metalicidade.

A transmutação seria possível pela modificação da composição natural dos corpos. O ouro era o metal que encerrava uma composição ideal dos constituintes enxofre e mercúrio e uma maior pureza.

Esses "elementos-princípios" introduzidos no período da Alquimia ficaram conhecidos como espagíricos e a eles foi adicionado por Paracelso (1493-1541), no século XVI, o elemento sal, causador da solubilidade dos corpos e cuja presença estava relacionada à estabilidade.

Devemos considerar que, no contexto em que foram propostos, os elementos enxofre e mercúrio eram princípios abstratos, numa concepção metafísica de elemento, não devendo ser confundidos com as substâncias reais que desde aquela época e até hoje têm o mesmo nome.

O conceito de elemento começou a se estruturar a partir da necessidade de explicação das mudanças observadas na natureza

Elementos: os limites extremos da análise química

Uma definição de elemento que já é considerada por alguns historiadores como moderna foi formulada por um dos mais importantes químicos do século XVII, o inglês Robert Boyle (1627-1691). Segundo Partington (1961), Boyle apresentou uma definição que discordava das concepções de elementos como princípios. Maar (1999) considera que a proposta de Boyle foi realmente moderna, só deixando de servir à Química com a descoberta dos isótopos a partir do início do século XX. No entanto, existem algumas divergências quanto a essa abordagem.

Alfonso-Goldfarb (1987) considera que Boyle apresentou uma definição aparentemente moderna de elemento, uma vez que, ao final, questionava a sua validade. A sua principal contribuição foi a destruição do conceito existente, abrindo caminho para uma nova elaboração. Para outros historiadores, Boyle não substituiu a definição tradicional por outra moderna, mas questionou a função de elemento na prática do químico, expressando as suas dúvidas quanto ao fato de que cada elemento estaria ou não presente na constituição de todos os corpos (Bensaude-Vincent e Stengers, 1992).

O conceito de elemento de Boyle, bem como suas dúvidas, aparecem explicitadas na sua importante obra "O químico cético" (1661), como pode ser observado no trecho a seguir, extraído do apêndice desse livro:

Chamo agora elementos certos corpos primitivos e simples, perfeitamente puros de qualquer mistura, que não são constituídos por nenhum outro corpo, ou uns pelos outros, que são os ingredientes a partir dos quais todos os corpos que chamamos misturas perfeitas são compostos de modo imediato, e nos quais estes últimos podem ser finalmente resolvidos. E o que me pergunto agora é se existe um corpo deste tipo que se encontre de modo constante em todos, e em cada um, daqueles que se dizem constituídos por elementos (Bensaude-Vincent e Stengers, 1992).

Esse conceito difere em sua essência das concepções aristotélicas e esopágricas, que dominaram a Química até o período medieval, e passa a fundamentar o principal programa da Química no século XVIII: a análise dos corpos.

Para Boyle, os elementos eram os constituintes que resultavam da análise química, ou seja, "os verdadeiros limites extremos da análise química" (Mason, 1964). Boyle, no entanto, não cita em suas obras exemplos de elementos existentes na natureza.

Embora nesse trabalho outros assuntos tenham sido discutidos, como o problema da combustão, uma das principais questões colocadas era o número de elementos existentes e a influência da composição dos corpos nas propriedades.

Boyle criticou o raciocínio usado pelos alquimistas e propôs que todos os corpos químicos fossem produzidos por diferentes texturas, resultantes da combinação de diferentes partículas; as propriedades dos "corpos mistos" ou substâncias compostas deveria resultar também de sua estrutura e não somente de sua composição. Tal concepção revela a influência das idéias pertencentes ao atomismo mecanicista, muito influente na Química no século XVII.

O novo conceito de elemento "boyliano" influenciou a Química nos séculos seguintes, embora as concepções antigas tenham resistido até o século XVIII.

Lavoisier (1743-1794) usou meios empíricos para contestar os conceitos antigos, herdados de Aristóteles e dos alquimistas. Ele adotou o conceito introduzido por Boyle, dando-lhe uma existência concreta e precisa e definindo-o claramente no trecho a seguir, extraído do seu importante livro "Tratado Elementar de Química" (1789):

Se [...] associarmos ao nome de elementos ou de princípios dos corpos a idéia do último termo ao qual chega a análise, todas as substâncias que não podemos decompor por meio al-

gum são para nós elementos: não que possamos assegurar que estes corpos, que nós consideramos como simples, não sejam eles mesmos compostos de dois ou mesmo de um maior número de princípios, mas como estes princípios jamais se separam, ou antes, como não temos nenhum meio de os separar, eles comportam-se para nós como os corpos simples, e não devemos supô-los compostos senão no momento em que a experiência e a observação nos tenham fornecido a prova (Bensaude-Vincent e Stengers, 1992).

