



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

FRANCISCO SIDOMAR OLIVEIRA DA SILVA

**RELAÇÕES POSSÍVEIS: das concepções de ciência às concepções de ensino e
aprendizagem de futuros professores de ciências**

RIO BRANCO – 2018

FRANCISCO SIDOMAR OLIVEIRA DA SILVA

**RELAÇÕES POSSÍVEIS: das concepções de ciência às concepções de ensino e
aprendizagem de futuros professores de ciências**

Texto apresentado como requisito para a obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional no Ensino de Ciências e Matemática, linha de pesquisa em Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática, na Universidade Federal do Acre, sob a orientação da Prof^a. Dr^a Aline Andréia Nicolli.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

S586r Silva, Francisco Sidomar Oliveira da, 1990-
Relações possíveis: das concepções de ciência às concepções de ensino e aprendizagem de futuros professores de ciências / Francisco Sidomar Oliveira da Silva. – 2018.
99 f.: il. 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Rio Branco, 2018.
Incluem referências bibliográficas e apêndices.
Orientador: Prof.^a Dr.^a Aline Andréia Nicolli.

1. Ciências – Estudo e ensino. 2. Aprendizagem. 3. Ensino. I. Título.

CDD: 370

Bibliotecária: Maria do Socorro de Oliveira Cordeiro CRB-11/667

FRANCISCO SIDOMAR OLIVEIRA DA SILVA

**RELAÇÕES POSSÍVEIS: das concepções de ciência às concepções de ensino e
aprendizagem de futuros professores de ciências**

Texto apresentado como requisito para a obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional no Ensino de Ciências e Matemática, linha de pesquisa em Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática, na Universidade Federal do Acre, sob a orientação da Prof^a. Dr^a Aline Andréia Nicolli.

Aprovado em 25.04.2018

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dr^a Aline Andréia Nicolli
Orientadora e Presidente da Banca
MPECIM - UFAC

Prof. Dr. Fábio Augusto Rodrigues e Silva
Examinador Externo
UFOP

Prof. Dr. Itamar Miranda da Silva
Examinador Interno
MPECIM - UFAC

Prof. Dr. Yuri Karaccas de Carvalho
Examinador Suplente
MPECIM-UFAC

Dedico este trabalho à família, em especial minha mãe, irmãs e sobrinhos que estiveram, mesmo distante, me apoiando incondicionalmente.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por ter me proporcionado mais uma oportunidade de crescimento profissional e pessoal em minha vida.

Agradeço imensuravelmente à Profa. Aline Andreia Nicolli, minha orientadora, ex-chefinha e grande amiga. Agradeço pelo apoio, e principalmente pelo incentivo constante nesse processo formativo. Literalmente não teria chegado aqui se não fossem seus ensinamentos, orientações e parceria. Acreditastes em mim quando eu mesmo não acreditava. Você e sua família tornaram-se nesse interstício de mestrado pessoas especiais, e que levarei no meu coração para sempre.

Agradeço aos meus amigos Dieina Pinho, Ellen Guedes, Elizete Guedes, Everton Arruda, Everton Fidelis, Everton Oliveira, Ezaul Santos, Ernando Costa, Estefanie Simara (em memória), Fernanda Portela, Jessyca Lima, José Ferreira, João Melo, Joaquim Neto, Karen Lawane, Katherine Lima, Kennedy Sena, Kelvyla Lima, Liciane Santos, Marcella Costa, Maria Vieira, Marina Cordeiro, Milton Ronnau e Família (Dária e Arthur Ronnau), Mosart Vasconcellos, Muller Soares, Nayra Rynne, Patrícia Lopes, Raphael Sanson, Renato Mathias, Samuel Garrido, Shirley Torres, Taidisson Lima, Talita Souza, Thairine Stéfani e Thainara Adrielli pelo constante e incansável apoio a mim dispensado nesse período. Muitos por ligações, mensagens, convites para festar, visitas surpresas e abraços incentivaram-me a permanecer firme e forte. Obrigado meus amigos por sempre estarem dispostos a ouvir minhas lamentações e neuroses, por compreenderem minhas excentricidades e principalmente por estarem ao meu lado, nos momentos mais conturbados da minha vida. Sou grato pela vida e presença de vocês!

Agradeço aos meus colegas do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, turma de 2016, pela rica troca de experiência e saberes. Vocês foram peça fundamental para permanência e conclusão desta formação profissional, e também pessoal. Vocês fazem a diferença na vida das pessoas, especialmente dos estudantes que constantemente mantem contato. Continuem transformando vidas e sonhos, meus colegas.

Agradeço aos colegas de trabalho, especialmente os da UFAC e Pró-reitoria de Graduação da Universidade Federal do Acre, Anderson Mesquita, Ângela Poças, Daniel Ugalde, Eliana Cavalcante, Elder Gomes & Márcia e a princesa Adélia, Igor Pinheiro, Lilian Muniz, Mark Clark e família, Mariana Ferreira, Rogério Correia, Sígilia Lima, Thiago Figueiredo, e Valéria Sampaio, com os quais convivi por aproximadamente dois anos, tempo este dividido entre trabalho e diversão. Vocês são amigos que estão no meu coração.

Por fim, e não menos importantes agradeço aos meus familiares. Primeiramente à Tia Conceição que abriu sua casa para mim, e me abraçou como filho. Aos primos e seus familiares por quem nutro um carinho imensurável. Agradeço às irmãs e irmãos, especialmente Janaina e Conceição, por estarem sempre comigo, nos momentos mais difíceis. Amo vocês. E claro, à minha mãe, Ana Luzia. Tudo o que tenho e sou é por e para você. Você é o maior exemplo que tenho em minha vida. Amo-te incondicionalmente.

RESUMO

O presente trabalho é uma investigação realizada com os estudantes do curso de licenciatura em ciências biológicas, da Universidade Federal do Acre, Rio Branco, com o objetivo de investigar sobre as concepções de ciência, ensino e aprendizagem dos futuros professores de ciências biológicas de forma a estabelecer possíveis relações entre a concepção de ciência e as concepções de ensino e aprendizagem e suas implicações para o Ensino de Ciências. Dessa forma, para garantir tal objetivo de pesquisa, fez-se necessário procurar responder, prioritariamente, às seguintes questões: a) Quais as concepções de ciência, de ensino e de aprendizagem dos discentes do curso de licenciatura em ciências biológicas? b) Quais as implicações/relações das concepções de ciência, de futuros professores de ciências/ciências biológicas, com as suas concepções de ensino e aprendizagem? No que tange às escolhas metodológicas, a presente pesquisa constitui-se de uma investigação com a abordagem qualitativa, sendo que a coleta de dados deu-se por meio da aplicação um questionário semiestruturado. Os questionários foram respondidos por 47 discentes do curso de licenciatura em ciências biológicas, distribuídos entre o sexto e oitavo período. Para organização dos dados coletados, e auxílio nas posteriores análises, utilizamos o software IRAMUTEQ - (Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires). As análises dos dados nos permitiram refletir sobre o fato que os futuros professores de ciências biológicas da educação básica têm uma visão superficial e relativa sobre a ciência. Diante da análise das concepções de ciência, ensino e aprendizado construídas pelos discentes do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Acre – Rio Branco, que participaram desta pesquisa, optamos por elaborar um produto que se caracteriza como sendo Curso Online, intitulado “A construção da ciência, ensino e aprendizado ao longo dos tempos”.

Palavras-chave: Ensino de ciências, concepção de ciência, ensino e aprendizagem.

ABSTRACT

The present work is an investigation carried out with the students of the licentiate course in biological sciences, of the Federal University of Acre, Rio Branco, with the objective of investigating the conceptions of science, teaching and learning of the future teachers of biological sciences in order to establish possible relations between the conception of science and the conceptions of teaching and learning and their implications for the teaching of science. Thus, in order to guarantee this research objective, it was necessary to seek to answer, as a priority, the following questions: a) What are the conceptions of science, teaching and learning of undergraduate students in biological sciences? b) What are the implications / relationships of the conceptions of science, future science teachers / biological sciences, with their conceptions of teaching and learning? Regarding the methodological choices, the present research is an investigation with the qualitative approach, and the data collection was done through the application of a semi-structured questionnaire. The questionnaires were answered by 47 undergraduate students in the biological sciences, distributed between the sixth and eighth period. For the organization of the data collected, and assistance in the subsequent analyzes, we used the software IRAMUTEQ - (Interface for Multidimensional Analyzes of Textes et de Questionnaires). The analysis of the data allowed us to reflect on the fact that the future teachers of biological sciences of basic education have a superficial and relative view on science. Faced with the analysis of the conceptions of science, teaching and learning built by the students of the Licentiate Course in Biological Sciences of the Federal University of Acre - Rio Branco, who participated in this research, we chose to elaborate a product that is characterized as being Online Course, titled "The construction of science, teaching and learning over time".

Keywords: science teaching, science conception, teaching and learning

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	09
CAPÍTULO I - ASPECTOS HISTÓRICOS DA CIÊNCIA E OS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM.....	13
1.1 As civilizações antigas e a idade média.....	13
1.2 A transição do sistema feudal ao sistema capitalista.....	24
1.3 A ciência dos séculos XVIII e XIX.....	31
1.4 A ciência dos séculos XX e XXI.....	41
1.5 Breves considerações acerca dos processos de ensino e aprendizagem, ao longo dos tempos.....	50
1.6 Teorias de aprendizagem e os conceitos de ensino e aprendizagem subjacentes.....	55
CAPÍTULO II – DA TRAJETÓRIA DE PESQUISA AOS DADOS COLETADOS	70
2.1 Abordagem de pesquisa, instrumentos de coleta de dados e os sujeitos da pesquisa.....	70
2.2 Dados coletados e análises possíveis.....	72
2.3 Dos dados coletados à elaboração do produto educacional.....	90
CAPÍTULO III - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94
REFERÊNCIAS.....	97

INTRODUÇÃO

O conhecimento é uma água viciante, em muitos casos, seu acesso/busca é árduo e complexo, contudo prazeroso. Tais palavras iniciais resumem minha trajetória acadêmica e profissional até aqui, estudante no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, na Universidade Federal do Acre. A escolarização, em todos os níveis, promove certa organização das indagações e também faz surgir outras mais complexas, que às vezes na graduação não são sanadas, necessitando assim a continuidade e o ingresso na pós-graduação.

A pretensão de ingressar na pós-graduação e desenvolver o presente estudo deveu-se a necessidade de qualificação do quadro técnico-administrativo da Universidade Federal do Acre, Campus Floresta, no qual faço parte desde maio de 2012. Bem como, dar continuidade aos estudos iniciados em 2010, como aluno de graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas na mesma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES) e aprimorar minha experiência em relação as questões que dizem respeito a atuação profissional como docente na Educação Básica, por onde também já me aventurei.

Assim, as experiências vividas em minha trajetória profissional, bem como as experiências acadêmicas do primeiro semestre do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, especialmente durante a disciplina de Epistemologia e Práticas Pedagógicas, me fizeram refletir e buscar conhecimentos mais aprofundados sobre as relações que podem ser estabelecidas entre as concepções de ciência de docentes que atuam, prioritariamente, no ensino fundamental – anos finais, e suas relações com os processos de ensino e aprendizagem em ciências. Partiremos do princípio de que,

Explicar os fenômenos naturais é uma característica comum em diferentes momentos vividos pelo ser humano. A busca por respostas que saciassem sua curiosidade intelectual levou-o, em seus diversos momentos históricos, a elaborar conhecimentos que pretendiam refletir a realidade em que viviam. Isto significa que, no decorrer da história encontramos variadas respostas representadas por diferentes formas de conhecimentos, entre eles o filosófico, o mítico, o teológico, o científico e outros, que manifestam diferentes apreensões do mundo (RIOS, 2009, p.18).

Desse modo, como dito anteriormente, surge o anseio em aprofundar ainda mais meus conhecimentos em relação à referida temática, sobre o propósito de identificar possibilidades que possam auxiliar os processos de ensino e aprendizagem, em ciências.

(...) as concepções sobre a natureza do conhecimento científico envolvem noções quanto ao modo como alcançamos o conhecimento, em qualquer campo do saber. Podem, portanto, influenciar nossa prática docente. Assim, em um ambiente escolar, onde existe um grande número de professores, é

possível encontrar variadas concepções sobre como a aprendizagem dos alunos se realiza (BORGES, 2007, p.118).

Partindo do exposto, necessário considerar que assim como em sala de aula nos deparamos com estudantes que apresentam uma heterogeneidade de concepções acerca dos diferentes conteúdos, na escola, da mesma forma, encontraremos professores munidos de uma heterogeneidade de concepções de ciência, ensino e aprendizagem. Tal situação, a nosso ver, interfere no processo de aprendizagem do aluno, e, igualmente, nas práticas desenvolvidas pelos professores, justificando também o desenvolvimento da presente pesquisa.

Cada vez mais, com maior amplitude tem se atribuído maior papel à educação no processo de formação de sujeitos, visando à contribuição quando da promoção de melhorias na sociedade, a qual pertence. Assim, nota-se que para além dos objetivos relacionados à garantia de educação, há uma grande preocupação na busca e aprimoramento de mecanismos que fomentem o processo de ensino/aprendizagem, nos diversos níveis de ensino.

De um modo geral, no ensino de ciências, trabalham-se questões de aspectos mais conceituais, restrito ao conhecimento pronto, elaborado e que não consideram os processos nos quais a atividade científica é construída, sendo transmissões e repetições de conhecimentos. Os conteúdos ensinados nas aulas de ciências não podem ser restritos à lógica interna das disciplinas científicas que valorizam somente o conhecimento de teorias e fatos científicos (RIOS, 2009, p.14).

Nesse contexto, vemos pesquisadores e educadores se debruçando para identificar qual ou quais perspectivas epistemológicas tornam os processos de ensino e aprendizagem dos conceitos científicos mais eficazes e, por isso, diante disso, para esta pesquisa, nos colocamos a seguinte questão norteadora: Quais as possíveis relações das concepções de ciência de futuros professores de ciências/ciências biológicas com as suas concepções de ensino e aprendizagem?

Ante o exposto e como tentativa para melhor desenvolvermos a presente pesquisa, optamos por apresentar a questão acima considerando os seguintes desdobramentos:

- (a) Quais as concepções de ciência, de ensino e de aprendizagem dos discentes do curso de licenciatura em ciências biológicas?
- (b) Quais as implicações/relações das concepções de ciência, de futuros professores de ciências/ciências biológicas, com as suas concepções de ensino e aprendizagem?

Para tanto, temos como objetivo desta pesquisa: conhecer as concepções de ciência, ensino e aprendizagem dos futuros professores de ciências biológicas de forma a estabelecer

possíveis relações entre a concepção de ciência e as concepções de ensino e aprendizagem e suas implicações para o Ensino de Ciências. São, dessa forma, objetivos específicos os seguintes: (a) Identificar as concepções de ciência, ensino e aprendizagem dos futuros professores de ciências; (b) Estabelecer possíveis relações entre as concepções de ciência com as concepções de ensino e aprendizagem destes sujeitos, de forma a refletir sobre suas implicações para o Ensino de Ciências.

Assegurado pela referida temática, é importante aludir que minhas experiências profissionais juntamente com os conhecimentos adquiridos na formação acadêmica em Licenciatura em Ciências Biológicas e pós-graduação, me permitiram repensar as minhas concepções de ciência, ensino e aprendizagem. Dessa forma, tornou-se ainda mais evidente para mim o quanto é importante que o professor tenha consciência sobre suas concepções e as implicações para as práticas pedagógicas que desenvolve.

Foi pensando no exposto que inúmeras dúvidas foram surgindo em torno do ensino das ciências, principalmente acerca das possíveis relações entre as concepções de ciência dos docentes responsáveis pelos processos de ensino e aprendizagem. Assim, para que seja possível ampliar nossos conhecimentos, nos propomos a realizar leituras, reflexões, discussões, coletar dados, incorporando ao processo investigativo as ideias, valores e atitudes que movem os sujeitos desta pesquisa, e os permitem perceber a ciência, o ensino e aprendizagem de uma outra forma.

Diante do exposto, cabe destacar que foram sujeitos desta pesquisa os estudantes do curso de graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Acre – Campus Rio Branco. A escolha se fundamenta inicialmente no fato de que são esses sujeitos os responsáveis pelo trabalho pedagógico desenvolvido no ensino de ciências, no ensino fundamental - anos finais. Ou seja, serão esses sujeitos que assumirão as aulas de ciências nas escolas de ensino fundamental – anos finais, e que abordarão os diferentes conteúdos, promovendo o desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizagem. Processos esses que poderão sofrer possíveis interferências das concepções de ciência apresentadas pelos mesmos.

Para estudar o problema deste trabalho de investigação, desenvolvemos esta dissertação que fora organizada contendo dois capítulos, que segue uma breve síntese dos mesmos:

No capítulo I apresentamos, em linhas gerais, características do desenvolvimento e da trajetória da ciência, desde as civilizações antigas até os dias atuais, isto para que possamos compreender como se configura a construção do conhecimento hoje. Para, além disso,

apresentamos uma breve construção histórica da educação, com ênfases nos processos de ensino e aprendizagem, objetivando conhecer e compreender tais processos.

No capítulo II, inicialmente, apresentamos aspectos sobre o percurso desenvolvido ao longo da pesquisa: discutimos questões referentes a abordagem metodológica, bem como os procedimentos de coleta e análise de dados. Nesse espaço também apresentamos os dados coletados, as análises que realizamos com o intuito de compreender/conhecer as concepções de ciência, ensino e aprendizagem, dos sujeitos de pesquisa. Fechamos o presente capítulo apresentando nosso produto educacional e indicando os motivos que levaram à sua escolha e construção.

Por fim, apresentamos as considerações finais deste trabalho, ressaltando aspectos sobre a contribuição teórica e metodológica para o desenvolvimento de novas pesquisas acerca das concepções de ciência, ensino e aprendizado, no ensino de ciências.

CAPÍTULO I - ASPECTOS HISTÓRICOS DA CIÊNCIA E OS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM

1.1 As civilizações antigas e a idade média

Nessas linhas iniciais tentaremos construir brevemente a trajetória histórica da ciência, optando por um enfoque à ciência ocidental, desde as Civilizações Antigas à Idade Média com o intuito de compreender como se configura o entendimento de ciência nos dias atuais. O presente relato histórico se fez especialmente com base no texto intitulado “Para Compreender a Ciência”, de Andery et al (1996).

As civilizações foram se desenvolvendo ao longo dos séculos, vivenciando e experimentando os mais diversificados processos de transformações, modificações e aperfeiçoamentos. É no período homérico, compreendido entre os séculos XII ao VIII a.C., que, em linhas gerais nasce a civilização grega. As invasões ocorridas no período 1700 a 110 a.C., resultaram na civilização Micênica, com bases agrícola e artesanal, dirigida pela nobreza de nascimento. Assim sendo,

A civilização Micênica, baseada na agricultura e artesanato desenvolvidos e na utilização do bronze, era dirigida por uma nobreza de nascimento, militarmente organizada, enriquecida pelo saque e posse de terras. Era em torno do palácio que girava a organização política, social e econômica, militar e religiosa, centrada pelo rei. Nessa estrutura palaciana a escrita desempenhava papel fundamental, era utilizada para fiscalização, regulamentação e controle da vida econômica e social. A vida rural, fundamental nesse período, baseava-se nos *gené*¹ e mantinha certa independência em relação ao palácio. O culto aos mortos era uma prática religiosa da família (ANDERY et al, 1996. p.23).