A proposta de Lavoisier e colaboradores (Louis Bernard Guyton de Morveau, Claude Louis Berthollet e Antoine François de Fourcroy) de introduzir

uma nova nomenclatura para as substâncias químicas teve como princípio geral que o nome da substância refletisse a sua composição; para tanto, a nova definição de elemento foi essencial.

Uma análise da tabela de substâncias simples proposta por Lavoisier no seu "Tratado Elementar de Química" demonstra que ele já reconhecia os metais como substâncias simples, embora alguns dos elementos considerados fossem, na verdade, substâncias compostas. Dos trinta e três elementos citados, cinco deles são hoje reconhecidos como óxidos, três são radicais que ainda não haviam sido identificados e dois correspondem à luz e ao calórico.

Apesar dos méritos do importante trabalho de Lavoisier e dos avanços introduzidos na Química Teórica, alguns equívocos foram cometidos por ele, como a inclusão do calórico e da luz como elementos imponderáveis. As concepções apresentadas sobre o calórico, assim como sobre o "princípio oxigênio", trazem ainda embutidos resíduos de uma Química qualitativa. Em seu livro, Lavoisier ainda se referia aos elementos químicos usando diferentes nomenclaturas, como: princípio, elemento, substância simples e corpo simples (Tolentino et al., 1997).

Segundo Boyle, elementos seriam certos corpos primitivos e simples, perfeitamente puros de qualquer mistura, que não fossem constituídos por nenhum outro corpo, ou uns pelos outros

Corpos simples, substâncias simples ou elementos?

A concepção de elemento como sinônimo de corpo simples foi também explicitada em um livro-texto do mais influente químico da primeira metade do século XIX, Jons Jacob Berzelius (1779-1848), "Manual de Química" (1825), como pode ser visto a seguir:

Corpos que ocorrem na Terra são divididos em simples, não decompostos e compostos:

(1) *Corpos simples são aqueles que podemos acreditar com certeza que eles não são compostos e que ocorrem como constituintes do restante da natureza.*

(2) *Corpos não decompostos ("indecomposed") são aqueles que nós podemos supor que não são simples, mas eles não foram decompostos em elementos mais simples; se estes corpos são compostos não se conhece os seus constituintes absolutamente.*

(3) *Corpos compostos são aqueles que podem ser decompostos por meios químicos em outros mais simples (Mierzecki, 1991).*

Observa-se que nesse período confundia-se o conceito de elemento com o de corpo simples; uma outra questão a ser observada é que os vocábulos corpo e substância eram usados indistintamente, não se fazendo diferenciação entre ambos.

A confusão conceitual envolvendo os termos elemento e substância simples ainda hoje é observada em alguns livros de Química, como visto anteriormente. No entanto, ainda no século XIX, Mendeleiev já registrava esse fato, propondo uma diferenciação entre elemento e corpo simples no seu importante artigo científico "A lei periódica dos elementos químicos" (1871).

Tal como Laurent e Gerhardt empregaram as palavras molécula, átomo e equivalente indistintamente, também hoje em dia se confundem freqüentemente as expressões corpos simples e elemento. Contudo, cada uma

delas tem um significado bem distinto, que importa precisar para evitar confusões nos termos da filosofia química. Um corpo simples é qualquer coisa de material, metal ou metalóide, dotada de propriedades físicas e químicas. A expressão corpo simples corresponde à idéia de molécula[...]. Pelo contrário, deve-se reservar o nome de elemento para caracterizar as partículas materiais que formam os corpos simples e compostos e que determinam o modo como se comportam do ponto de vista físico e químico. A palavra elemento corresponde à idéia de átomo (Bensaude-Vincent e Stengers, 1992).

O conceito de elemento passou a ser vinculado ao conceito de átomo; essa relação está claramente explicitada por Mendeleiev nesse trecho de sua autoria e o peso atômico passou a se impor como critério de classificação.

Critérios modernos para uma conceituação de elemento químico

Embora os conceitos de elemento e átomo tenham sido introduzidos pelos gregos, não coube a eles a associação desses conceitos; este foi um mérito da Química moderna e do processo interativo teoria e prática, idéias e técnicas que permanentemente se modificam e se influenciam mutuamente.