As invasões realizadas pelo grupo grego denominado de dórios impulsionaram o processo de colonização grega, quando os gregos eólios e jônios firmaram-se na Ásia, resultando em diferenciações na política, economia e estrutura organizacional e, por isso,

Um outro conjunto de consequências afeta de forma significativa a organização política-social e o desenvolvimento técnico. Os dórios organizavam-se política e economicamente num regime de *genos*², enquanto

¹ É uma ex comuna francesa. A comuna por sua vez é a menor e mais antiga subdivisão administrativa da França. (Dicionário online de português. <http://www.dicio.com.br>. Acessado em 21.02.2018).

² Glotz (1980), no livro em que discute a cidade grega, ao descrever os momentos que originaram a civilização grega, caracteriza os *genos*, as *fratrias* e as *tribos*, instâncias de organização que ele considera básicas. Afirma

a sociedade micênica estava organizada em um regime de servidão coletiva, em torno de um rei com poderes econômicos, políticos, militares e religiosos. Foi a organização na forma de gene e tribos que passou a predominar a partir de então; isso significou a destruição de toda a estrutura palaciana e, com ela, o desaparecimento da escrita. Essa reorganização gentílica foi possível, pois também os aqueus haviam mantido, em certa medida, tal forma de organização nos agrupamentos rurais em torno do palácio. Os dórios trouxeram ainda um importante conhecimento técnico - o do uso do ferro. A difusão do uso do novo metal implicou o aprimoramento das armas de guerra e uma grande expansão das forças produtivas, a melhoria dos instrumentos de trabalho agrícola e o desenvolvimento do artesanato (ANDERY et al, 1996, p.24).

Esse conjunto de acontecimentos marcou a formação do período homérico da história grega, na qual foi caracterizado pela substituição da realeza pela aristocracia, sistema que passou a tomar decisões relativas à política e economia. Discussões públicas passaram a ser a forma mais eficiente para decisões coletivas, mas ressalta-se que nem todos os cidadãos participavam dessas assembleias, ou seja,

Da união dos *gênê*, fratrias e tribos surgiram as cidades como centro de organização política. Nelas conviviam diferentes grupos sociais: a aristocracia, os artesãos, os trabalhadores liberais (arautos, médicos, etc), que geralmente mantinham profissões paternas, os pequenos proprietários e os trabalhadores sem-terra e sem qualquer profissão especializada. Encontravam-se ainda escravos. Essa forma de escravidão se caracterizou por ser, naquele momento, patriarcal ou doméstica, em que o trabalho escravo era feito lado a lado com seu proprietário. A aristocracia considerava-se descendente dos deuses e conservava cuidadosamente sua genealogia como forma de garantir condição privilegiada. No entanto, já começava a ser importante também a riqueza, e as propriedades passaram a ser vistas como fonte de poder (ANDERY et al, 1996, p.25).

Os conselhos, compostos por chefes das *gênê* e fratrias, tomavam as decisões relacionadas à política, economia e militares, em muitos casos, a depender do grau de importância do assunto, eram submetidos à apreciação das assembleias, que em suma, contava com a presença dos cidadãos. Andery et al (1996) diz que mesmo o cidadão estando presente, não participavam ativamente das decisões, posto que, estas já estavam tomadas, e eram apenas ratificadas nesse momento.

É nesse cenário grego que vemos surgir os primeiros passos construtivos da *polis*, notável característica da civilização grega. As transformações oriundas do surgimento dessa nova organização não se restringiram apenas ao social, mas se estenderam aos hábitos e ideias

que: "Tinham por *pátria* o clã patriarcal a que precisamente chamavam *patriá* ou, mais amiúde, *gênos*, onde todos os membros descendiam do mesmo antepassado e adoravam o mesmo deus".

do povo. Segundo Vernant (1981 apud ANDERY et al, 1996, p.26) há duas grandes alterações resultantes dessa transformação que merecem destaque, são:

A primeira delas refere-se ao reaparecimento da escrita, por volta do século IX a.C, com uma função completamente diferente da que tinha durante a civilização micênica, quando estava restrita aos escribas e vinculada ao aparelho administrativo. A escrita reaparecia, agora, com a função de divulgar aspectos da vida social e política, tornando-se assim muito mais pública. Era pública no sentido de atender ao interesse comum e no sentido de garantir processos abertos a toda a comunidade, em oposição aos interesses exclusivos da estrutura palaciana à qual atendia no período anterior. A segunda dessas alterações refere-se à especialização de determinadas funções sociais. Não cabia mais ao rei o comando absoluto na tomada de todas as decisões - fossem elas políticas, religiosas, econômicas ou militares. As decisões passaram a ser tomadas não mais de maneira absolutamente individual, mas dependiam da discussão e do apoio dos conselhos e até da assembleia. Dessa forma, as decisões militares, políticas e econômicas passaram a ser vistas como fruto de decisões humanas, resultado de discussões e deliberações dos homens e não de um único rei divino.

As alterações destacadas por Vernant nos direcionam aos primeiros passos para a construção do conceito de cidadania pelos gregos, algo fundamental tanto para essa civilização como para as que viriam: o caráter público e o caráter humano na tomada de decisões. Andery et al (1996) ressalta que a utilização plena do conceito de cidadania ocorreu mais tarde, e que ainda neste momento, as leis eram exercidas e promulgadas pelos poucos que conheciam as tradições e os mitos, para além disso, possuíam ‘parentesco’ com os deuses. Diante disso, interpretavam as situações que se faziam presentes e decidiam conforme suas interpretações.

Ainda segundo Andery et al (1996), uma relação pessoal e intransferível entre alguns homens e os deuses, fosse no exercício da justiça, fosse no da religião (que regulava fortemente as atividades humanas), controlava a vida de outros homens de maneira subjetiva.

Homero e Hesíodo produziram obras importantes que retratavam os acontecimentos históricos que marcaram o período homérico, desde as relações sociais até as religiosas, cada um em seu local social. Jaeger (1986 apud ANDERY et al 1996) faz uma análise das obras de ambos, mostrando que enquanto Homero se preocupava com a descrição da vida e do mundo pela da ótica aristocrática. Hesíodo centra-se em uma perspectiva mais popular, especialmente sobre os camponeses.

Para, além disso, Homero e Hesíodo se distanciavam no que tange a concepção de virtude. Para o primeiro, o homem por si só, já detinha virtude. Já para Hesíodo essa qualidade é adquirida por meio do trabalho. Porém, vale ressaltar que há uma preocupação

comum entre os dois, a aproximação dos homens aos deuses, objetivando uma vivência mais racional e compreensível na terra. Em síntese, nesse período os fenômenos naturais eram explicados pelos desejos dos deuses, assim como a própria origem do universo, vejamos:

A relação homem-deuses - estabelecida tanto por Homero como por Hesíodo - tem um duplo caráter. De um lado, valorizava o homem, na medida em que humanizava os deuses que tinham forma e sentimentos humanos e na medida em que a ele cabiam as ações que possibilitavam o desenvolvimento pleno de suas virtudes. De outro lado, estabelecia uma dependência dos homens em relação aos deuses, que eram vistos como imortais e com poderes para interferir nas vidas humanas. Se isso submetia, de uma certa forma, o homem às divindades, também dava significado à vida humana que passava a ser vista como tendo uma certa razão de ser. Outro aspecto que marcou a relação homem-deuses, nos mitos de Homero e Hesíodo, foi a busca da compreensão do Universo e de seus fenômenos, por meio da ordenação dos deuses que passaram a ser vistos como existindo dentro de uma certa ordem e segundo uma hierarquia que limitava, inclusive, seus poderes sobre a vida humana (ANDERY et al, 1996, p.29).

Conforme já relatado, foi no período homérico que os primeiros embriões do modelo de *pólis* surgiram na civilização grega, porém, é no período arcaico (século VIII ao VI a.C) que essa organização se desenvolve. O comércio mercantil realizado com outras cidades foi uma grande característica desse período grego, especialmente por ser monetária. Segundo Andery et al (1996) cunharam-se moedas que eram usadas na troca de produtos e que representavam, também a garantia e o símbolo de autonomia econômica, política e cultural da *polis*.

É nesse cenário que a ascensão da aristocracia, associada a uma nova classe, os comerciantes, e em contrapartida, o desenvolvimento da pobreza aos pequenos proprietários de terra e à plebe, constituída pelos pequenos artesão e trabalhadores braçais. Andery et al (1996) salienta que ao lado dessas diferentes camadas sociais, cresceu bastante o número de escravos que eram usados tanto na produção agrícola como na produção de artigos artesanais. Por isso,

A identidade política e econômica da *polis* levou ao desenvolvimento da noção de cidadania e democracia, sendo o cidadão responsável pela participação ativa nas decisões e organizações da sociedade. A noção de cidadania, entretanto, aprofundou também a diferenciação entre cidadãos, de um lado, e, escravos, mulheres e estrangeiros, de outro, estes sem poder decisório e sem direito à participação (ANDERY et al, 1996, p.35).

Nesse período há um grande desenvolvimento da ciência, isto frente às várias transformações sociais ocorridas na civilização grega. O homem passa a reconhecer as inconstâncias próprias do ser, da sociedade, da natureza e do divino, gerando maior reflexão sobre as situações que permeavam sua vida, especialmente no campo social e, sendo assim,

Tornava-se capaz de refletir no conhecimento que produzia as abstrações que, cada vez mais, marcavam as várias instâncias de sua vida (como, por exemplo, a abstração envolvida no uso da moeda), tão distantes do mundo que se limitava a contatos práticos, sensíveis, que se limitava aos laços tangíveis de parentesco reproduzidos no mito; e tornava-se capaz de associar o conhecimento com discussão, com debate, com a possibilidade do diferente, da divergência, impossíveis dentro do mundo que havia dado origem ao conhecimento mítico, marcado pelo dogmatismo, pela pretensão ao absoluto (ANDERY et al, 1996, p.35).

As inquietações ocasionadas pela vivência no modelo de *polis* foram imprescindíveis para o desenvolvimento do pensamento racional à civilização grega, visto que criava condições que permitiam a superação das concepções relacionadas aos mitos, e ao mesmo tempo, instigavam a elaboração de novas formas que pudessem explicar os fenômenos naturais e sociais.

É nesse contexto que nomes como Tales, Anaximandro, Anaxímenes, Pitágoras, Parmênides, Heráclito e Demócrito se destacam, na tentativa de caracterizar as concepções filosóficas desse período. Andery et al (1996) acredita que a marca que esses filósofos deixaram na história da filosofia grega é devida, principalmente, às explicações que elaboraram sobre a origem e composição do universo, e cada um deles buscou essa origem em elementos diferentes.

Tales por exemplo, acreditava que a água era o princípio de todas as coisas. Para tal assertiva, levou em consideração que o alimento de todas as coisas é úmido. Anaximandro por outro lado, não associou a origem a nenhum elemento observável, mas sim, elementos indeterminados, *ápeirn* (ilimitado). Já Anaxímenes, realizando uma síntese das teorias dos dois primeiros filósofos, propôs que o elemento que originava todas as coisas era o ar, considerando que este era ilimitado e ao mesmo tem sensível.

Mesmo havendo diferenciações entres as concepções acerca da origem das coisas entre esses três filósofos, é louvável o fato de iniciarem discussões sobre novas maneiras de ver o mundo, uma releitura do universo. Em síntese, promoveram uma ruptura com as explicações míticas, inserindo por vez, a racionalidade em nos pensamentos. De acordo com Vernant (1981 apud ANDERY et al 1996) foram substituídas as explicações com base no sobrenatural, por explicações baseadas na própria natureza.

Ainda na busca de compreender os fenômenos do mundo, o filósofo Pitágoras procurou explicar a composição do universo por meio dos números. Acreditava que os números não eram apenas símbolos, mas um elemento estrutural dos fenômenos da natureza. O conhecimento acerca da origem do universo significava também para Pitágoras o estabelecimento de uma vida social harmônica, isso, em todos os seguimentos sociais, pois,

A compreensão desse universo - composto e formado por números - implicava, então, o reconhecimento dos opostos presentes na própria unidade, mas opostos que se fundiam na unidade, que se harmonizavam; intimamente relacionada à noção de número como constitutivo dos fenômenos, desenvolveu-se a noção de harmonia (ANDERY et al, 1996, p.42).

Com certa influência dos pensamentos dos filósofos de Mileto, principalmente sobre a questão da unidade na constituição do universo, Heráclito considerou o fogo como sendo o elemento primordial no processo de formação do universo. Segundo Andery (1996) era o fogo que possibilitava a transformação, que expressava a lei que regia o universo. Em síntese, Heráclito deu origem a uma nova concepção de universo, e abordou ainda, problemas relacionados à produção de conhecimentos.

O ser era algo pleno, na concepção de Parmênides, algo contínuo, sem início e fim, eterno. O pensamento desse filósofo exerceu fortes influências no desenvolvimento do pensamento grego. O pensamento grego, pois o problema que colocava sobre a contradição unidade-multiplicidade na concepção do Ser e suas decorrências para a produção de conhecimento passaram a constituir objeto de reflexão indispensável para os pensadores que o sucederam (ANDERY, 1996).

Dando continuidade às teorias de Leucipo sobre átomos, Demócrito acreditava que o universo era constituído por uma infinidade de partículas finitas de átomos, este sendo indestrutíveis e imutáveis. De acordo com Andery et al (1996) existiam dois tipos de conhecimento para Demócrito: o "obscuro", que era produto da sensação e a partir do qual o homem percebia as qualidades dos objetos, tais como a cor e o sabor; e o "genuíno", que era alcançado pela mente, pela razão e que possibilitava a descoberta dos átomos e do vazio - a verdadeira realidade dos fenômenos.

Adentrando ao período clássico, temos a democracia aprofundada e consolidada, ainda fundamentalmente no trabalho escravo para a economia. A riqueza dos cidadãos estava baseada na propriedade da terra, embora houvesse cidadãos não-proprietários que se ocupavam de várias funções na cidade. Os pequenos proprietários de terras, que constituíam a

maior parte dos cidadãos, trabalhavam com suas famílias na terra, em geral auxiliados por um ou dois escravos. Segundo Andery et al (1996) um período marcado pelo apogeu de Atenas, mas com grandes crises e conturbações.

Nesse contexto, a filosofia tornou-se uma ferramenta de educação para alguns indivíduos, pertencentes ao grupo dos “sábios”, os sofistas. De seus escritos, pouco restou, o que se sabe sobre os mesmos, é pelos dos escritos de Platão e Aristóteles. Sobre os sofistas Andery et al (1996, p.60) diz que,

Esse grupo de homens - dentre os quais podem ser citados Protágoras de Abdera (480 a.C. aproximadamente), Górgias de Leôncio (483-375 a.C), Crítias de Atenas (455-403 a.C), Hípias de Ellis (morto em 343 a.C.) e Antifonte (do qual muito pouco se sabe) - não constituiu uma escola, uma vez que defendia muitas vezes posições distintas e tinha concepções diversas sobre a natureza, os deuses, etc.

Da mesma forma, como afirma Romeyer-Dherbey (1986), tem em comum "(...) um determinado conjunto de temas, como o interesse prestado a problemas sobre a linguagem, à problemática das relações entre a natureza e a lei, por exemplo" (ANDERY, 1996, p.60).

Os sofistas transitavam de cidade em cidade transmitindo conhecimentos variados aos filhos dos cidadãos que lhes permitiam participar na vida pública e política. Para tal, enfatizavam também a retórica e argumentação em seus ensinamentos, pois acreditavam ser indispensáveis na formação educacional do indivíduo. Para Andery et al (1996), os Sofistas acreditavam que o sucesso de um homem era devido à sua capacidade de convencer o outro de seus argumentos.

Para os Sofistas as leis e instituições nada mais eram que construções humanas, sendo, portanto, passíveis de alterações, a depender dos interesses dos indivíduos que compõem a polis e também da cultura instaurada. Nesse contexto, para alguns as virtudes, a justiça e diferenças existentes entre os homens não se constituíam como atos divinos. Sendo assim,

Com os sofistas inaugura-se assim uma enorme ênfase no indivíduo que molda e é moldado pela cultura, pelas convenções humanas. Essa concepção, com sua marca de relativismo, torna o indivíduo o centro da preocupação dos sofistas. Mais uma vez, uma frase atribuída a Protágoras é esclarecedora: "(...) o homem é a medida de todas as coisas, das que são enquanto são, e das que não são enquanto não são" (Platão, *Teetetos*, 151- 152, em Mondolfo, 1967).

Do ponto de vista da produção de conhecimento, temos destaque para três pensadores: Sócrates, Platão e Aristóteles. Ao contrário dos diversos pensadores que

antecederam esses três, eles trouxeram como objeto central de suas discussões, o homem. Isto porque, para eles, por possuir alma, somente o homem é capaz de produzir conhecimento.

Radicalmente contrário ao pensamento relativista dos sofistas, Sócrates acreditava e defendia a existência de valores e virtudes, os quais deveriam ser conhecidos, e somente após esse conhecimento, seguidos em defesa de todos, e não apenas de alguns. Sobre isso Andery et al (1996, p.63) diz:

A sabedoria dependia de conhecer-se a si mesmo e do conhecimento e controle de seus próprios limites; o reconhecimento de sua própria ignorância, por parte de cada indivíduo, consistia, assim, no primeiro passo, absolutamente necessário, para o verdadeiro saber. Sócrates acreditava que os homens precisavam reconhecer que tinham conhecimentos errôneos, inclusive de si mesmos. Acreditava que essa era uma empresa difícil, mas fundamental. Mostrar-lhes tal ignorância também era sua tarefa. A partir desse passo, o conhecimento de si (e daquilo que importava, os universais) era possível e indispensável porque os homens, possuidores de uma alma indissociável de seu corpo, aspiravam ao Bem, e só não eram capazes de reconhecê-lo e praticá-lo por causa de sua ignorância. O homem - suas virtudes, seu comportamento e seu conhecimento - era o centro, portanto, das preocupações de Sócrates.

De maneira geral, a visão do conhecimento era concebida como forma de aprimoramento do homem e da sociedade na qual estava inserido. Considerando que o homem possuía alma, logo já possuía o conhecimento, necessitando apenas externá-lo pela busca por si mesmo, o que chamava de autoconhecimento. Nesse percurso visando o aprimoramento do homem, logo, produção de conhecimento, Sócrates introduz questões acerca dos conceitos universais e indução. Sócrates acrescenta às preocupações naturalistas, preocupações relativas à sociedade e o homem, visão ética do homem.

Segundo Andery et al (1996), por outro lado, para Platão,

O conhecimento daquilo que a alma continha era o conhecimento das verdades essenciais, imutáveis e fonte de tudo aquilo que existia no mundo sensível. Como Sócrates, Platão colocava a filosofia a serviço da condição humana e, como Sócrates, acreditava que esse conhecimento não era o conhecimento das técnicas e do mundo empírico, que certamente considerava importante para a reprodução da vida cotidiana do homem, mas que não o conduzia à felicidade e ao Bem (ANDERY et al, 1996, p.68).

Com relação à Aristóteles, ele abdicou da concepção de um mundo das ideias, separado e sensível. Assim como Platão, defendia que o conceito científico tratava-se dos conceitos universais. Porém, o pensamento dos autores se diferenciavam no que tange à função da investigação do mundo no processo de construção desses conceitos.

De acordo com Andery et al (1996, p. 84-85),

As concepções aristotélicas de ser, de substância, de causa, estão presentes na explicação que forneceu para a Terra e o universo. Aristóteles propôs uma física e uma astronomia que trazem a marca dessas suas concepções. Supunha que o universo era único e finito. Esse universo era entendido como eterno (sem começo ou fim). Nele se dispunham em esferas, os vários planetas e estrelas. No interior e centro desse sistema estava a Terra. Os seres na Terra eram divididos em animados (as plantas, os animais e o próprio homem – possuíam alma) e inanimados (os minerais).

O pensamento de Aristóteles teve forte influência posteriormente, no processo de construção de conhecimento, especialmente no que tange os métodos para chegar ao conhecimento científico. Para o pensador havia dois caminhos indispensáveis nesse processo, sendo, a indução e a dedução.

A Idade Média, período compreendido entre os séculos V e XV, foi marcado por aspectos negativos, como violência extrema, crueldade política e social, e perseguição religiosa, por isso, muitos a classificam como idade das trevas. Porém, quando tratarmos desse período não devemos associar apenas à negatividade, mas salutar as transformações políticas, sociais, culturais e da ciência proporcionadas pelo período. Assim,

Dadas a extensão e a complexidade do processo evolutivo, a Idade Média (476-1453) é, por sua vez, subdividida em Alta Idade Média (séculos V-XIII) e Baixa Idade Média (séculos XIV-XV). Do ponto de vista político, econômico e social, e, ainda, com o propósito de facilitar sua explicação, os historiadores consideram, ainda, que a Alta Idade Média compreenderia três épocas distintas: a dos Reinos germânicos (séculos V-VIII), a pré-feudal (séculos IX-X) e a feudal (séculos XI-XIII), quando se formou e se consolidou a Sociedade feudal e ocorreu a transição do escravismo para o servilismo. A Baixa Idade Média, palco do renascimento urbano, cultural e comercial, se caracterizaria por profundas transformações sociais, econômicas, técnicas e políticas, indicativas da transformação do regime feudal em pré-capitalista (ROSAS, 2012, p.303).

O início da Idade Média é marcado pela divisão do Império Romano em Ocidental e Oriental, ocorrendo diferenciações na política, na economia, na cultura e principalmente nas questões religiosas. Sobre isso Andery et al (1996) salienta que não se pode ver a Idade Média como um todo homogêneo, uma vez que nela coexistiram diferentes organizações sociais. Aqui, vale ressaltarmos que trataremos apenas nas questões históricas relativas à ciência apenas no período medieval ocidental.

A crise social, política, econômica e econômica do Império Romano contribuíram significativamente para a consolidação do sistema feudal, e conseqüentemente o fim do

sistema escravista, porém não resultou necessariamente ao fim da exploração das pessoas. De acordo com Andery et al (1996), a unidade econômica, político-jurídica e territorial era o feudo. Numa dada extensão de terra, eram produzidos os bens necessários à manutenção de seus habitantes, realizadas as trocas de bens e elaboradas as leis. A inovação nesse período restringe-se a termos técnicos, como por exemplo, arado com rodas, estribos para cavalos e melhoramento nos moinhos d'água.

Em meados do século XVI há o ressurgimento das cidades como centros de produtores e comércios. Acredita-se que esse renascimento foi influenciado pelo crescimento populacional, e este determinou o aumento da produção agrícola. Com o comércio em alta, houve a necessidade de criar mecanismos de transportes, frente à expansão, assim, vemos nesse período um forte aperfeiçoamento náutico, tornando possíveis as viagens transoceânicas. Para, além disso, a fundição do ferro foi um marco, bem como o papel e imprensa, que por vez possibilitou a difusão de ideias. Segundo Andery et al (1996) verificase a intensificação na produção do conhecimento científico em diferentes campos, como a astronomia, a ótica, a medicina, a química e a matemática.

Nesse período, a igreja exerceu forte influência na vida dos cidadãos, assim como na política e economia, especialmente porque desde o império romano, a mesma teve uma grande ascensão. Durante a crise do império, o cristianismo questionou com veemência ideias e valores da sociedade escravista, defendendo por vez a igualdade entre todos os homens, por serem filhos do mesmo Pai. De acordo com Aquino (1980 apud ANDERY *et al*, 1996) numa sociedade onde reinava a insegurança e que estava sujeita a ameaças, a Igreja oferecia segurança e proteção de que a população necessitava; a salvação era buscada cada vez mais por adeptos que doavam terras e pagavam tributos para alcançá-la.

A influência religiosa nesse período da história da humanidade se fez presente nas ideias e princípios jurídicos, bem como na política, na ética, moralidade da sociedade e em âmbito intelectual. Com o monopólio do saber, controlou a vinculação do conhecimento, resultando no controle da própria produção de conhecimento na época. O conhecimento como um todo era subordinado à Igreja Católica, voltava-se principalmente para a consolidação do cristianismo.

A maior parte do conhecimento produzido nesse período possuía um viés religioso, extinguindo qualquer teoria ou pensamento contrário ao estabelecido pelo clero. Na concepção de Andery et al (1996), esse contexto explica o porquê que o conhecimento científico nesse dado momento tem um caráter mais prático do que explicativo. Salienta ainda

que foi nesse período que descrição e produção de remédios foram satisfatórias, bem como o desenvolvimento da química, visando à transformação de metais em ouro.

No que tange às explicações dos fenômenos naturais, predominavam os princípios da religião, nos quais, o mundo foi criado por Deus, hierarquicamente organizado. As explicações dos males que assolavam a sociedade, como por exemplo, a peste negra, giravam em torno de questões de anormalidade climáticas, astrológicas ou simplesmente por descumprimento das leis do Senhor, punição divina. Sendo assim,

Outra característica da produção de conhecimento refere-se aos procedimentos metodológicos utilizados; diferentemente do que ocorrerá posteriormente, os fatos, a observação e a experimentação não são critérios de aceitação ou rejeição das explicações. O maior peso é dado à autoridade que tem, como representação máxima, o pensamento de Aristóteles, já cristianizado. Considerando-se que a observação e a experimentação constituem-se potencialmente em procedimentos que podem vir a gerar, com base em dados, novos conhecimentos contrários àqueles defendidos dogmaticamente com base na autoridade, pode-se entender por que tais práticas sofriam sanções da Igreja (ANDERY et al, 1996, p.143).

Dois grandes filósofos tiveram destaques no período medieval. O primeiro Santo Agostinho, com fortes influências do pensamento platônico, e, em segundo, São Tomás de Aquino, com concepções influenciadas pela filosofia de Aristóteles. Em linhas gerais, Santo Agostinho afastou-se das preocupações relativas ao mundo físico, voltando-se à filosofia que objetiva a vida do homem, direcionando-o ao Bem. Para o filósofo, Deus é o responsável pela criação de todas as coisas, a partir do nada, desde as grandes às pequenas. Logo, Deus é o Bem Supremo.

De acordo com Andery (et al, 1996), para Santo Agostinho o conhecimento pode se referir às coisas sensíveis (provenientes dos sentidos) e às coisas inteligíveis (provenientes da razão): *Pois todas as coisas que percebemos, percebemo-las ou pelos sentidos do corpo ou pela mente*. O pensador defende que a verdade autêntica é algo imutável, e é adquirida pela inteligência iluminada. Essa iluminação que proporciona o descobrimento da verdade é divina, a qual é concedida aos homens por Deus.

Já a filosofia de São Tomás de Aquino caracteriza-se pela relação estabelecida entre razão e fé, bem como as concepções de finalidades, casualidade e potência. Esse pensador promoveu em suas obras a distinção entre a filosofia e teologia, atribuindo-lhes suas funções. Assim, para Aquino, a filosofia é responsável por estudos relativos à natureza, realizados por meio da razão. Já teologia deve se preocupar com questões sobrenaturais, pela fé. Porém, ressalta em ambas é possível chegar ao conhecimento.

De acordo com Andery (et al, 1996, p.152), São Tomás de Aquino considera que,

Deus se revela na sua criação, procura, por meio do que considera manifestações (efeitos) da obra divina, chegar à prova de Sua existência (causa dos efeitos). Tomás de Aquino propõe cinco provas da existência de Deus, a partir: 1) do movimento identificado no universo; 2) da ideia de causa em geral; 3) dos conceitos de necessidade e possibilidade; 4) da observação de graus hierárquicos de perfeição das coisas; e 5) da ordem das coisas.

Foi ele também que indicava ser o conhecimento obtido pela razão empírico e racional. Esse conhecimento conceitual – por não ser revelado divinamente – estava dividido em dois momentos relativos à elaboração: o sensível e o intelectual.

O primeiro momento de elaboração do conhecimento conceitual é a obtenção dos dados por meio dos sentidos; como não possui ideias inatas, o homem só pode chegar ao conhecimento se tiver "matéria-prima" para sua atuação, e essa "matéria-prima" são os dados fornecidos pelos sentidos. O segundo momento é o intelectual, isto é, o momento em que o homem chega às essências, abstrai as coisas, entende conceitos, julga e raciocina (ANDERY et al, 1996, p.156).

Em síntese os pensamentos de São Tomás de Aquino visavam atribuir valor aos processos de produção de conhecimento desenvolvidos por meio da razão, como da utilização da fé como mecanismo de construção. Ressaltando, porém, que as verdades reveladas divinamente são superiores aos revelados por meio da razão.

1.2 A transição do sistema feudal ao sistema capitalista

O processo de transição do feudalismo ao sistema capitalista foi marcado pela substituição da terra (símbolo de riqueza e poder) pelo dinheiro. Cada país da Europa experimentou de formas variadas essa transição, em alguns de forma lenta e em outros, mais rápidos. Como se trata de poder, vale ressaltar que as formas apresentaram conflitos e violência, presentes tanto no campo como nas cidades. Para, além disso, vários filósofos desempenharam papel importante nesses períodos, apresentando uma visão de mundo diferente (novas) e de produção de conhecimento dentro do contexto da época. Os que tiveram maior destaque para o desenvolvimento da ciência serão apresentados no decorrer deste texto. Assim, iniciamos destacando que,

Os séculos XV, XVI e XVII (particularmente os dois últimos) são aqueles em que mais acentuadamente ocorrem mudanças que marcam a passagem do sistema feudal ao sistema capitalista. Nos séculos XV e XVI, na Europa, a descentralização feudal é gradualmente substituída pela formação de Estados nacionais unificados e pela centralização de poder, com a formação das monarquias absolutas. Na Inglaterra, o processo de unificação foi favorecido pelo enfraquecimento da nobreza e, conseqüentemente, do parlamento – que tinha nela sua principal sustentação - em função da Guerra das Duas Rosas, iniciada em 1455, entre duas facções de nobres rivais. Na França, a ocorrência de uma guerra contra a Inglaterra - a Guerra dos Cem Anos (1337-1453) - favoreceu o aparecimento de uma consciência nacional, a derrocada do poder feudal e o surgimento de monarcas absolutos extremamente poderosos, a ponto de esse país tornar-se o grande modelo dos regimes absolutos (ANDERY et al, 1996, p.163-164).

Conforme já abordado anteriormente, o aumento populacional foi um dos fatores que intensificou o sistema comercial no período feudal. Com isso, as cidades passaram a ofertar maiores condições de emprego à população. O sistema marítimo, bem como o colonial geraram grandes riquezas, impulsionando ainda mais o comércio. É nesse contexto de expansão comercial que se desenvolvem as instituições financeiras, como bancos, bolsas e etc, com o objetivo de subsidiar as diversas atividades mercantis.

O desenvolvimento da indústria é outro marco no processo de transição do capitalismo, esta graças ao acúmulo de capital gerado pela grande expansão do comércio, e também, pela presença de mão de obra - classe trabalhadora livre presente nos centros, normalmente camponeses que saíram dos campos à cidade em busca de sobrevivência, frente ao fechamento das terras ocorrido em meados do século XVI.

Durante o processo de desenvolvimento da indústria vemos surgir o sistema de manufatura, frente à expansão do comércio. Tal sistema consiste no aglomerado de trabalhadores no mesmo teto, contratados pelo proprietário dos meios de produção, cabendo ao trabalhador produzir de maneira parcelada, e o proprietário apenas orientar e vigiar. Diante das limitações apresentadas por esse sistema, bem como o forte desejo de maior expansão do comércio, surge a máquina. Segundo Andery et al (1996) o surgimento da máquina a vapor, uma combinação de ferramentas simples, que, por sua vez, favoreceu a ocorrência do que veio a ser denominado Revolução Industrial, no século XVIII, na Inglaterra.

Concomitante com a transição dos sistemas, o pensamento, as ideias e o conhecimento vão se transformando, em muitos casos houve a rejeição do conhecimento produzidos no sistema feudal, a fim de atender as demandas apresentado nesse novo cenário. Porém, a literatura nos diz que houve certo vazio intelectual nessa transição, visto que ao abandonar os já produzidos não houve a produção imediata de novos conhecimentos que

explicassem o mundo, resultando em problemas – que surgiram – sem respostas imediatas. Nessa perspectiva,

Essa fase inicial fundamentalmente destrutiva, na medida em que a preocupação central foi a destruição da síntese aristotélica; mas afirma que, embora não se tenha, nessa fase, encontrado solução para a maioria dos problemas levantados, abriu-se caminho para sua solução durante a grande luta de ideias do momento posterior. Essa espécie de vazio intelectual, que se sucedeu à demolição da visão de mundo medieval, levou a um período impregnado de misticismo, de superstições grosseiras, de credulidade meio cega, de crença irracional na magia (Bernal, 1996 apud ANDERY et al, 1996, p.175).

As concepções de universo nesse novo cenário, que vieram em substituição à visão medieval, tinham como preocupação central o próprio homem. Há substituição também na relação Deus-homem, enfatizadas na Idade Média, passando para uma relação homem e natureza. De acordo com Andery et al (1996) isso significava, com relação ao conhecimento, a valorização da capacidade do homem de conhecer e transformar a realidade. Foi proposta uma ciência mais prática, que pudesse servir ao homem, ou seja,

Aliada ao rompimento das ideias do mundo medieval, rompeu-se também a confiança nos velhos caminhos para a produção do conhecimento: a fé, a contemplação não eram mais consideradas vias satisfatórias para se chegar à verdade. Um novo caminho, um novo método, precisava ser encontrado, que permitisse superar as incertezas. Surgem, então, duas propostas metodológicas diferentes: o empirismo, de Bacon, e o racionalismo, de Descartes. Esses dois autores dedicaram parte de sua obra a discutir o caminho que conduziria ao verdadeiro conhecimento (ANDERY et al, 1996, p.177).

O racionalismo e empirismo representam visões opostas de como o homem adquire conhecimento. O primeiro busca entender o mundo e investigar a verdade pelo uso da razão, o segundo, no entanto, defende que a origem do conhecimento pauta-se na experiência que, por sua vez, decorre dos processos de observação direta. No racionalismo são científicas apenas as teorias capazes de ser claramente avaliadas em termos de critério universal e que sobrevivem ao teste (CHALMERS, 1993). No empirismo as experiências humanas são as únicas responsáveis pela construção das ideias, ou seja, pela construção da ciência.

Galileu Galilei, entre 1600 a 1642, desenvolveu concepções que resultaram na geometrização da ciência do movimento, criando assim, duas novas ciências, preocupadas com o estudo geométrico da resistência dos sólidos e do tratado acerca do movimento. É importante lembrar que Galileu desenvolveu diversos estudos sobre a relação da gravidade e

pesos dos corpos, estudos que lhe renderam inúmeras nomeações, especialmente o título de catedrático de matemática da Universidade de Pisa.

Em meados de 1609, Galileu desenvolveu o primeiro telescópio que possibilitou visualizar objetos distantes. Utilizou o equipamento para incrementar seus processos investigativos do céu, que descreveu suas observações, e à época foi considerada as mais precisas e significativas, e impulsionou às dúvidas relativas ao pensamento aristotélico acerca do universo, de que a terra era o centro do universo. Nesse cenário desenvolveram-se embates teóricos acerca de duas concepções de mundo, a heliocêntrica e geocêntrica.

Defensor do sistema copernicano, Galileu publicou o livro *Diálogo*, porém, mesmo autorizado pela Igreja, foi preso na Itália e condenado à prisão perpétua, sendo ainda obrigado a negar suas convicções. De acordo com Andery et al (1996) tem sido admirada a revolução do conhecimento operada por Galileu no final do século XVI, dando início à ciência moderna, que tem até hoje as características gerais estabelecidas nesse período, fornecendo suporte para a proposta newtoniana que ocorreria no século seguinte.

A transição do catolicismo ao protestantismo na Inglaterra resultou em grandes transformações no que tange ao sistema produtivo, na qual a expansão industrial a transformou na grande potência da época, com forte poder político. Influenciado pelo contexto de potência industrial, Francis Bacon foi forte defensor da ciência voltada para a indústria, ao progresso da sociedade e, por isso,

Apesar de ter estado sempre no centro da vida pública, dedicou grande parte de seu tempo a refletir sobre o conhecimento e sobre a melhor forma de colocá-lo a serviço do homem. Não descobriu qualquer nova lei, não elaborou uma teoria própria em qualquer ramo de investigação; em vez disso, propôs uma forma para se chegar a novas teorias, um método que, a seu ver, possibilitaria a construção de um conhecimento correto dos fenômenos (ANDERY et al, 1996, p.194).

Bacon acreditava que ao obter e controlar conhecimentos sobre a natureza, conseguiria proporcionar o bem-estar ao homem, facilitando por vez sua vida em sociedade. Logo, era fundamental a dominação do homem sobre a natureza. De acordo com Andery et al (1996), a visão de Bacon é que, para que o conhecimento cumpra sua finalidade de se colocar a serviço do homem, ele tem que estar fundado em fatos, numa ampla base de observação.

Bacon acreditava que as ciências se estagnaram devido aos métodos utilizados, pois barram o progresso, considerando que não partem dos sentidos ou da experiência, mas das ideias previamente estabelecidas. Para ele, o correto seria partir de diversas experiências, de forma ordenada. Diante dessa percepção Bacon propõe um método que denomina de indução,

A indução é, pois, um processo de eliminação, que nos permite separar o fenômeno que buscamos conhecer — e que se apresenta misturado com outros fenômenos na natureza — de tudo o que não faz parte dele. Esse processo de eliminação envolve não só a observação, a contemplação do fluxo natural dos fenômenos, como também a execução de experiências em larga escala, isto é, a interferência intencional na natureza e a avaliação dos resultados dessa interferência. Caberia ainda ao processo indutivo multiplicar e diversificar as experiências, alterando as condições de sua realização, repeti-las, ampliá-las, aplicar os resultados; verificar as circunstâncias em que o fenômeno está presente, circunstâncias em que está ausente e as possíveis variações do fenômeno (ANDERY et al, 1996, p.198).

Nesse sentido, a verdade científica deriva diretamente da experimentação e da observação do comportamento da natureza e as leis e teorias derivam, por indução dos fatos observados. O princípio da indução, consistia em extrair uma proposição geral a partir da observação de um certo número de casos particulares observados em condições variadas. O conhecimento científico é obtido a partir da base segura da observação e a indução – explica como as teorias são construídas. Em síntese,

O que seria então o raciocínio lógico e dedutivo - uma vez que um cientista tem leis e teorias universais à sua disposição, é possível derivar delas várias explicações e previsões. A dedução é uma forma de inferência que obtém afirmações singulares a partir de afirmações universais. Aplicada às afirmações universais da ciência, a dedução permite tanto a predição quanto a explicação de eventos particulares. Não é possível que premissas verdadeiras de uma dedução levem a uma conclusão falsa. A dedução está relacionada com a derivação de afirmações dadas (MELO, 2015, p. 31 – 32).