Os avanços na Química Teórica do século XIX e a sua aproximação da Física permitiram que outros critérios passassem a ser utilizados para se distinguir um elemento químico, tais como a valência e o peso atômico (atualmente massa atômica relativa). Tais critérios foram fundamentais para a identificação de grande número de elementos químicos e possibilitaram a organização dos mesmos em diversos sistemas de classificação e o relacionamento das propriedades dos elementos com os seus pesos atômicos.

As primeiras determinações de pe-

sos atômicos foram realizadas por John Dalton (1766-1844) e os resultados obtidos para essas grandezas foram responsáveis pela aceitação da Química como uma ciência exata.

A primeira metade do século XIX caracterizou-se por disputas inclusive no plano ideológico envolvendo a comunidade química. Os químicos comprometidos com o positivismo não aceitavam os pesos atômicos e preferiam fazer uso dos pesos equivalentes, obtidos exclusivamente a partir das relações de combinações ponderais ou volumétricas. Um outro grupo acreditava que o peso atômico era a característica fundamental de um elemento, definindo as suas propriedades.

O fim dessa disputa teve início com a importante contribuição do químico italiano Stanislao Canizzaro (1826-1910), que teve distribuído ao fim do importante Congresso de Karlsruhe (1860) um artigo científico de sua autoria, "Sunto di un Corso di Filosofia Chimica", no qual deixava clara a diferença entre os conceitos de átomo e molécula, baseando-se na hipótese que havia sido formulada em 1811 por seu conterrâneo Amedeo Avogadro (1776-1856).

Após a superação das divergências, estabeleceram-se definitivamente os conceitos de átomo e molécula, equivalente, atomicidade e valência e as bases da Teoria Atômico-Molecular.

Nesse período, os valores determinados para os pesos atômicos nem sempre eram concordantes, o que se

atribuia à imprecisão dos métodos experimentais e aos diferentes referenciais que eram usados como base para os cálculos. A variação nos valores determinados foi durante um certo período um problema inexplicável e não podia ser resolvido apenas com um maior rigor nas medições efetuadas. Foi necessária uma nova maneira de interpretação dos dados experimentais pautada numa mudança conceitual, que colocava em cheque o segundo postulado de Dalton e passava a admitir a idéia de que átomos de um mesmo elemento pudes-

Em 1871, Mendeleiev chamava atenção para a confusão conceitual envolvendo os termos 'elemento' e 'substância simples' (no século XIX, 'corpo simples'). Apesar disso, ainda hoje tal confusão é observada em alguns livros de Química

sem ter pesos diferentes. Essa idéia passou a orientar pesquisas que pudessem fornecer evidências da existência dos isótopos.

O termo isótopo foi criado em 1913 por Frederick Soddy (1877-1956) e incorporado à linguagem científica nas primeiras décadas do século XX. A construção do conceito de isótopo demonstra a necessidade do diálogo da razão com a experiência, pré-requisito hoje necessário para o processo de construção racional do conhecimento químico, que é mediado pela técnica.

Cabe destacar nesse episódio a contribuição de Francis William Aston (1877-1945) que, visualizando o princípio do espectrômetro de massa e fazendo uso desse instrumento, estabeleceu evidências de que o conceito de isótopo aplicava-se a todos os elementos e não apenas aos radioativos.

O conceito de elemento passou a ser definido com base na estrutura atômica e molecular, acessível por métodos físicos baseados principalmente em interações radiação-matéria. A significação dos fenômenos elétricos dos átomos é dada pelo aparelho; cabe ao espectrômetro de massa essa função quando separa, seleciona e registra a massa dos diferentes isótopos. A estreita relação entre a teoria e o instrumento é uma das características da Química moderna; o processo de

aplicação experimental é que confere o valor de uma teoria, o instrumento científico é uma teoria materializada (Bachelard, 1977).

No século XX, a Química Teórica passou a se utilizar cada vez mais de conhecimentos produzidos no âmbito da Mecânica Quântica e da Física de Partículas. Os conhecimentos físicos sobre a estrutura do átomo penetraram na Química e introduziram mudanças radicais em conceitos básicos, apoiadas em um mundo submicroscópico em que muitas das leis naturais não se aplicam.

A identificação de um elemento químico passou a ser feita pelo seu número atômico e a sua caracterização considera a configuração eletrônica e os elétrons responsáveis pelas interações químicas que chamamos de elétrons de valência. Os conceitos de isótopo e de nuclídeo tornaram-se fundamentais para a elaboração de um novo conceito de elemento químico. A identidade do elemento químico foi modificada, já que esse passou a reagrupar um certo número de isótopos distintos.