A filosofia de René Descartes surge em um período em que as concepções e crenças da Idade Média encontram-se abaladas, em um momento de busca de novos conhecimentos que solucione as insatisfações presentes. Há ceticismo presente nos pensadores, nos quais a verdade, o conhecimento é tido como incerto, e inalcançável. Contrário a esse pensamento cético, Descartes mantém convicto da possibilidade de se chegar e conhecer verdade.

Sobre essa possibilidade de conhecer a verdade Andery et al (1996, p.202) diz que,

Só é possível pela recuperação da razão: por meio de recursos metodológicos, propõe a utilização adequada da razão, de forma a obter ideias claras e distintas (verdades indubitáveis), ponto de partida para alcançar novas verdades também indubitáveis. À crença na razão, Descartes chega por meio de um processo em que, usando a dúvida como procedimento metódico, estende-a a tudo o que o cerca.

A dúvida é o meio pelo qual Descartes conhece as primeiras verdades que solidificam sua filosofia. Duvidando de tudo, chega-se a certeza do que é um ser pensante, da existência de Deus, que existem corpos, dos quais há sensações. “Penso, logo existo” mostra os que o processo de duvidar não deve se expandir ao pensamento, pois, para o filósofo a existência do pensamento se firma pelo simples ato de duvidar.

Segundo Andery et al (1996), passando a refletir sobre a dúvida, percebe-a como uma imperfeição se comparada ao conhecimento. Busca, então, a origem da ideia de perfeição nele presente, superior a ele próprio, ser imperfeito, e conclui que deve advir de algo perfeito, existente fora dele: Deus.

A existência do pensamento é a primeira verdade indubitável estabelecida por Descartes, em seguida, a existência de Deus - metafísica. Nessas assertivas que o filósofo baseia-se o conhecimento da verdade, que pode ser alcançado pela razão. A filosofia de Descartes não é contemplativa, ao contrário, busca-se uma metodologia única que objetive o controle da natureza, do mundo. Assim,

a ênfase na dúvida e no modelo matemático de raciocínio reflete-se nas regras metodológicas por ele propostas, meio pelo qual a razão chegaria a certezas claras e distintas, evitando os erros; em outras palavras, o método é o "mecanismo" que assegura o emprego adequado da razão nas suas duas operações intelectuais fundamentais: a intuição e a dedução (ANDERY et al 1996, p.204).

A filosofia de Thomas Hobbes centra-se na noção de movimento, ao contrário de Descartes, piamente acreditava no repouso dos corpos. Para Hobbes todos os seres têm corpos, este sujeito à ação e sempre em movimento – com exceção das influências externas que os fazem parar. É por meio das concepções de corpo e movimento que este filósofo constrói os pensamentos acerca do universo, que por vez, gerou uma concepção mecanicista de movimento. Sobre essas percepções Andery et al (1996, p.213) diz que,

O conhecimento era possível porque, para Hobbes, os homens eram capazes de ter sensação, imaginação e entendimento. O mecanismo pelo qual, a partir das sensações, chegava-se à imaginação ou pensamento sobre os objetos ou fenômenos aos quais estes se referiam, envolvia, na realidade, processos, segundo Hobbes, comuns aos animais e ao homem como indivíduo e como espécie. Nesse sentido essas capacidades eram naturais à espécie humana e serviam de base a todo o conhecimento produzido pelo homem.

Percebemos, então, que para este filósofo, o conhecimento científico estava ligado de maneira dependente às sensações e imaginações. Para, além disso, havia uma forte

dependência da linguagem – necessária ao processo de produção de conhecimento. Segundo Andery et al (1996) a linguagem era necessária, porém insuficiente no processo, visto que a ciência devia buscar explicações, descobrir as relações causais entre os fenômenos de forma que se pudesse saber como e quando ocorreriam. Tais relações só eram possíveis devido à razão.

A filosofia de John Locke exerceu forte influência na política da Inglaterra, especialmente no período de ascensão do liberalismo inglês. Outra marca de sua filosofia diz respeito à preocupação com as condições que possibilitava a construção de conhecimento, denominado de estudo do entendimento humano. De acordo com Andery et al (1996) essa preocupação está vinculada a suas ideias políticas e à consequente tentativa de desvendar objetivamente os processos envolvidos na vida pública e, assim, ser capaz de criticar as noções religiosas que, então, justificavam não apenas o poder absoluto do rei, mas também as perseguições e o fanatismo religioso.

Locke defendia que o processo de construção de conhecimento ocorria por ideias relacionadas a objetos que se encontram externos ou internos a mente. Logo, para o filósofo, as ideias surgem a partir de experiências, sejam elas internas ou externas. Para o filósofo, as ideias internas a mente foram classificadas de ideias de reflexão; as externas foram classificadas em ideias de sensações. Segundo Andery et al (1996) esses dois tipos de ideias eram as únicas fontes de todo o entendimento humano; assim, o entendimento era, em última instância, referente a um mundo de coisas sensíveis e de operações mentais que tinham existência objetiva.

Outro filósofo natural que desempenhou grande influência no processo de desenvolvimento da ciência nesse período de transição entre o sistema feudal ao sistema capitalista foi Isaac Newton. Com grandes contribuições às diversas áreas de conhecimentos, tais como a matemática (binômio de Newton, diferencial e integral e etc.); astronomia; ótica; e principalmente na mecânica, com as três leis de Newton. A intensa relação que Newton estabeleceu entre a matemática e a experimentação marcou o processo de fazer ciência, logo à história da ciência. De maneira geral, suas contribuições para o desenvolvimento da ciência lhe rederam destaque na história da humanidade, pois,

Newton é apontado como herdeiro e propulsor desses dois campos férteis da investigação, com a necessidade da matemática sempre se moldar à experiência. Isso significava que quaisquer de suas especulações acerca da natureza deveriam ser transformadas em fórmulas precisas e passíveis de observação (ANDERY et al, 1996, p.238).

Conforme já vimos, a noção de como o universo se constituía e se organizava estavam pautadas nos estudos realizados por Copérnico e Galileu, que após várias sanções políticas e religiosas, firmam-se como as mais coerentes. Segundo Andery et al (1996), Newton demonstrava que os planetas estão submetidos a dois movimentos; um que é inercial (ao longo de uma reta e velocidade constante) e outro que exige a participação de uma força que o mantém na sua órbita. Essa força é a da gravitação, logo, a construção das três leis.

Newton estabelece um novo método para a produção de conhecimento, partindo de fenômenos observáveis, isentando-se em estabelecer hipóteses, salvo quando originadas do próprio dado. De acordo com Andery et al (1996) esse foi um modelo e um critério de ciência que perdurou por séculos: hipóteses deduzidas dos fenômenos; a observação como critério para a produção e aceitação do conhecimento; a possibilidade da quantificação dos fenômenos; a utilização da análise e síntese, por meio da indução, para explicar os eventos naturais. Ressaltando que ainda há muitas pesquisas que são construídas com base nesse método de Newton, com alguns incrementos.

1.3 A ciência dos séculos XVIII e XIX

Os séculos XVIII e XIX são fundamentalmente marcados pela consolidação do capitalismo como sistema, que como já vimos promoveu diversas transformações culturais, sociais, políticas e econômicas. Para, além disso, enfatizando ainda mais o capitalismo como sistema dominante no período, ocorrem duas grandes revoluções europeias, sendo a Revolução Industrial e Revolução Francesa mais significativas. A primeira tida como uma revolução econômica, que iniciou na Inglaterra, em meados do século XVIII, e posteriormente vivida por outras nações, e tardiamente na Alemanha, meados do século XIX. Outra, com fundamentos políticos, protagonizada pelos Franceses, na segunda metade do século XVIII. Sendo assim,

A Revolução Industrial significou um conjunto de transformações em diferentes aspectos da atividade econômica (indústria, agricultura, transportes, bancos, etc.), que levou a uma afirmação do capitalismo como modo de produção dominante, com suas duas classes básicas: a burguesia, detentora dos meios de produção e concentrando grande quantidade de dinheiro; e o proletariado, que, desprovido dos meios de produção, vende a sua força de trabalho para subsistir. Significou, sobretudo, uma revolução no processo de trabalho, por meio da criação de um 'sistema fabril' mecanizado que por sua vez produz em quantidades tão grandes e a um custo tão rapidamente decrescente a ponto de não mais depender da demanda existente, mas de criar o seu próprio mercado (ANDERY et al, 1996, p.258).

Objetivando aumentar os lucros, por meio do aumento da produção, em menor ou igual tempo, os capitalistas inserem as máquinas em substituição à força motriz do trabalhador. Com isso, ocorre uma revolução no processo de trabalho, especialmente sobre as limitações físicas do trabalhador braçal. Temos então um novo cenário, ao invés do trabalhador e suas ferramentas, a máquina é quem fabrica o produto, e ao operário, resta apenas o processo de manuseio desta máquina.

De acordo com Andery et al (1996), com esse novo contexto, há o aumento da produção, e o sistema fabril derruba, pela concorrência, as outras formas de produção (artesanal, doméstica e manufatura), uma vez que pode produzir bens com muito mais rapidez e a um preço muito mais baixo. Assim, inferimos que a função do trabalhador nesse novo sistema torna-se ainda mais limitada, pois quando da divisão do trabalho perdeu o controle da produção, nessa inserção da máquina, perde-se também o controle relativo ao ritmo do trabalho e da qualidade do produto.

Resultante dessa desqualificação do trabalho, há o aumento significativo da mão de obra não qualificada, na qual mulheres e crianças passam a ser inseridos no mercado de trabalho, com reduzida aprendizagem ou ausência total de aprendizagem. Tais situações impulsionam ainda mais na desvalorização da força de trabalho,

Outra forma de aumento dos ganhos, nesse período, deu-se com o aumento da exploração do trabalhador, por meio, por exemplo, do aumento da jornada de trabalho. Essa possibilidade surge a partir do fato de que a mecanização da indústria trouxe consigo uma grande disponibilidade de mão de obra, na medida em que desqualificou o trabalho (permitindo a incorporação, ao processo produtivo, de trabalhadores não qualificados), em que destruiu outras formas de organização da produção (fazendo com que milhares de artesãos independentes acorressem às fábricas em busca de trabalho) e, finalmente, na medida em que a máquina substituiu parte do trabalho do operário (reduzindo a quantidade de trabalhadores necessários) (ANDERY et al, 1996, p.259).

As transformações ocorridas nas formas de organização da produção geravam consequências, dentre elas ocorre que o capital industrial torna-se superior ao capital comercial, visto que não há mais dependência direta do comercial à expansão mercantil, ou seja, a indústria é capaz de dar origem a novos mercados. Sobre isso, Andery et al (1996) diz no sistema fabril, o aumento da produção é tão grande e o custo tão mais baixo que a indústria não mais produz em resposta a exigências de um certo mercado: produz para um mercado indeterminado, que ela mesma cria.

As transformações ocorridas com a consolidação do capitalismo, conseqüentemente com as revoluções ora mencionadas, adentraram no que tange a produção de conhecimento, embora como diz Andery et al (1996) seja difícil sintetizar os pensamentos desse período. Tentaremos apresentar as tendências do pensamento nesse período, bem como compreender os rumos seguidos ao seu desenvolvimento. Para tanto, esclarecemos que,

O pensamento desse período foi profundamente marcado pela ascensão econômica e política da burguesia e tendeu a refletir as ideias, interesses e necessidades dessa classe. Pode-se dizer que ele expressou, embora de diferentes formas e em graus variados, três valores básicos da sociedade burguesa: a liberdade, o individualismo e a igualdade (ANDERY et al, 1996, p.282).

A defesa pelo comércio e concorrência livre, bem como a suspensão dos limites existentes frente às atividades relacionadas ao comércio e a indústria, se expressam nas concepções acerca de liberdade, à época, especialmente dos economistas. Essa noção de liberdade se apresenta também na crença de que com uma educação livre, sem influências das instituições religiosas e dos reis, haveria aperfeiçoamento do homem. Ou seja,

A noção de liberdade era defendida pela burguesia nesse momento de sua história porque era compatível com seus anseios de pôr fim a quaisquer restrições às suas atividades. Não devemos nos esquecer, entretanto, de que, em séculos anteriores, a própria burguesia agira de forma claramente contrária à liberdade (como, aliás, viria a fazer também em séculos subsequentes), por exemplo, quando apoiara o absolutismo e as próprias políticas mercantilistas que agora combatia. Além disso, as noções de liberdade e igualdade eram entendidas, no século XIX, de forma bastante restrita: eram a liberdade e a igualdade burguesas e não se estendiam à massa (ANDERY et al, 1996, p.282-283).

De maneira geral, no que tange ao ensino e a quem ensinar, havia muita divergência entre os pensadores desse período. Muitos defendiam o ensino por classe social, na qual os mais pobres deveriam ter menos instruções que os indivíduos das classes mais elevadas, e essas instruções, por vez, eram direcionadas ao trabalho fabril. Em síntese, tratava-se de uma estratégia da classe burguesa para instruir os operários para o trabalho nas fábricas.

Vale ressaltar ainda que, havia uma subdivisão do ensino para a classe operária, que segundo Andery et al (1996) se configurava da seguinte forma: educação primária para a massa de trabalhadores não especializados, educação média para os trabalhadores especializados e educação superior para os altamente especializados.

O pensamento burguês nesse período estava dividido em três elementos básicos, sendo a liberdade, o individualismo e a igualdade. Muitos autores produziram obras nesse período apresentando suas ideias acerca desses elementos, que por sua vez, encontram maior expressão no racionalismo, que afirma existir um critério único, atemporal e universal com referência ao qual se podem avaliar os méritos de teorias rivais. O cientista racional rejeitará teorias que deixem de responder ao critério universal, e, ao escolher entre duas teorias, escolherá aquela que melhor responde a ele. A verdade, racionalidade e ciência, portanto, são vistas como sendo intrinsecamente boas (CHALMERS, 1993).

As transformações ocorridas nesse período, especialmente no modo produção marcam o desenvolvimento da ciência, em outras palavras, o desenvolvimento e consolidação do capitalismo desencadeou uma forte relação entre a ciência, e o modo de se fazer ciência com a produção, visto que ambas foram se desenvolvendo ao longo desse período de forma mútua, uma influenciando a outra.

Segundo Vázquez (1977, apud ANDERY et al, 1996) as exigências que se apresentam à ciência aumentam e adquirem um caráter mais rigoroso na época moderna, período em que há um desenvolvimento da produção material associado, estreitamente, ao nascimento e ascensão da nova classe social da burguesia.

O desenvolvimento do capitalismo origina problemas que se configuram como desafios à ciência, promovendo assim seu desenvolvimento, isso por vez, fez com que o desenvolvimento científico no período da Revolução Industrial fosse tão significativo na história da ciência. De maneira geral, a ciência e seu desenvolvimento foram colocados quase que exclusivamente para o serviço da modificação da natureza, com o intuito principal de produzir subsídios para melhorar o sistema produtivo, e resolver os problemas que se faziam presentes. Há um forte desenvolvimento das áreas como química, geologia, astronomia e etc., todos voltados para o melhoramento das fábricas e a produção, isso por vez, ratifica a inter-relação existente entre ciência e produção no período capitalista. Nesse contexto de transformações, nota-se que,

a ciência vai mudando as suas características e as dos trabalhadores científicos. Afirma que o professor universitário é que começa a assumir a função de cientista na Inglaterra, diferentemente do início do século XIX, quando a maioria dos cientistas era ou amadora ou treinada como aprendiz. A profissionalização da atividade científica e sua crescente formalização é devido ao incremento do volume e do prestígio do trabalho científico (ANDERY et al, 1996, p.293).

O rápido crescimento e desenvolvimento do processo de produção de conhecimento nesse período, atrelados à produção nesse período de expansão industrial, fez com que a ciência passasse por mudanças de característica, tornando-se uma atividade profissional, pendendo por vez sua independente. Independência no sentido que agora, passa a atender os anseios de uma classe dominante, e ao sistema produtivo fabril.

Muitos foram os filósofos que nesse contexto de desenvolvimento das fábricas, consequências da consolidação do sistema capitalista se preocuparam em entender as diversas transformações ocorridas, e nesse processo, contribuíram significativamente para o desenvolvimento da ciência. Tentaremos, de maneira objetiva traçar um pouco dos pensamentos dos principais filósofos como George Berkeley, David Hume, Immanuel Kant, Georg Wilhelm Friedrich Hegel, Augusto Comte e Karl Marx e suas contribuições à ciência.

Iniciamos com Berkeley, filósofo que se preocupou basicamente com questões relacionadas ao conhecimento, economia, moral e saúde na sociedade entre os períodos de 1685-1753. O pensamento centra-se na demonstração da inexistência da matéria, porém, enaltecendo a existência do espírito – alma e Deus. Acredita-se que a existência de matéria direcionava à desvalorização do imaterial – espírito, logo tendiam a renunciar a existência do criador, por isso:

O caminho que Berkeley percorre para chegar ao imaterialismo é, curiosamente, a ênfase total aos sentidos. Os sentidos do homem (visão, audição, tato, etc.) são, para Berkeley, essenciais na relação com o mundo. É por meio deles que percebemos, ou melhor, que temos ideias do mundo. Só podemos afirmar algo sobre aquilo que sentimos. Se aquilo que sentimos passa necessariamente pelo crivo das nossas sensações, as ideias que temos do mundo são as sensações que dele temos. Ou seja, ao que percebemos pelos sentidos, Berkeley denomina ideias ou sensações (ANDERY et al, 1996, p.296).

Esse filósofo acredita na impossibilidade da existência de qualquer ser que não possa ser percebido, logo “ser é ser percebido”. Há uma supervalorização das sensações por esse autor, contribuindo assim ao imaterialismo, visto que segundo Andery et al (1996) mediação do sujeito para Berkeley é imprescindível na união das ideias de sensação numa coisa única, que dá o significado do ser em foco. Os seres constituem-se em conjuntos de sensações percebidas pelos vários sentidos. Não há, portanto, a coisa em si, o ser independente do sujeito.

A constituição de ciência para Berkeley, refere-se à existência de concordância e harmonia entre os fenômenos, que por sua vez, direcionam ao encontro de regras, padrões que possam explicar um determinado evento, por sua crença em um criador, Berkeley propõe que

a natureza se trata de uma forma de Deus se comunicar com a humanidade, atribuindo assim ao conhecimento função divina. Nessa perspectiva,

seu objetivo era combater ao ateísmo a que, segundo ele, o materialismo e a concepção vigente de causalidade tendiam a conduzir o homem. Na concepção de causalidade, Berkeley ressalta o papel do sujeito na produção de conhecimento. Ao atribuir à causa o significado de associação de sensações percebidas pelo homem, Berkeley desloca a concepção de causalidade da posição externa ao sujeito em que se encontrava e da ideia de conexão necessária entre fenômenos, para uma posição dependente do sujeito, postura que se contrapõe à de pensadores como Galileu, Bacon, Descartes e outros de seu tempo (ANDERY et al, 1996, p.302).

Outro pensador com contribuições significativas ao desenvolvimento da ciência nesse período foi David Hume, especialmente no que diz respeito à avaliação e a crítica do conhecimento objeto do mundo. Em linhas gerais, esse filósofo se preocupou com os processos que direcionam a humanidade a elaborar afirmações convictas acerca do mundo, sendo produtores e objeto de conhecimento.

O processo de produção de conhecimento de Hume possui características do empirismo, ceticismo e positivismo. Conforme já dito anteriormente, temos o **empirismo** como sendo uma corrente caracterizada pela ênfase na observação como meio de se chegar ao conhecimento. O **ceticismo** se caracteriza por ser uma corrente filosófica fundada por Pirron que buscava essencialmente duvidar de todos os fenômenos que integram compõem a vida humana. Ou seja, estimulava as pessoas a duvidar de tudo, ou ainda não acreditar em nada.

Segundo Andery et al (1996) o **positivismo** tem como características marcantes assumir: que não há diferença entre essência e aparência; que o conhecimento científico é baseado na relação do homem com os fenômenos tais como são experienciados; que o conhecimento científico não comporta julgamentos de valor, mas apenas fatos, e que há, fundamentalmente, um método científico, uma unidade essencial no conhecimento que se refere ao método utilizado para sua produção.

O pensamento de Hume assemelha-se ao positivismo por refutar essências, sejam material ou espiritual, aos fenômenos naturais. Ao ceticismo se relaciona a partir da crítica que faz à confiança humana, atribuída a sua experiência, no processo de construção de conhecimento. E ao empirismo quando tem como preocupação realizar críticas à fonte de produção do conhecimento, que para ele, que para ele é a percepção.

Hume parte do princípio de que todo conhecimento que se refere ao mundo é fundado na percepção. A percepção divide-se em impressões e ideias. As impressões são nossas percepções mais vivas, são irreduzíveis a outros

elementos; são as nossas sensações quando experienciamos algo. Podem ser impressões de sensação (externas), como as cores, os sons, etc., ou impressões de reflexão (internas), como as emoções, a vontade, etc. As ideias são cópias das impressões e, como tais, baseiam-se e provêm delas, mas são menos vivas e não se confundem com elas. As ideias são os nossos pensamentos e, para Hume, não é, portanto, possível supor pensamentos ou ideias cuja origem não esteja numa ou num conjunto de impressões (ANDERY et al, 1996, p.312).

Existem dois tipos básicos de conhecimentos para Hume. O primeiro constituído pelo método de aplicar raciocínio e construir conexões lógicas. Algo que vemos nas ciências exatas, tais como matemática, geometria e etc. Segundo o autor, esse tipo de conhecimento gera verdades indubitáveis, visto que foram constituídos por proposições auto evidentes. O segundo tipo de conhecimento apresentado pelo autor, diz respeito à questão de fato, que objetiva construir relações que descrevem fenômenos concretos.

A experiência nesse segundo tipo de conhecimento desempenha papel muito importante, e segundo Andery et al (1996) acrescenta que ela passa a desempenhar papel fundamental na sua formulação, e a questão da certeza e verdade do conhecimento complexifica-se na medida em que o conhecimento ganha em conteúdo. Dessa forma,

a verdade de uma afirmação não pode ser logicamente demonstrada ou refutada, e todo o conhecimento depende dos processos que operam na mente quando o homem se defronta com a experiência dos fatos. Para Hume, não há como estabelecer tais relações causais e, portanto, não há como construir conhecimento sobre questões de fato, a não ser a partir da experiência, que se torna, assim, a segunda característica desse tipo de conhecimento (ANDERY et al, 1996, p.316).

Em síntese, a teoria do conhecimento defendida por Hume é fundamentalmente dogmática, visto que expressa liberdade de pensamento, investigação e associação como sendo essenciais no processo de construção do conhecimento, bem como acredita que todos os homens podem ser construtores de conhecimento.

Immanuel Kant, pensador com grandes contribuições à história da ciência, especialmente sobre a possibilidade da razão, viveu em um período em que o pensamento moderno tinha como elementos centrais o homem, a liberdade e o individualismo, noções de mundo desenvolvidas com estreita relação com as concepções da burguesia, à época. Esse contexto caracteriza o pensamento de Kant como **racionalista**, enfatizando a possibilidade da existência de condições *a priori* do pensamento humano e ação moral.

Os racionalistas consideravam que tudo o que decorresse do sensível era uma noção confusa. Supunham que a razão pudesse construir sistemas a partir de noções *a priori*, baseada em processos especulativos. Pelo fato de partirem de noções *a priori* consideravam possível atingir verdades necessárias e absolutas. Kant critica os racionalistas por elaborarem explicações e máximas morais a partir de condições *a priori*, sem examinar os limites desses usos da razão (ANDERY et al, 1996, p.342).

As preocupações do mundo enquanto objeto de ciência são direcionadas ao homem, por Kant, considerando que, o homem é capaz de produzir ciência. Assim, o filósofo associa diretamente homem e mundo no processo de construção de conhecimento, vinculados à experiência de mundo do homem. De acordo com Andery et al (1996), Kant acredita que na produção de conhecimento é necessária a existência do objeto que desencadeia a ação do nosso pensamento e ao qual todo o conhecimento deve se referir; é fundamental, ainda, a participação de um sujeito ativo que pense, conecte o que é captado pelas impressões sensíveis, fornecendo, para isso, algo de sua própria capacidade de conhecer. Ou seja,

A razão, portanto, não estaria subordinada à experiência, mas determinaria, segundo suas exigências, o que deveria ser observado; a razão projetaria a partir de conceitos *a priori* o que buscar na natureza, objetivando descobrir leis da própria natureza. Tal associação, da razão com a experiência como forma de produzir conhecimento, Kant considera uma revolução na maneira de pensar que já havia sido empreendida pela Matemática e pela ciência da natureza, dois conhecimentos teóricos, ou especulativos, da razão (ANDERY et al, 1996, p.344).

Pensando nas possibilidades do uso da razão, do que podem ou não fazer, Kant estabelece um sistema crítico da razão, o qual foi nos apresentado em três obras, sendo elas segundo Andery et al (1996, p.346),

A Crítica da razão pura investiga o uso teórico da razão que se aplica ao pensamento científico, aos pensamentos que tratam de questões de fato, ou seja, busca estabelecer as possibilidades da razão ao conhecer; a Crítica da razão prática investiga o seu uso prático, no qual a razão determina a vontade e os princípios do comportamento moral, ou seja, estabelece como os homens devem agir em relação aos outros homens, o que ele deve fazer para garantir o bem geral; a Crítica do juízo analisa a ação da razão nas formas de pensamento teleológico e estético, dedicando-se ao sentimento de prazer e dor.

Dando continuidade aos filósofos e suas contribuições ao desenvolvimento da ciência, temos Georg Wilhelm Friedrich Hegel, que ao contrário dos demais, suas preocupações centrais não estavam relacionadas ao homem e seu processo de origem. A

filosofia de Hegel volta-se às questões relacionadas aos direitos, à política e história do homem, isso no contexto de realização plena da humanidade.

Em um cenário que ainda havia resquícios de ideias feudais, o pensamento de Hegel foi bastante influenciado pelos princípios de liberdade, igualdade e fraternidade da Revolução Francesa. Nesse contexto, os pensadores alemães tiveram que propor um sistema filosófico que alicerçasse seus ideais, enterrando por vez os princípios feudais. Andery (et al, 1996) diz que as principais características do pensamento hegeliano devem ser entendidas sob a perspectiva de um movimento filosófico que permitisse a libertação do homem como sujeito autônomo, capaz de dirigir seu próprio desenvolvimento, sob a égide dos ideais revolucionários de 1789.

Hegel foi um forte opositor ao empirismo inglês, visto que não concordava em supervalorizar a experiência frente à razão. Para ele, a razão promove a liberdade do homem, tornando-o capaz de desenvolver e transformar uma determinada realidade pela racionalidade, princípios racionais. Assim,

O hegelianismo, enquanto sistema filosófico, não pode se separar de seu caráter **dialético**, na medida em que é a dialética que expressa o movimento constante e complexo a que está submetida toda a realidade. Para apreender o movimento do mundo, o pensamento deve submeter-se aos procedimentos que orientam o desenvolvimento das coisas, sendo o próprio pensamento também dialético. A dialética, portanto, está nas coisas e no pensamento, já que o mundo real e o pensamento constituem uma unidade indissolúvel, submetida à lei universal da contradição (ANDERY et al, 1996, p.366).

Para Hegel, o homem encontra-se em um contínuo processo de transformação e aperfeiçoamento, assim como o conhecimento ora produzido. Logo, esse conhecimento não deve se desvincular das questões históricas inerentes a ele. Ressalta ainda que não existem verdades eternas, imutáveis. De acordo com Andery et al (1996), a verdade para Hegel está submetida à razão humana, e a razão humana, está submetida à sua história.

Se o intuito é caracterizar a história da ciência necessário trazer ao texto as principais ideais de Auguste Comte. O pai da sociologia e do positivismo, sistema criado com o objetivo de reorganizar o conhecimento, especialmente na França no período de ascensão da burguesia – capitalismo. No processo de criação do sistema positivista, Comte mesmo enfatizando que os princípios positivistas já existiam, podendo ser observados na história do desenvolvimento do conhecimento, em seus diversos ramos, propôs três leis para sua constituição, que são:

Esse desenvolvimento expressaria uma lei necessária de transformação do espírito humano, que Comte chama de lei dos três estados, segundo a qual, numa sucessão necessária, o pensamento humano passaria por três

momentos, três formas de conhecimento, sendo caracterizado, em cada estado, por aspectos diferentes, até atingir, no seu último momento, o estado positivo. Comte, embora expresse essa lei como absoluta, já que todas as áreas do conhecimento humano assim se desenvolveriam, não acredita que todas as áreas do conhecimento se desenvolvam concomitantemente e vê nessa lei uma regra da história do desenvolvimento da humanidade e uma regra da história do desenvolvimento do indivíduo (ANDERY et al, 1996, p.377).

Quando se propõe a discutir o conhecimento no âmbito positivista, Comte estabelece o conhecimento que é tido como científico, quando é um conhecimento prático, útil, positivo. Assim, o funda não apenas no processo de reconhecimento da ordem da natureza, mas no processo em que a transforma, modifica em seu benefício, buscando compreender os alicerces desse conhecimento, bem como os métodos que são utilizados.

Comte encontra esses fundamentos nos fatos, afirmando que o conhecimento científico é real porque o conhecimento científico parte do real, parte dos fatos tal como se apresentam e que, de resto, apresentam-se ao homem tal como são. Para ele, não se podem discutir os mecanismos que permitem ao homem conhecer (e tal discussão não passaria de um retorno à teologia ou à metafísica). Tudo o que se pode estudar são as condições orgânicas - fisiologia, anatomia - que levam ao conhecimento e os "processos realmente empregados para obter os diversos conhecimentos exatos que (o homem) já adquiriu" (ANDERY et al, 1996, p.380).

Ao contrário dos empiristas, que defendem que a acumulação fatos gera ciência, esse filósofo acredita que fatos ora acumulados tornam-se conhecimentos científicos por meio da ação do homem em relacionar os fatos às possíveis hipóteses, isso pela razão. Assim, temos que o conhecimento científico possui suas bases na observação e na relação estabelecida pelo raciocínio,

Essas relações excluem tentativas de descobrir a origem, ou uma causa subjacente aos fenômenos, e são, na verdade, a descrição das leis que os regem. Comte afirma: "Nossas pesquisas positivas devem essencialmente reduzir-se, em todos os gêneros, à apreciação sistemática daquilo que é, renunciando a descobrir sua primeira origem e seu destino final" (Discurso sobre o espírito positivo, Ia parte, III) (ANDERY, et al, 1996, p.381).

Vemos em Comte a defesa do conhecimento científico como algo indubitável, não aceitando por vez indeterminações, desvinculado às especulações. Mesmo ressaltando que o conhecimento varia de ciência para ciência, o autor acredita que o conhecimento científico é sempre certo, com grande grau de precisão.

Uma das características atribuídas por Comte ao pensamento positivo é a ordem, e a qual está diretamente relacionada com a concepção de organização. Essa mesma lógica de organização é direcionada à ciência na visão do autor, pois enfatiza que o pensamento

positivo, ao contrário do negativo, busca a organização e não destruição. Assim, de acordo com Andery et al (1996) para organizar o conhecimento é necessário supor uma ordem preexistente; mais que isso, a ordem do conhecimento deve supor, uma ordem, também, na própria natureza. A natureza por vez se constitui por fenômenos imutáveis ordenados, cabendo à ciência, apenas apreender e descrever a referida ordem.

1.4 A ciência dos séculos XX e XXI

Quando nos propomos a discutir ensino de ciências nos diversos níveis educacionais, é essencial realizar um percurso histórico para compreender como a ciência vem obtendo legitimidade frente às diferentes gerações. Até aqui, realizamos uma síntese histórica do desenvolvimento da ciência, pontuando pensadores e suas concepções acerca da natureza do conhecimento, que por vezes, acreditamos nós, influenciam nas concepções modernas de ciência e, da mesma forma, ambas influenciam nas concepções de ensino e de aprendizagem daqueles que atuam com ensino de ciências. Objetivamos a seguir apresentar ao nosso leitor as visões relativas à ciência na modernidade, concluindo assim esse capítulo, bem como a trajetória histórica proposta.

É indiscutível o poder e a influência da ciência frente ao desenvolvimento das sociedades. Por exemplo, mediante o desenvolvimento da ciência que sociedades, tradições, economias e pensamentos são criados, moldados ou/e transformados. Assim, a compreensão se faz necessária a todos os agentes que constituem uma sociedade. Porém, segundo Lopes (1996),

Ainda persiste um cientificismo que presta um desserviço à ciência, na medida em que a mitifica. As ideias científicas, que deveriam ser compreendidas como relativas e provisórias, essencialmente humanas, são transformadas em ídolos; a ciência ao invés de ser compreendida como uma obra de cultura torna-se um objeto de culto e seu sucesso social se volta contra o próprio conhecimento científico, por reconduzi-lo ao plano de mito que ele pretende superar (LOPES, 1996, p.106).

Mesmo com os diversos avanços na sociedade, ainda há aqueles que propagam o conhecimento científico como verdade absoluta, algo inquestionável. Muitos ainda compreendem a ciência como pronta e acabada, algo imutável, não sujeita às influências da subjetividade, sendo, portanto, para eles, científico apenas o que fora provado/testado por meio dos processos de observações e experimentação.

Mas então, o que seria ciência? Esse questionamento que muito instiga e que tem se tornado, ao longo dos tempos, o cerne de pesquisas desenvolvidas por pesquisadores de diferentes áreas, é apresentado por Chalmers (1993) em seu livro “O que é ciência afinal?”, no qual, em linhas gerais o autor procurou analisar as concepções de ciência na modernidade. Indica de início que,

Os desenvolvimentos modernos na filosofia da ciência têm apontado com precisão e enfatizado profundas dificuldades associadas à ideia de que ciência repousa sobre um fundamento seguro adquirido através de observação e experimento e com a ideia de que há algum tipo de procedimento de inferência que nos possibilita derivar teorias científicas de modo confiável de uma tal base. (CHALMERS,1993, p.13).

Assim, deve-se compreender que não há formação e nem transformação no que tange o conhecimento científico, por meio exclusivo do processo de experimentação. De acordo com Francelin (2004, p.30) anterior à práxis científica estão à ideia, o pensamento, o “conhecimento do conhecimento” e a filosofia da ciência, que trazem à tona as discussões em torno da epistemologia, dos paradigmas, da ética, da moral, da política, enfim, características relacionadas e inter-relacionadas ao desenvolvimento do conhecimento e aos possíveis desdobramentos e consequências que possam trazer.

O conhecimento científico passou por transformações, descobertas e redescobertas ao longo dos tempos, sendo influenciado pelos anseios e aflições de cada geração, ocorrendo assim, uma espécie de metamorfose, conforme Prigogine (1997). Para este autor, a ciência faz parte do complexo de cultura a partir do qual, em cada geração, os homens tentam encontrar uma forma de coerência intelectual. Esta coerência alimenta em cada época a interpretação das teorias científicas, determina a ressonância que suscitam, influencia as concepções que os cientistas se fazem de balanço da sua consciência e das vias segundo as quais devem orientar sua investigação (PRIGOGINE, 1997, p.01).

Em sua obra, Granger (1994) enfatiza que a característica básica da ciência é uma maneira de olhar o mundo, não se tratando assim de uma metodologia, isto porque existe certo pluralismo metodológico nas ciências e, por isso, nos apresenta três aspectos que julga fundamentais para se compreender o que denominados de visão científica. Esses aspectos apresentados pelo autor nos impulsionam a realizar reflexões acerca da finalidade da ciência, vejamos,

O primeiro traço característico é de que a ciência é uma visão da realidade: a ciência é uma representação abstrata, sob a forma de conceitos, que se apresenta, com razão, como uma representação, não como um reflexo, do

real. Segundo, a ciência visa a objetos para descrever e explicar, e não para agir, como num grande jogo do conhecimento. Terceiro, a ciência se preocupa com critérios de validação. Contudo, não se trata de uma validação pelo experimento: a verificação de um fato científico — que por ser científico já é uma construção — depende de uma interpretação ordenada, dentro de uma teoria explícita (GRANGER, 1994, p. 51).

Temos na obra de Gaston Bachelard (1997), por sua vez, um aprofundamento da finalidade da ciência. Bachelard não objetiva estabelecer o melhor caminho para a produção de conhecimento, pois coerentemente com sua perspectiva histórica, não se preocupa com critérios de demarcação entre ciência e não ciência. Segundo Lopes (1999),

Diante das novas conquistas da ciência na virada do século XIX para o século XX, notadamente a Física Relativística, as Geometrias não-Euclidianas e a Mecânica Quântica, que abrem campo para a Química não-Lavoisieriana, Bachelard procura questionar os princípios dos filósofos que se baseiam na ciência do século XIX — Descartes, Kant e Comte⁷ —, com o objetivo de dar às ciências a filosofia que elas merecem. Como afirma Canguilhem, devemos considerar a obra de Bachelard como uma tentativa obstinada de despertar a filosofia de seu sono dogmático, nela suscitando a vontade de revalorizar sua situação face à ciência contemporânea. Portanto, sua filosofia não é prescritiva ou normativa, e a questão de o que vem a ser ciência não faz parte de suas preocupações. Ele não discute explicitamente o que é ciência, no sentido de apresentar uma definição do termo que garantiria a identificação de um dado conhecimento como científico ou não (LOPES, 1999, p.110).

Bachelard (1997) critica a concepção empirista atribuída à ciência, pois para o autor há a necessidade de uma verificação teórica no fato científico, isto para classifica-lo como legalmente científico e, da mesma forma, faz críticas também à concepção cartesiana sobre produção de conhecimento científico. Assim sendo,

O espírito científico é essencialmente uma retificação do saber, um alargamento dos quadros do conhecimento. Julga seu passado histórico, condenando-o. Sua estrutura é a consciência de suas faltas históricas. Cientificamente, pensa-se o verdadeiro como retificação histórica de um longo erro, pensa-se a experiência como retificação da ilusão comum e primeira. Toda a vida intelectual da ciência move-se dialeticamente sobre este diferencial do conhecimento, na fronteira do desconhecido. A própria essência da reflexão é compreender que não se compreendera (LOPES, 1999, p. 111).

Mediante a citação acima é possível identificar uma das mais importantes contribuições epistemológicas desse autor, sendo a primazia do erro, da retificação, ao contrário da verdade, na produção do conhecimento científico. Diferentemente de outros filósofos, Bachelard (1997) não encerra o erro como sendo um equívoco, algo que deve ser

descartado/rejeitado no processo de produção de conhecimento. É defensor do erro na ciência, pois é mediante as correções/retificações dos erros que a mesma constrói, se reconstrói. Ou seja, é a partir dos erros e equívocos que frequentemente se fazem presentes nos processos de pesquisas, que novos conhecimentos podem ser desenvolvidos.