O elemento químico deixou de ser o fim último da análise química, posição que passou a ser ocupada pelas partículas subatômicas. Novas propriedades, hoje consideradas como "elementares", foram propostas visando sistematizar o grande número de par-

tículas subatômicas descobertas. A identificação dessas partículas em número crescente tem sido possível graças aos avanços tecnológicos, a exemplo do desenvolvimento de potentes aceleradores de partículas. No mundo subnuclear, isto é, nesse campo da Física Atômica, considera-se como elementar "qualquer coisa da qual não se veja a estrutura" (Caruso e Oguri, 1997).

A evolução do conceito de elemento químico nos fornece um bom exemplo "da natureza multidisciplinar da Química onde se contrapõe a atividade manual com a intelectual, o microscópico com o macroscópico, o pragmatismo empírico com a especulação teórica" (Chagas, 1989).

É importante não nos esquecermos da provisoriedade dos conceitos, decorrente das modificações da Ciência resultantes dos avanços científicos; queremos registrar a dificuldade inerente à formulação desse conceito, que estabelece uma importante relação entre o que é macroscopicamente observado e o que se imagina microscopicamente, ou seja, requer que façamos uso da nossa importante capacidade de abstração.

Maria da Conceição Marinho Oki (marinhoc@ufba.br), engenheira química, mestre em Química Inorgânica, é professora do Departamento de Química Geral e Inorgânica do Instituto de Química da UFBA.

Referências bibliográficas

ALFONSO-GOLDFARB, A.M. *Da alquimia à química*. São Paulo: Nova Stella, Edusp, 1987. p.189.

BACHELARD, G. *O racionalismo aplicado*. Trad. N.C. Calxelo. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1977. p. 122-124.

BENSAUDE-VINCENT, B.B. e STENGERS, I. *História da Química*. Trad. xxx. Lisboa: Editora Plaget, 1992. p. 23, 53-54, 128-129, 198-199.

BROWN, T.L.; LE MAY Jr., H.E. e BURSTEN, B.E. *Química - ciência central*. Trad. H. Macedo. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1999. p. 4.

CARUSO, F. e OGURI, V. A eterna busca do indivisível: do átomo filosófico aos quarks e léptons. *Química Nova*, v. 20, p. 333, 1997.

CHAGAS, A.P. *Como se faz química*. Campinas: Editora da Unicamp, 1989. p. 89.

CHASSOT, A. *A ciência através dos tempos*. São Paulo: Editora Moderna, 1995. p. 43.

GAGLIARDI, R. Como utilizar la historia de las ciencias em la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 6, n. 3, p. 291-296, 1988.

LOCKEMANN, I. *História de la Química*. Trad. M.T. Toral. México: U.T.E.H.A., 1960. v. 1, p. 21.

MAAR, J.H. *Pequena história da Química. Primeira parte: dos primórdios a Lavoisier*. Florianópolis: Papa Livros, 1999. p. 32, 345.

MASON, S. *História da ciência*. Trad. F.J.V. de Lacerda. Editora Globo, Porto Alegre, 1964. p. 367.

MIERZECKI, R. *The historical development of chemical concepts*. Varsóvia e

Dordrecht: Polish Scientific Publishers e Kluwer Academic Publishers, 1991. p. 35, 46, 90.

PARTINGTON, J.R. *A history of chemistry*. London: MacMillan and Company, 1961. v. 2, p. 501-502.

RUSSEL, J.B. *Química Geral*. 2ª ed. Trad. M. Guekezian et al. São Paulo: Makron Books, 1994. v. 1, p. 10.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R.C. e CHAGAS, A.P. Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. *Química Nova*, v. 20, n. 1, p. 105, 1997.

TUNES, E.; TOLENTINO, M.; SILVA, R.R. DA; SOUZA, E.C.P. DE e ROCHA-FILHO, R.C. Ensino de conceitos em Química. IV - Sobre a estrutura elementar da matéria. *Química Nova*, v. 12, p. 199-202, 1989.

Abstract: The Concept of Element: from Alchemy to Modern Times - This paper reports a way of using the history and epistemology of science for improving education through the identification and study of structuring concepts in the sciences. The historic evolution of the concept of element is presented highlighting it as a structuring concept of chemistry. Succeeding conceptions of element from alchemy to the 20th century are presented.

Keywords: history and epistemology, education in chemistry, concept of element