Corroborando com isso, Canguilhem (1994, p.187) diz que,

Com Bachelard não podemos mais nos referir à verdade, instância que se alcança em definitivo, mas apenas às verdades, múltiplas, históricas, pertencentes à esfera da veracidade, da capacidade de gerar credibilidade e confiança. As verdades só adquirem sentido ao fim de uma polêmica, após a retificação dos erros primeiros.

Nesses moldes, tem-se que a ciência não produz uma verdade pronta, acabada, imutável. Produz, por sua vez, verdades temporárias, sujeitas a questionamentos e possíveis alterações. Logo, não há critérios universais ou externos com a finalidade de realizar julgamentos a uma ciência. De acordo com Lopes (1999) cada ciência produz sua verdade e organiza os critérios de análise da veracidade de um conhecimento. Mas a lógica da verdade atual da ciência não é a lógica da verdade de sempre: as verdades são sempre provisórias.

Chalmers (1993), em “O que é ciência afinal?” ratifica as concepções de Bachelard e Canguilhem, com relação aos julgamentos do que é e o que não é ciência. Para o autor, cada área do conhecimento deve ser julgada pelos próprios méritos, pela investigação de seus objetivos, e em, que extensão é capaz de alcançá-los. Assim sendo, indica que:

Os julgamentos relativos aos objetivos serão relativos à situação social. Os julgamentos sobre algum ramo obscuro da lógica matemática ou da filosofia analítica podem ter um peso considerável, em termos do prazer estético que proporciona aos seus participantes, para alguma classe privilegiada de uma sociedade rica, mas um peso pequeno para uma classe oprimida de um país do Terceiro Mundo. O objetivo do controle tecnológico sobre a natureza é de grande importância em uma sociedade em que problemas sociais extremamente urgentes necessitam um aumento do controle tecnológico, e deve ter importância menor em nossa sociedade, em que aparentemente os problemas sociais mais urgentes são antes exacerbados que aliviados por maiores avanços no controle tecnológico (CHALMERS, 1993, p. 212).

Para Chalmers (1993) a questão “o que é ciência” é falaciosa, enganosa e arrogante. A pergunta nos direciona a visão de uma única categoria de ciência, excluindo diversas outras áreas de conhecimento. Segundo o autor, os filósofos não têm recursos que os habilitem a legislar a respeito dos critérios que precisam ser satisfeitos para que uma área do conhecimento seja considerada aceitável ou “científica”. Segundo ele,

Cada área do conhecimento pode ser analisada por aquilo que é. Ou seja, podemos investigar quais são seus objetivos — que podem ser diferentes daquilo que geralmente se consideram ser seus objetivos — ou representados como tais, e podemos investigar os meios usados para conseguir esses objetivos e o grau de sucesso conseguido. Não se segue disso que nenhuma área do conhecimento possa ser criticada. Podemos tentar qualquer área do conhecimento criticando seus objetivos, confrontando-a com meios alternativos e superiores de atingir os mesmos objetivos e assim por diante. Desse ponto de vista não precisamos de uma categoria geral ‘ciência’, em relação à qual alguma área do conhecimento pode ser aclamada como ciência ou difamada como não sendo ciência (CHALMERS, 1993, p.213).

Os cientistas modernos atribuem dois lados à ciência, na qual, um lado se refere a um programa coletivo de conquista da verdade, se diferenciando de forma de conhecimento, por outro, um lado mais institucional, na qual é uma produção social.

Assim, segundo Lopes (1999) a ciência está sujeita aos processos de divisão social do conhecimento, às lutas pelo lucro, aos conflitos e às disputas por poder das demais instituições sociais. Como produtora de uma determinada forma de conhecimento toda própria, a *cidade científica*, tal como pensada por Bachelard (1997), encontra-se à margem da cidade social: é uma escola, na qual professores e alunos se alternam continuamente.

Mas como uma instituição, a *cidade científica* é um conjunto de homens e mulheres que disputam a primazia de um conhecimento gerador de interesse na comunidade científica e sempre argumentam em favor de sua teoria. Assim, ratifica-se a visão de que a ciência sofre forte influência de interesses políticos e sociais de uma sociedade, onde, visando prestígio científico. Em linhas gerais, temos uma ciência volátil e influenciável.

Seguindo nessa perspectiva, ao falar da Ciência no nosso tempo importa também mencionar os escritos de Maturana e Varela (2001) e de Morin (2000 e 2002). Para Maturana et al (2001) ao se envolver com questões relacionadas à biologia da cognição, produz-se uma epistemologia tida por muitos como original. Esta por vez promove novas reflexões especialmente no tange o ser, o real, o existir, o observar e o conhecer. Em linhas gerais, os autores acreditam no caráter biológico na construção e reconstrução do conhecimento e, por isso, indicam que:

Toda experiência cognitiva inclui aquele que conhece de um modo pessoal, enraizado em sua estrutura biológica, motivo pelo qual toda experiência de certeza é um fenômeno individual cego em relação ao ato cognitivo do outro (MATURANA et al, 2001, p.22).

Os autores do livro intitulado “A árvore do conhecimento: as bases biológicas do entendimento humano” partem da concepção de que o conhecimento é constituído pelas próprias experiências do indivíduo, logo sendo compreendido como algo inerente aos seres vivos. Nisso, o conhecimento é apresentado como sendo uma ação efetiva da biologia, tornando assim possível a diversidade existente na natureza e a unicidade existente nos seres vivos.

Para, além disso, sobre conhecimento, dizem que, “encarado também na relatividade que o constrói, posto que conhecer é apreender o mundo por meio de fenômeno biológico individual, o conhecimento é colocado como uma forma de participar da vida”. Utilizando o aforisma empregado pelos autores: *Viver é conhecer. Viver é a ação efetiva no existir como ser vivo.*

Corroborando com os autores, Pires (2004) diz que,

A argumentação sobre o sistema nervoso como uma estrutura biológica que possibilita expandir o domínio de cognição e condutas do ser vivente vai tomando vulto e expressividade. Embora concebido de maneira plástica, versátil e susceptível à externalidade, predomina a ideia de “clausura operacional” das estruturas nervosas. A defesa de que o sistema nervoso aprimora a *autopoiese*³ vai se delineando com firmeza em duas concepções. Primeiro, que a ampliação do domínio cognitivo dos seres vivos se relaciona com a diversidade de configurações que o sistema nervoso pode apresentar. Segundo, que tais estruturas possibilitam *novas dimensões de acoplamento estrutural*, ampliando as interações que o ser vivo pode participar (PIRES, 2004, p.473).

É no cenário social em que as inquietações e incertezas originadas pelo fim da modernidade que Edgar Morin tem suas ideias ascendidas. Para Sokal et al (2006), a pós-modernidade representa uma corrente intelectual caracterizada pela rejeição mais ou menos explícita da tradição racionalista do Iluminismo, por discursos teóricos desconectados de qualquer teste empírico, e por um relativismo cognitivo e cultural que encara a ciência como

³ Teoria da autopoiese , ou Biologia do Conhecer , é o nome dado ao conjunto das ideias de Maturana (MOREIRA, 2004, p.597) Autopoiese é a explicação do vivo: É uma explicação do que é o viver e, ao mesmo tempo, uma explicação da fenomenologia observada no constante vir-a-ser dos seres vivos no domínio de sua existência. Enquanto uma reflexão sobre o conhecer, sobre o conhecimento, é uma epistemologia. Enquanto uma reflexão sobre nossa experiência com os outros na linguagem, é também uma reflexão sobre as relações humanas em geral, e sobre a linguagem e a cognição em particular. (MAGRO & PAREDES, in MATURANA, 2001, p. 13).

nada mais que um a “narração”, um “mito” ou uma construção social entre muitas outras, vejamos:

Encontra-se, com frequência, nos discursos pós-modernistas a ideia segundo a qual desenvolvimentos científicos mais ou menos recentes não só modificaram nossa visão sobre o mundo, mas também produziram profundas mudanças filosóficas e epistemológicas – em suma, que a verdadeira natureza da ciência mudou. Os exemplos mais citados constantemente em apoio a estas teses são a mecânica quântica, o teorema de Gödel e a teoria do caos. Entretanto, pode-se também encontrar a flecha do tempo, a auto-organização, a geometria fractal, o big-bang e diversas outras teorias (SOKAL et al, p. 135).

As concepções referentes à ciência, conhecimento, razão e humanidade de Morin (2002) possuem estreitas relações com as ideias acima apresentadas. O autor realizou fortes críticas ao que denominava de paradigma da simplificação, que por vez seria, os princípios produziam à época uma concepção simplista do universo. Assim,

Até o início do século XX – quando ela entra em crise - a ciência “clássica” se fundamentou sobre quatro pilares da certeza que têm por causa e efeito dissolver a complexidade pela simplicidade: o princípio da ordem, o princípio de separação, o princípio de redução, o caráter absoluto da lógica dedutivo-identitária (MORIN, 2000, p. 95).

Para o autor, o que se apresenta é uma sociedade limitada não respondendo por vez as inquietações que se apresentam na sociedade. Assim, exige-se do social e científico novas categorias de compreensão e ações sobre os fenômenos. E para o autor, essas novas compreensões podem surgir apenas por meio do pensamento completo, visto que tem a capacidade de aceitar incertezas e dialogicidade, por exemplo. Temos então, uma concepção de transformação científica que se dá, prioritariamente, em decorrência da complexidade, ou seja, da teoria do pensamento complexo apresentada por Morin. Dessa forma,

O paradigma científico tradicional, alicerçado nos “pilares da ordem, da separabilidade e da razão”, seria insuficiente para comportar a complexidade que não mais admite ser negada. As resistências à complexidade, tão comuns àqueles que se afirmam sob a ciência clássica, dissolvem-se diante do que revelam os conceitos e teorias articuladas na “nova ciência”. As contribuições desta nova ciência redimensionaram o alcance do conhecimento humano, lançando luzes sobre alguns pontos e profundas interrogações sobre outros (MORIN, 2000, p.199).

Faz-se necessário aqui realizamos uma breve apresentação das ideias sobre ciência e seu desenvolvimentos formuladas por Laudan (1986), já que suas ideias estão pautadas no que

os teóricos chamam de naturalismo normativo, no qual se perde o sentido na discussão entre ciência e não ciência. O autor defende o modelo que se volta à evolução da ciência, que por deve ser levado em consideração seu contexto histórico. Em linhas gerais, o autor nos apresenta uma concepção de ciência voltada à resolutividade de problemas, e somente a partir desta atividade, há a criação de teorias. Ou seja,

apresenta uma visão pragmática para o desenvolvimento de uma ciência e aponta a “resolução de problemas” como o ponto central do pensamento científico e o resultado final das teorias. Dessa forma, a *ciência* ocupa-se de dois problemas: os empíricos e os conceituais. Argumenta que o progresso da ciência acontece pela resolução de problemas e a troca de teorias científicas não é cumulativa, a regra é a coexistência de teorias rivais. Dessa forma, a ciência está sempre buscando por teorias que dão conta de resolver a maioria dos problemas empíricos e reduzindo os problemas conceituais. Contudo, o progresso científico ocorre quando novas teorias resolvem mais problemas que suas predecessoras. Para que essa teoria se torne efetiva, deve ser capaz de transformar problemas não resolvidos potenciais ou anômalos em problemas resolvidos (PESA & GRECA, 2000, p.56).

Assim, nota-se que o autor objetiva propor racionalidade e progressividade às teorias científicas que visam à resolução de problemas empíricos. Nessa perspectiva, é indispensável que as teorias promovam respostas aceitáveis/satisfatórias aos problemas relevantes. Para além disso, cabe à ciência elevar o número de problemas resolvido, promovendo o progresso científico. Dito de outra forma,

Entende-se que o núcleo duro de sua teoria está na tradição de pesquisa aos sistemas de crenças que formam visões fundamentais sobre o mundo, estando essa ativada, associa-se a uma família de teorias que podem ser testadas enquanto as tradições de pesquisa são indiretamente contrastáveis, uma vez que seus pressupostos teóricos e metodológicos são muito gerais e não podem produzir previsões passíveis de comprovação (SILVEIRA et al, 2011, p.04).

Outro autor que merece destaque, a nosso ver, no presente texto, por trabalhar questões relativas à ciência é Ernest Mayr (2008). Para o autor, ciência é um processo contínuo de análise de problemas e sucessivas tentativas para resolvê-los, com o intuito de melhor compreendermos o mundo no qual estamos inseridos. A ciência, segundo Mayr (2008) sofre de maneira constante diversas influências internas e externas. Ou seja, as influências na construção da ciência se relacionam diretamente com as influências do próprio campo de pesquisa, como também das influências da política, cultura e sociedade.

Segundo o autor, as influências externas são as que mais afetam drasticamente o desenvolvimento do pensamento científico, especialmente no que tange à biologia. A

valorização da física, o fisicalismo, influenciou fortemente o desenvolvimento teórico da biologia ao longo dos anos, de certa forma, tornando-a inferior. Diante do exposto,

a biologia evolutiva é enfatizada como uma ciência autônoma, que trata da complexidade própria dos seres vivos que evoluíram a partir de uma origem comum e se diversificou gradualmente, por meio da especiação, em criaturas adaptadas, por intermédio da seleção natural, a condições ecológicas variáveis. Dessa forma, a ciência avança de modo semelhante a do mundo orgânico, caracterizando assim o processo epistemológico, por variação e seleção (MAYR, 2008, p.428).

Assim, para o autor a biologia evolutiva não tem como base leis, mas sim encontra-se fundamentada em conceitos, constituindo-se como uma ciência histórica, apresentada por meio de narrativas. Segundo Silveira et al (2011) o autor dirige seu olhar crítico à estrutura teórica e empírica da disciplina e à história e natureza do conhecimento científico elaborado pelos biólogos. As suas análises históricas e epistemológicas da Biologia foram uma grande e ampla contribuição ao desenvolvimento científico na área, pois ajudam a entender os motivos pelos quais a biologia evolutiva deve ser considerada uma ciência autônoma e recusar a ideia de que somente a física pode explicar fenômenos específicos dos seres vivos.

Ainda sobre questões relativas ao desenvolvimento da ciência nos tempos atuais, temos os escritos Paul Karl Feyerabend (2007) especialmente os apresentados no livro “Contra o método”. Para o autor, não podemos resumir a ciência a um conjunto de regras fixas e que não sofrem alteração ao longo dos tempos.

Há certa irracionalidade em qualquer cientista que deve ser aceita, pois não são incompatíveis com a produção do conhecimento. No livro mencionado, o autor realiza fortes críticas à racionalidade científica e aos modelos metodológicos estabelecidos à pesquisa científica. É nessa perspectiva que Feyerabend desenvolve o seu pluralismo epistemológico da ciência, vejamos:

A ideia de um método que contenha princípios firmes, imutáveis e absolutamente obrigatórios para conduzir os negócios da ciência depara com considerável dificuldade quando confrontada com os resultados da pesquisa histórica. Descobrimos, então, que não há uma única regra, ainda que plausível e solidamente fundada na epistemologia, que não seja violada em algum momento. Ciência é um empreendimento essencialmente anárquico: o anarquismo teórico é mais humanitário e mais apto a estimular o progresso do que suas alternativas que apregoam a lei e ordem. (FEYERABEND, 2007, p.32-37).

Nessa perspectiva, o autor apresenta um procedimento contra indutivo, que tem como base a contradição das teorias e resultados ora estabelecidos, e também do empirismo

por meio do princípio da proliferação. Segundo Silveira et al (2011), Feyerabend acreditava que o cientista deva ser heterodoxo e propor ideias contrapostas. Ou seja, deve buscar sistemas conceituais que choquem com os dados experimentais aceitos.

Para finalizarmos apresentaremos a ciência na perspectiva da construção dos homens não devendo ser, portanto, compreendida como sendo munida exclusivamente de aspectos positivos ou negativos, ou ainda, boa ou má, ou ainda, responsável somente por progressos ou retrocessos. Nessa perspectiva, Chassot (2003) diz que a ciência é falível e não possui dogmas, mas é constituída por verdades transitórias que atribuem algumas respostas às realizações dos homens. A ciência pode ser considerada como uma linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o nosso mundo natural.

Collins e Pinch (2003), seguem na mesma direção, pois nos apresentam uma ciência utilizando a metáfora do Golem. É por meio dela que compreendemos ser possuidora de grandes poderes, porém desajeitada e perigosa. Para os autores, a ciência, não pode ser responsabilizada pelos seus erros, já que os erros são nossos. Em síntese, os autores apresentam uma ciência que embora possuidora de rigor científico e metodológico, se abre para uma diversidade de possibilidades de construções humanas, que embora detentora de poderes imensuráveis, pode ser volátil a depender quem a ‘controla’.

1.5 Breves considerações acerca dos processos de ensino e aprendizagem, ao longo dos tempos

A trajetória histórica do desenvolvimento humano é marcada pela constante busca por formas eficazes de promoção da educação, seja visando à sobrevivência ou o aperfeiçoamento social e cultural. O aprimoramento de desenvolvimento educacional foi fortemente influenciado por essa busca e acúmulo desses conhecimentos ao longo da história.

Sobre essa busca de conhecimentos para o desenvolvimento e melhoramento da educação, ao longo da história, Barbosa (2012) diz que as novas descobertas da ciência impuseram mudanças nos processos educacionais que, por consequência, exigiram/exigem a busca de alternativas aos problemas que surgem em decorrência da relação: homem-natureza-sociedade.

Nos períodos compreendidos como Idade Antiga e Idade Média, a formação oficial da educação dos sujeitos iniciava por volta dos sete anos de idade, sob influências das expectativas e interesses dos adultos frente ao contexto social da época. Na Antiguidade, a

formação educacional encontrava-se diferenciada por papéis, funções na sociedade e pelos costumes culturais, sendo, portanto, uma educação distribuída por classes. Assim,

A educação revelava a imagem de uma sociedade nitidamente separada em dominantes e dominados, grupos sociais governantes e grupos subalternos. A educação tinha como centro a família. Tanto na antiguidade como na medievalidade, a família era o primeiro lugar de socialização da criança [...] é o primeiro regulador da identidade física, psicológica e cultural do indivíduo e age sobre ele por meio de uma fortíssima ação ideológica [...] (CAMBI, 1999, p. 80).

Surgem nas civilizações espartanas e atenienses dois modelos de educação, ambos voltados aos interesses sociais, culturais e políticos de cada civilização. Os espartanos, por exemplo, sendo povos voltados às lutas e conquistas, se detiveram à uma educação guerreira e autoritária. Já em Atenas observamos uma educação mais formal, direcionada às questões sociais e políticas, refletindo no desenvolvimento da democracia. Sendo assim:

Na sociedade espartana a educação era voltada para as virtudes guerreiras, dessa forma, aos sete anos de idade a criança ficava em poder do Estado. O espartano vivia permanentemente com a espada em punho. Os meninos eram retirados da sua família e encaminhados para escolas ginásios onde recebiam, até aos dezesseis anos, uma educação de tipo militar que defendia a obtenção da força e da coragem. A instrução para os espartanos se dava em um contexto peculiar que não focava a leitura e a alfabetização, observa-se que poucos nobres sabiam ler e contar. A valoração e o direcionamento dirigiam-se para a guerra (PONCE, 1981, p.40 – 4).

Observamos portanto que não há nos procedimentos educacionais espartanos uma preocupação ou valorização da leitura e escrita, apenas a intensificação nos ensinamentos militares, os quais tinham como objetivo o aprimoramento da força e da coragem nas crianças.

Em Atenas, temos o Estado como regulador da educação, estabelecendo assim, quais ensinamentos os sujeitos deveriam ter acesso, desde o ambiente familiar até chega na escola. A civilização ateniense objetiva formar pessoas com capacidade para governar a sociedade, pautando-se assim especialmente na virtude do patriotismo. Com isso, a educação ateniense deixa ao longo dos tempos de ser educação guerreira para ser uma educação voltada à escrita e leitura. Tem-se, então, a passagem

De uma cultura de guerreiros à cultura de escritas. Num primeiro momento percebe-se que a educação foi perdendo seu caráter militar. Os atenienses foram os primeiros gregos que abandonaram seus antigos costumes de andarem armados, para adotar um estilo de vida menos rústico e mais

letrado. Um poderoso movimento se configura contra a “velha educação”, nesse momento a pedagogia ateniense orientava-se num sentido muito diferente. A sociedade de Atenas protestava por uma educação menos rígida, mais alegre e humana. Adentrava-se assim no limiar da grande descoberta educativa ateniense, e também de toda a cultura grega: a *paideia*⁴ que, da época dos sofistas, mestres em retórica, torna-se a noção-base da tradição pedagógica antiga (CAMBI, 1999, p.85).

No que tange a educação, temos inicialmente na civilização romana uma educação baseada no texto-base da educação, intitulado Doze Tábuas. Nesses escritos, os romanos agregam forte valorização às tradições espirituais, aos costumes e disciplinas dos pais. Segundo Costa e Bárbara (2008) as tábuas traziam uma educação voltada para a dignidade, a coragem, a firmeza como valores máximos. No centro deste processo *Catão* colocou a família, o papel prioritário do pai e sua função de guia e de exemplo. Nessa perspectiva,

Na Roma arcaica a educação teve caráter prático, familiar e civil. Na vida familiar o papel central era do pai, responsável por formar o *civis romanus*. A mãe também participava dessa educação, ela tomava conta da criança tanto no aspecto espiritual como material. Em Roma, é a mãe quem educa seu filho, ela seria responsável pelo crescimento físico e moral da criança desde a nutrição à criação, à instrução, ao sustento. Marrou explica que a educação da criança caberia à mãe até aos sete anos de idade, após a educação seria exclusividade do pai, por ele ser considerado o verdadeiro educador. Acrescenta, ainda, que, enquanto existirem mestres, a ação destes será sempre considerada semelhante à autoridade paterna (COSTA & BÁRBARA, 2008, p.5).

Observava-se uma valorização à figura materna, porém, a figura paterna continua sendo o centro da família, na civilização romana. Especialmente porque é responsabilidade do pai disciplinar às crianças de maneira rígida. Em Roma temos uma estrutura familiar forte, logo, o centro da vida social para os romanos é a família. Sendo assim:

A antiga educação romana demonstrou, em primeiro plano, um ideal moral, [...] o essencial é formar a consciência da criança ou do jovem, inculcar-lhe um sistema rígido de valores morais, reflexos seguros, um estilo de vida [...]. Este ideal é o da cidade antiga, feito de sacrifício e de renúncias (MARROU, 1971, p.365).

⁴ Paidéia (paidos-criança) anteriormente significava apenas criação de meninos, porém na sua compreensão, o nome *Paidéia* não indica exclusivamente o processo de preparar a criança para a vida adulta. Segundo Abbagnano, a palavra que os gregos denominaram *Paidéia* está relacionada à palavra cultura – no significado referente à formação da pessoa humana individual, e que os latinos, na época de Cícero e Varrão, “[...] indicavam com a palavra *humanitas*: educação do homem como tal, ou seja, educação devida às “boas artes” peculiares do homem, que o distinguem de todos os outros animais. As boas artes eram a poesia, a eloquência, a filosofia etc.[...]” (ABBAGNANO, 1998, p. 225).

Ao longo dos tempos a vida, cultura e a educação romana passaram por fortes transformações, adotando maneiras e métodos educacionais de origem helenísticas. Dentre essas transformações podemos citar o fato do grego se tornar uma língua, o surgimento de debates sociais e culturais originando os círculos e os grupos sociais. Vale ressaltar que tais alterações na vida social, cultural e educacional romana não ocorreram pacificamente, já que grupos sociais conservadores se manifestaram descontentes, pois acreditavam que essas mudanças feriam a ordem dos Estados e da Sociedade Romana.

Mesmo com resistência, a ideia de Paidéia adentra na vida e na cultura pedagógica romana, ocorrendo assim, a concepção da formação do sujeito por meio da cultura. Para Luzuriaga (1984) tratava-se não de educação nacional, local, mas de ensino de tipo universal, *humanístico*, diríamos hoje, baseado em cultura alheia superior, a servir de inspiração. Conservaram-se ainda algumas das qualidades da antiga educação romana, mas em geral predominava o espírito mais liberal, dentro, sempre, da estrutura do Estado.

Nesse contexto a educação romana visava o oferecimento da alfabetização primária, como leitura, escrita e cálculos. A escrita era realizada utilizando uma espécie de estilete sobre tábuas construídas com cerâmica. Para os procedimentos matemáticos, as crianças utilizavam os próprios dedos e também pedras. As crianças chagavam às escolas, normalmente acompanhadas por um criado da família e passavam a maior parte do dia estudando, sob um sistema disciplinar rígido, sujeitas às punições físicas. Dito de outra forma,

Para chegar até a escola, as crianças romanas se faziam acompanhar por um escravo, designado, segundo a terminologia grega, por *Paedagogus*. Este seria responsável pela educação moral da criança. O *Paedagogus* conduzia o seu pequeno senhor à escola, designada por *ludus litterarius*, e aí permanecia até ao final da lição. O ensino era coletivo, as meninas também frequentavam a escola primária. Percebemos uma escola em tempo integral, as crianças não tinham tempo para exercícios físicos, como no início do período helenístico. O dia encerrava-se com um banho (MARROU, 1971, p. 420).

Em linhas gerais, temos na civilização romana uma educação coletiva com métodos pedagógicos voltados para a memorização e imitação. Além disso, foi uma era pedagógica marcada por castigos e violência física, conforme já mencionado, por meio da utilização da palmatória. Porém, aos poucos esses métodos foram se transformando e uma educação menos violenta foi se instaurando em Roma.

Após finalizarmos nossa síntese acerca da educação na antiguidade, especialmente nas civilizações gregas e romanas, vamos situar o leitor apresentando algumas considerações

referentes a educação no período medieval. Conforme já visto anteriormente, a Idade Média foi um período conturbado da história da humanidade, caracterizado por violência, perseguição religiosa, política e social. Para além disso, esse período fora marcado por fortes transformações na cultura, na sociedade, na economia e na política, especialmente porque a estrutura social se volta exclusivamente para o feudo.

Temos nesse período uma sociedade motivada pelos princípios cristãos católicos. Logo, a Igreja detinha grande poder e influência na vida dos cidadãos, especialmente na educação, a qual se desenvolveu atrelada aos princípios religiosos. Assim, de acordo com as autoras Costa & Bárbara (2008) o Cristianismo atravessou toda a sociedade medieval como sistema de doutrina, como costume de vida, como elaborador de mitos.

Observa-se nesse período feudal uma sociedade imóvel socialmente, na qual seus membros possuíam funções delimitadas, constituindo assim as classes sociais na Idade Média. De maneira geral, temos a Igreja, por meio dos monges, a detentora do saber, dedicando-se assim ao culto e estudos. Havia também a classe dos escravos e servos destinados exclusivamente ao trabalho, e os senhores feudais, detentores das riquezas, muitas vezes partilhadas com a instituição religiosa.

Com relação a escolarização, no período feudal, tinha-se a seguinte lógica estabelecida: até os setes anos de idade, o menino ficava sob os cuidados dos pais; em seguida eram destinadas a conviver com algum nobre, o qual lhes passariam conhecimentos relativos à guerra e as maneiras de promover a paz. As meninas, até os setes anos de idade também ficavam sob a guarda dos pais, especialmente aos cuidados das mães, logo em seguida eram levadas às casas de outras famílias, recolhidas até o momento de estarem aptas ao casamento. Nesse período adquiriam conhecimentos domésticos, como por exemplo, tear e fiar.

Como já dito, a educação na sociedade feudal estava restrita aos monges, e segundo Luzuriaga (1984) ocorria nos mosteiros com prioridade para o ensino religioso e, substancialmente, para o ensino cultural e educacional. Assim o aspecto moral e espiritual era muito mais elevado do que o aspecto intelectual.

Surge nesse período a famosa escola monástica, com base em ensinamentos religiosos. Nesta havia claramente uma divisão de saberes, ou seja, havia conhecimento destinado apenas aos monges, e outro destinado exclusivamente à plebe. Assim sendo,

Por meio de mosteiros, considerados como as primeiras escolas medievais e as únicas universidades, a Igreja tomou em suas mãos a instrução pública e dividiu o ensino em duas categorias [...] umas, destinadas à instrução dos futuros monges, chamadas “escolas para

oblata”, em que se ministrava a instrução religiosa necessária para a época e outras, destinadas à “instrução” da plebe, que eram as verdadeiras “escolas monásticas” (PONCE, 1981, p. 91).

O ensino cristão aqui praticado destinava-se às massas, porém com o intuito de dominação da igreja. Os monges eram os responsáveis pela educação das crianças enquanto estas permanecessem nas escolas. De acordo com Marrou (1971) a criança, como todo noviço, é confiada a algum venerável ancião, cheio de experiência e de virtude, que lhe servirá de pai espiritual. Receberá dele, especificamente, uma formação ascética e moral, espiritual antes que intelectual.

A pedagogia medieval praticada pelos monges às crianças, desde o início da escolarização, estava restrita à leitura, memorização, canto e cálculo. Os conhecimentos repassados aos estudantes estavam estritamente relacionados aos princípios religiosos, isso porque, parte do processo educacional objetivava a formação de novos monges. Vale ressaltar que com o tempo esse sistema de ensino, ora apresentado, foi perdendo força, abrindo espaço para o surgimento de outras formas de educação. Assim,

as escolas monásticas foram decaindo, a ponto de serem considerados anos obscuros da Idade Média, principalmente os que se referem entre os anos de 600 a 850. Preocupados com a educação, nos séculos VIII e IX, dois grandes monarcas: Carlos Magno em seu império e Alfredo, o Grande, na Inglaterra, pensaram numa escola voltada também para o povo, e uma educação que suprisse as deficiências nas escolas eclesiástica e secular. Essa educação seria palatina e estatal (NUNES, 1978, p.81).

Outra forma de educação que surgiu nesse período medieval foi denominada de cavaleiresca, destinada exclusivamente aos primogênitos das famílias. Nisso, os filhos eram deixados na nobreza e passavam por ensinamentos voltados à caça, arco, equitação, tiro, visando se tornarem exímios cavaleiros. De acordo com Luzuriaga (1984, p. 84) a educação para ser cavaleiro, antes de seis ou sete anos, ocorria no seio da família, no próprio palácio. Ao atingir a idade já mencionada, iria para outro palácio servir como pajem a serviço das damas. O cavaleiro deveria reunir qualidades como: valor, honra, fidelidade, proteção, cortesia.

1.6 Teorias de aprendizagem e os conceitos de ensino e aprendizagem subjacentes

Passados os tempos primórdios, a busca por explicações sobre como ocorre o desenvolvimento do raciocínio humano, da aquisição de conhecimento e aprendizagem,

proporcionou o surgimento de várias teorias pedagógicas/psicológicas. Esses pensamentos encarregados na explicação da construção do desenvolvimento e da aprendizagem em seres humanos são denominadas de Teorias da Aprendizagem. Assim, de um modo geral,

uma teoria é uma tentativa humana de sistematizar uma área do conhecimento, uma maneira particular de ver as coisas, de explicar e prever observações, de resolver problemas. Uma teoria da aprendizagem é então, uma construção humana para interpretar sistematicamente a área do conhecimento que chamamos aprendizagem. Representa o ponto de vista de um autor/pesquisador sobre como interpretar o tema aprendizagem, quais as variáveis independentes, dependentes e intervenientes. Tenta explicar o que é aprendizagem e porque funciona como funciona (MOREIRA, 1999, p.12).

Desta forma, nesta sessão do trabalho, tentaremos abordar de maneira breve as principais teorias da aprendizagem que se fazem necessárias ao presente estudo, sendo elas: behaviorismo, cognitismo e sociocultural. Apresentaremos nessa ordem cronológica suas principais características e seus percussores mais acentuados.

As concepções behavioristas surgiram na Europa, no início do século XX, como uma reação ao pensamento mentalismo que dominou o campo da psicologia europeia. Segundo Orstemann e Cavalcanti (2011), ela foi classificada em dois tipos, behaviorismo metodológico e behaviorismo radical, defendidos por John B. Watson – fundador do behaviorismo e Burrhus Frederic Skinner – o mais famoso behaviorista. O behaviorismo metodológico, detém caráter empirista, e seus defensores acreditavam que a aprendizagem do ser humano ocorria a partir do meio em que estava inserido (homem produto do meio). Assim,

o objeto da Psicologia que até então tinha sido a alma, ou a consciência, a mente, e a partir do behaviorismo passa a ser uma ciência do comportamento humano, não pode mais ser considerada como ciência pura da consciência. É dada uma importância maior aos fatores ambientais e a hereditariedade é relegada à segundo plano (MARQUES, 2013, p.5).

Para os defensores do behaviorismo metodológico, o homem nascia sem herança biológica, ou seja, sem qualquer informação, sendo, portanto uma tábua rasa, suscetível ao meio ambiente onde, por vez, iria adquirir conhecimento. Watson evidencia sua preocupação com aspectos que podem ser observados, logo, é através da observação sistemática que podemos estabelecer princípios e regras que explicam o desenvolvimento do comportamento do ser humano.

Também por ter características deterministas, o behaviorismo metodológico baseia-se em estímulo-resposta. Assim, as práticas docentes visavam provocar estímulos, e sobre todos, reforços positivos, em quantidades e momentos que julgavam corretos, para promover o aumento ou diminuição da frequência de determinados dos alunos. Deste modo, os behavioristas metodológicos classificaram o comportamento do ser humano como previsível. Acerca disso, Primo (2009), diz que, se um antecedente X ocorre, o evento Y ocorrerá como consequência.

Adentrando ao behaviorismo radical, no qual temos Skinner como seu principal defensor, vemos uma das principais diferenças entre as duas vertentes no behaviorismo. Neste o ser humano não nasce geneticamente com informações, não era uma tábua rasa como acreditavam os metodológicos. Em Skinner temos o behaviorismo como filosofia da ciência, com forte preocupação com os objetos e métodos de estudos atrelados à psicologia, pensamento por vez contrário aos metodológicos, que como já vimos, entendiam o behaviorismo apenas como estudo científico do comportamento do ser humano, vejamos:

Se a psicologia é uma ciência da vida mental – da mente, da experiência consciente – então ela deve desenvolver e defender uma metodologia especial, o que ainda não foi feito com sucesso. Se, por outro lado, ela é uma ciência do comportamento dos organismos, humanos ou outros, então ela é parte da biologia, uma ciência natural para a qual métodos testados e muito bem sucedidos estão disponíveis. A questão básica não é sobre a natureza do material do qual o mundo é feito ou se ele é feito de um ou de dois materiais, mas sim as dimensões das coisas estudadas pela psicologia e os métodos pertinentes a elas (SKINNER, 1963/1969, p.221).

A concepção skinneriana não leva em consideração o que ocorre na mente do aprendiz no processo de aprendizagem, ou seja, não tem preocupação com os processos intermediários existentes entre o estímulo e resposta. Sua preocupação se centra nos comportamentos observáveis. Acerca disso, Marques (2013, p.8) diz que,

A aprendizagem seria fruto de condicionamento operante, ou seja, um comportamento é premiado, reforçado, até que ele seja condicionado de tal forma que ao se retirar o reforço o comportamento continue a acontecer. A aprendizagem é um comportamento observável, adquirido de forma mecânica e automática através de estímulos e respostas.

Ainda segundo Marques (2013), Skinner não se considera teórico da aprendizagem, apenas tem seu trabalho como uma análise funcional entre estímulo (*input*) e resposta (*output*), ignorando as variáveis intervenientes.

As mais acentuadas variáveis de *input* são: estímulo, reforço e contingências de reforço, enquanto as de *output* são as respostas dadas. Para o defensor do behaviorismo radical, dois são os tipos de respostas dadas, sendo: as operantes e as respondentes.

Uma das contribuições marcantes da abordagem skinneriana no processo de desenvolvimento da aprendizagem foi dar enfoque à relação existente entre a ação do organismo sobre o meio e as resposta do meio à ação do organismos. Isso, contrário ao que vinha sendo aplicando, quando o foco estava na relação entre o estímulo e a resposta, a denominada teoria S-R. Segundo Skinner,

é a ação do meio (como resposta a uma ação do organismo) a responsável pela seleção, em muitos sentidos semelhantes à evolução biológica, que determinará, no futuro, qual das respostas possíveis será apresentada pelo organismo, dentre a gama de respostas que podem ser emitidas, quando frente a mesma situação (MARQUES, 2013, p.9).

As concepções behavioristas de Skinner desempenharam forte influência no processo de entendimento das práticas escolares e processo de ensino-aprendizagem. No Brasil, por exemplo, em meados de 1950 a pedagogia tecnicista começa a ganhar espaço, porém, se firmando apenas em 1960, visando a inserção da escola nos modelos de racionalização do sistema de produção capitalista. Por isso,

A concepção skinneriana de aprendizagem está relacionada a uma questão de modificação do desempenho: o bom ensino depende de organizar eficientemente as condições estimuladoras, de modo a que o aluno saia da situação de aprendizagem diferente de como entrou. O ensino é um processo de condicionamento através do uso de reforçamento das respostas que se quer obter. Assim, os sistemas instrucionais visam o controle do comportamento individual face a objetivos pré-estabelecidos. Trata-se de um enfoque diretivo do ensino, centrado no controle das condições que cercam o organismo que se comporta (OSTERMANN & CAVALCANTE, 2011, p.21).

Podemos dizer que o estudo científico do comportamento humano é o objetivo do behaviorismo de Skinner, pois visa a descoberta das leis naturais estabelecidas nas reações do organismo que aprende, logo, tentando promover o aumento do controle dos fatores que o afetam.

Segundo Ostermann & Cavalcante (2011), para Skinner o comportamento aprendido é uma resposta a estímulos externos, controlados por meio de reforços que ocorrem com a resposta ou após a mesma: “se a ocorrência de um comportamento operante é seguida pela

apresentação de um estímulo (reforçador), a probabilidade de reforçamento é aumentada”. Dito de outra forma,

Os métodos de ensino consistem nos procedimentos e técnicas necessários ao arranjo e controle das condições ambientais que asseguram a transmissão/recepção de informações. O professor deve, primeiramente, modelar respostas apropriadas aos objetivos instrucionais e, acima de tudo, conseguir o comportamento adequado pelo controle do ensino (através da tecnologia educacional). As etapas básicas de um processo de ensino aprendizagem na perspectiva skinneriana são: Estabelecimento de comportamentos terminais, através de objetivos instrucionais; Análise da tarefa de aprendizagem, a fim de ordenar sequencialmente os passos da instrução; Executar o programa, reforçando gradualmente as respostas corretas correspondentes aos objetivos (OSTERMANN & CAVALCANTE, 2011, p.22).

Dando continuidade apresentaremos agora aspectos sobre a Teoria Cognitiva, a qual tem ênfase no processo de cognição em que o indivíduo estabelece significados à realidade na qual está inserido.

A filosofia cognitivista trata, então, principalmente, dos processos mentais; se ocupa da atribuição de significados, da compreensão, da transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição. Na medida em que se admite, nessa perspectiva, que a cognição se dá por construção chega-se ao *construtivismo* [...] (MOREIRA, 2011, p.15).

Compreende-se, portanto, que a teoria cognitivista – construtivista se preocupa com os processos mentais que são desenvolvidos pelo sujeito, por meio dos estímulos (externos) e as repostas atribuídas por ele. Em síntese, comparando as duas teorias até aqui tratadas, temos no behaviorismo a preocupação com os fins, e no cognitivismo a preocupação com os meios.

Nessa teoria transitam autores como Bruner (1969), Piaget (1976) e Ausubel (1980), que são construtivistas com ênfase na cognição. Iniciemos nossas considerações com Bruner (1969), que acredita ser possível ensinar qualquer assunto, de uma maneira honesta, a qualquer criança em qualquer estágio de desenvolvimento. Para isso, é necessário levarmos em consideração o desenvolvimento do indivíduo, o ofício de ensinar um determinado conteúdo é a de representar sua estrutura em termos da visualização que o educando tem das coisas. Segundo esse teórico, o que é relevante em uma matéria de ensino é sua estrutura, suas ideias e relações fundamentais.

Segundo Ostemann & Cavalcante (2011, p.32) quanto à questão de como ensinar, Bruner destaca o processo da descoberta, o qual por meio da exploração de alternativas e o currículo em espiral. Assim,

O método da descoberta consiste de conteúdos de ensino percebidos pelo aprendiz em termos de problemas, relações e lacunas que ele deve preencher, a fim de que a aprendizagem seja considerada significativa e relevante. Com isso, o ambiente para a aprendizagem por descoberta deve proporcionar alternativas, resultando no aparecimento de relações e similaridades. Segundo Bruner, a descoberta de um princípio ou de uma relação, pelo aprendiz, é essencialmente idêntica à descoberta que um cientista faz em seu laboratório. O currículo em espiral, por sua vez, significa que o aprendiz deve ter a oportunidade de ver o mesmo tópico mais de uma vez, em diferentes níveis de profundidade e em diferentes modos de representação.

Temos em Piaget (1976), segundo alguns teóricos, uma teoria construtivista do desenvolvimento mental humano, que por sua vez está distribuída em quatro fases de para o desenvolvimento cognitivo dos indivíduos, sendo: sensório-motor, pré-operacional, operacional-concreto e operacional-formal.

De uma forma resumida a apresentaremos: (a) a primeira fase do desenvolvimento cognitivo de Piaget denominada de sensório-motor, ocorre na faixa etária de 0 – 2 anos do indivíduo recém-nascido, e tem como algumas características o comportamento reflexo, como a sucção do leite materno e o simples ato de chorar. O sujeito não consegue se diferenciar do meio a qual está inserido. Compreende este meio como em sua função, sendo portanto egocêntrico. Ao término desta fase, o sujeito compreende seu corpo como sendo um objeto no meio de outros. Além disso, começa a dar respostas a objetos que não vê, e também a dominar seus próprios movimentos. (b) A segunda fase, denominada de pré-operacional, compreendida entre a faixa etária de 2 – 6/7 anos, temos a utilização da linguagem, imagem mental e símbolos por parte do sujeito. É nesta fase que a organização do pensamento começa a se desenvolver, porém vale ressaltar que de maneira ainda não reversível. O sujeito ainda é egocêntrico, sua atenção se volta apenas para ações/objetos atraentes para si e/ou coisas que possam lhe afetar. (c) A terceira fase do desenvolvimento cognitivo de Piaget, operacional-concreto, ocorre na faixa etária de 7 – 12 anos, onde temos uma regressão muito significativa do egocentrismo do indivíduo. Nesta temos um pensamento constituído com logicas de operações reversíveis, conseguindo por vez pensar no todo e/ou suas partes, isso de maneira simultânea. Há um alto desenvolvimento no ato de comparar objetos. Porém, nesta ainda não consegue realizar trabalhos com hipóteses e (d) A quarta e última fase do desenvolvimento cognitivo de Piaget, operacional-formal compreende a faixa etária de 12 anos até a idade

adulta atingida pelo indivíduo. Nesta fase o indivíduo é capaz de desenvolver raciocínio lógico com hipóteses, bem como de objetos concretos. Realiza deduções lógicas e manipular proposições. Em outras palavras, o indivíduo nesta fase consegue realizar a manipulação e aplicação de relações existentes entre os constructos mentais.

Segundo Moreira (2011), com relação ao egocentrismo, este se faz presente na adolescência principalmente relacionado com a força que dá ao seu pensamento, quando o considera o mais adequado. No processo de desenvolvimento mental de Piaget (1976), a crescimento mental do indivíduo ocorre basicamente por de dois esquemas, os quais denominou de *assimilação* e *acomodação*. Assim,

Todo esquema de assimilação é construído e toda abordagem à realidade supõe um esquema de assimilação. Quando a mente assimila, ela incorpora a realidade a seus esquemas de ação, impondo-se ao meio. Muitas vezes, os esquemas de ação da pessoa não conseguem assimilar determinada situação. Neste caso, a mente desiste ou se modifica. Quando a mente se modifica, ocorre o que Piaget chama de *acomodação*. As acomodações levam à construção de novos esquemas de assimilação, promovendo, com isso, o desenvolvimento cognitivo. Piaget considera as *ações humanas*, e não as sensações como a base do comportamento humano. O pensamento é, simplesmente, a interiorização da ação. Só há aprendizagem quando o esquema de assimilação sofre acomodação. A mente, sendo uma estrutura para Piaget, tende a funcionar em equilíbrio. No entanto, quando esse equilíbrio é rompido por experiências não assimiláveis, a mente sofre acomodação a fim de construir novos esquemas de assimilação e atingir novo equilíbrio. Esse processo de reequilíbrio é chamado de *equilíbrio majorante* e é o responsável pelo desenvolvimento mental do indivíduo. Portanto, na abordagem piagetiana, ensinar significa provocar o desequilíbrio na mente da criança para que ela, procurando o reequilíbrio, se reestruture cognitivamente e aprenda. (OSTERMANN & CAVALCANTE, 2011, p.33).

Partindo do exposto, quem é responsável por reorganizar os esquemas de assimilação são os esquemas de acomodação, promovendo assim o desenvolvimento cognitivo no sujeito. Com relação a isso, Moreira (2011) diz que, se o sistema não apresenta problemas para a mente, sua atividade é simplesmente de assimilação. Contudo, diante de dificuldades, há uma reestruturação (acomodação) dos esquemas de assimilação mentais, vejamos:

é possível inferir que não existirá acomodação sem assimilação. E o equilíbrio entre estes processos é denominado *adaptação* à situação. A cada adaptação que a mente sofrer, novos processos de reequilíbrio cognitiva ocorrerão (equilíbrio majorante). Isto ocorrerá até o período das operações formais, se estendendo para a idade adulta, mediante determinadas experiências vivenciadas pelo indivíduo (SOUZA, 2014, p.18).

Piaget desenvolveu essas teorias do desenvolvimento cognitivo por volta de 1930, sendo portado o percurso do construtivismo, porém, somente quando a teoria behaviorista começou a definir em 1980 é que seus pensamentos começaram a ganhar espaço, influenciando de forma decisiva os processos de ensino e aprendizagem. Segundo Moreira (2011), Piaget define a aprendizagem como um “aumento de conhecimento”, indicando que ele apenas ocorrerá quando o esquema de assimilação sofrer acomodação.

Assim, podemos compreender que é pelo processo de equilibração que se constrói o comportamento humano, isso mediante as interações existentes entre os meios físicos e socioculturais. Para o âmbito educacional, segundo Moreira (2011) pretende-se que esta interação promova um desequilíbrio na mente do aprendiz, de modo que, na busca do reequilíbrio (equilibração majorante), ela se reestruture cognitivamente, gerando a aprendizagem.

Para finalizarmos esta síntese, das teorias da aprendizagem, conforme inicialmente anunciamos abordaremos as principais características dos escritos por Ausubel (1918-2008) acerca da aprendizagem significativa, conceito central de sua teoria. Para este esse tipo de aprendizagem compreende um processo pelo qual uma nova informação estabelece relação de forma não arbitrária e substantiva com a estrutura cognitiva do sujeito. Ou seja,

Neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de ‘subsunçor’, existente na estrutura cognitiva de quem aprende. O ‘subsunçor’ é um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de ‘ancoradouro’ a uma nova informação de modo que ela adquira, assim, significado para o indivíduo: a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ‘ancora-se’ em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010, p. 23).

Para o referido autor, apostar na aprendizagem significativa é uma excelente ferramenta capaz de promover a aquisição e retenção de uma grande quantidade de informações, isto é de um corpo de conhecimento. Defende ainda que a aprendizagem significativa trata-se da mais importante aprendizagem no âmbito educacional. Segundo Santos (2014), Ausubel entende que o armazenamento de dados na mente humana é altamente organizado e estabelece uma espécie de hierarquia conceitual na quais elementos mais específicos de conhecimento são ligados a conceitos, ideias, proposições mais gerais e inclusivos.

Ao promover contraponto em relação à aprendizagem significativa, Ausubel (1980) classifica de aprendizagem mecânica aquela na qual a informação recebida é armazenada arbitrariamente, pela qual, por vezes, não ocorre interação com as informações já existentes

no cognitivo do indivíduo, promovendo assim pouco ou nenhuma contribuição em sua elaboração e diferenciação.

Por fim, abordaremos a teoria sociocultural, na qual seus precursores defendem que a aprendizagem/desenvolvimento humano só se torna possível mediante a interação - perspectiva interacionista. Seu maior precursor é Lev Semenovitch Vygotsky.

Vygotsky (1998) defende que a aprendizagem se configura como resultado de um processo social, no qual tem-se a linguagem como mediadora entre a interação social e o sujeito. A teoria aqui apresentada refere-se a um novo paradigma, no que tange as percepções acerca do desenvolvimento humano,

Vygotsky rejeita os modelos baseados em pressupostos inatistas que pré-escrevem características comportamentais universais do ser humano, como por exemplo, as definições de comportamentos por faixa etária, por entender que o homem é um sujeito datado, atrelado às determinações de sua estrutura biológica e de sua conjuntura histórica. (...) Discorda também da visão ambientalista pois, para ele, o indivíduo não é resultado de um determinismo cultural, ou seja, não é um receptáculo vazio, um ser passivo que só reage às pressões do meio, e sim um sujeito que realiza uma atividade organizadora na sua interação com o mundo, capaz inclusive de renovar a própria cultura. (REGO, 2013, p. 94)

Assim, é possível perceber o desenvolvimento da capacidade do psiquismo humano como processo de apropriação de experiências históricas e culturalmente vivenciadas. Para isso, no entanto, cada sujeito precisa, constantemente, interagir com seu meio, visto que ao passo que o sujeito transforma, ele mesmo passa a ser transformado, mantendo assim uma relação dialética.

Com relação aos processos de desenvolvimento e aprendizagem, devemos estar cientes que, nesta relação dialética que se configura a perspectiva interacionista, entre sujeito e meio social/cultural, há um elemento imprescindível em seu desenvolvimento, a linguagem. Sem esta a relação entre o social e o indivíduo não se concretiza. Por isso,

(...) a linguagem determina o desenvolvimento do pensamento. Ou seja, é pelos instrumentos linguísticos do pensamento e pela experiência sociocultural que a criança se desenvolve. A linguagem se constitui então sendo como o principal processo de interiorização das funções psicológicas superiores. (VYGOTSKY *apud* NICOLLI et al, 2013, p. 69)

Para Vygotsky (1998), a linguagem possui duas funções: (a) intercâmbio social e (b) pensamento generalizante, e uma dá origem à outra. A primeira se caracteriza pela troca, pela comunicação entre seus semelhantes que criam e utilizam os sistemas de linguagem, os

quais são impulsionados pela necessidade de comunicação. Porém, para que a comunicação com outros indivíduos seja sofisticada, é necessário que sejam utilizados signos⁵ compreensíveis para outras pessoas, que traduzam ideias, sentimentos, vontades, pensamentos, de forma bastante precisa. É neste contexto que surge, segundo Vygotsky (1998), a segunda função da linguagem: a de pensamento generalizante, que torna a linguagem um instrumento de pensamento, visto que ela fornece os conceitos, bem como as formas de organização do real que, por sua vez, constituem a mediação entre o sujeito e o objeto de conhecimento.

Temos em Vygotsky (1998) a concepção de que linguagem e pensamentos possuem origens diferentes, todavia, há a existência de uma estreita relação entre eles, diferenciando-os apenas nas formas peculiares de desenvolvimento de cada um. O autor indica duas fases existentes no processo de desenvolvimento do pensamento e da linguagem, vejamos:

A fase pré-verbal do desenvolvimento do pensamento e a fase pré-intelectual do desenvolvimento da linguagem. A primeira caracteriza-se pela existência de um pensamento prático, capaz de solucionar problemas simples, alterando para isso, o meio em que se encontra. Contudo, observa-se que este tipo de funcionamento intelectual é independente da linguagem. A segunda fase, bem, esta é caracterizada por uma linguagem que não possui signos, ou seja, não funciona de forma específica de compreensão para um dado interlocutor. A fala é interiorizada psicologicamente antes de ser interiorizada fisicamente, o autor afirma que este processo possui três momentos: fala exterior (caracterizada pelo convívio, pela comunicação, pelo intercâmbio com o meio social), fala egocêntrica (entendida como um meio de transição para a fala interior, pode-se dizer que na fala egocêntrica a criança dialoga alto consigo mesma) e fala interior (uma forma interna de linguagem, que é dirigida ao próprio sujeito, sem interferência de interlocutores) (VYGOTSKY, 1998, p. 128).

Assim, temos a utilização da linguagem como instrumento do pensamento, logo, possibilitado o desenvolvimento e a aprendizagem do indivíduo.

Vygotsky (1998) acredita que o processo de aprendizagem não se inicia no ambiente escolar, mas sim no ambiente familiar, quando as crianças começam a fazer perguntas às pessoas que estão ao seu redor. Assim, quando estes sujeitos adentram as escolas, já levam consigo uma grande bagagem, não sendo portanto uma tábua rasa, livre para receber informação/aprendizagem, conforme os preceitos das concepções comportamentista, ou seja,

A aprendizagem escolar nunca parte do zero. Toda a aprendizagem da criança na escola tem uma pré-história. Por exemplo, a criança começa estudar aritmética, mas

⁵ Para Vygotsky (1998) signos são definidos como elementos que representam ou expressam outros objetos, eventos, situações.

já muito antes de ir à escola adquiriu determinada experiência referente à quantidade, encontrou já várias operações de divisão e adição, complexas e simples. (VYGOTSKY, 1998, p. 109).

Referindo-se à relação existente entre os processos de aprendizagem e desenvolvimento, Vygotsky (1998) diz que podemos tomar tranquilamente como ponto de partida o fato fundamental e incontestável de que existe uma relação entre determinado nível de desenvolvimento e a capacidade potencial de aprendizagem. Nessa perspectiva, surge a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que em síntese, objetiva a elaboração de dimensões relativas ao aprendizado escolar, e segundo Vygotsky (2007),

É a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. (p. 97)

Com relação aos dois níveis de desenvolvimento apresentados temos que (a) o primeiro se caracteriza pela capacidade de executar determinadas funções de maneira independente, ou seja, o sujeito ainda na fase infantil não necessita de auxílios na execução de algumas atividades. Tudo o que a criança aqui sabe é resultante dos processos de desenvolvimentos já completados e (b) o segundo nível de desenvolvimento é oposto ao primeiro, e assim a criança possui capacidade para executar determinadas atividades necessitando do auxílio de outro sujeito, podendo este ser adulto ou colega mais capacitado.

Na teoria sociocultural, temos o conceito de zona de desenvolvimento proximal sendo concebido como o conceito mais original e de maior repercussão entre o aprendizado e o desenvolvimento. Assim, suas implicações pedagógicas estão na forma como é realizada a leitura da relação existente entre o aprendizado e o desenvolvimento dos sujeitos, pois segundo Ostemann & Cavalcante (2011, p.42),

Ao contrário de outras teorias pedagógicas, como a piagetiana, que sugerem a necessidade de o ensino ajustar-se a estruturas mentais já estabelecidas, para Vygotsky, o aprendizado orientado para níveis de desenvolvimento que já foram atingidos é ineficaz do ponto de vista do desenvolvimento global da criança. Ele não se dirige para um novo estágio do processo de desenvolvimento, mas, ao invés disso, vai a reboque desse processo. Assim, a noção de zona de desenvolvimento proximal capacita-nos a propor uma nova fórmula, a de que o “bom aprendizado” é somente aquele que se adianta ao desenvolvimento.

Nessa perspectiva, o ambiente escolar e a atuação do professor, ao interagir com seus alunos, devem ser entendidos como elemento promotor do desenvolvimento, adquirindo função imprescindível na teórica sociocultural. Para além disso, a linguagem e os signos influenciam diretamente as interações, isto porque, a aprendizagem depende da maneira que esses instrumentos são trabalhados/apresentados pelo professor. Ratificando essa premissa, Vygotsky (2013, p. 118) diz que,

...o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer. Assim, o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas.

Seguindo nessa perspectiva, ao falar dos processos de ensino e aprendizagem importa também mencionar os escritos de Paulo Freire (1987, 2000, 2003), autor brasileiro considerado um dos educadores mais influentes e que possui a seguinte biografia resumida,

Paulo Freire, educador e militante, teve toda a sua vida devotada à construção de uma educação libertadora capaz de instrumentalizar as camadas populares para lutar contra as relações opressoras do capitalismo. Considerado subversivo e além de seu tempo, suas reflexões foram construídas na sua prática enquanto educador no Brasil e no exílio. Em pouco tempo, tornou-se a pessoa cujas ideias eram mais ouvidas e dialogadas no âmbito da educação popular. É lembrado como intelectual que mostrou a profunda coerência entre teoria e prática da educação e do educador, de fato revolucionário, que nos mostrou a importância da necessária militância na educação – entendida como um ato político –, contrariando toda a visão que se propunha a uma concepção de educação como uma prática neutra (MARCIEL, 2011, p.337).

Inicialmente vale ressaltar que, segundo estudiosos, Paulo Freire não desenvolveu nenhuma teoria da aprendizagem. No entanto, seus trabalhos, como educador na experiência de Angicos⁶, na educação de jovens e adultos, lhe garantiram influências e reconhecimentos na

⁶ As “40 horas de Angicos”, experiência de alfabetização com jovens e adultos no sertão nordestino, é atualmente uma das mais revisitadas por estudiosos, pesquisadores e educadores vinculados às concepções democratizantes e emancipatórias de educação. Nunca em tão pouco tempo se vivenciou/criou/reinventou uma proposta de alfabetização que reunisse desejo político, vontade pedagógica e realidade objetiva e subjetiva com um grupo de pessoas que até então não disponibilizava desse recurso tecnológico da sociedade letrada – os sistemas alfabéticos. Essa experiência, embora ocorrida em um curto período de tempo, esteve, desde seu princípio, carregada de muitas significações, e se intensificou em outros espaços/lugares, para além da pacata cidade nordestina de Angicos. Sua importância política e epistemológica ganha contornos de uma filosofia da educação genuinamente brasileira, com o conjunto da obra de seu idealizador, o pernambucano Paulo Freire (1921-1997). O que hoje sabemos/estudamos/interpretamos e criticamente denominamos de

área de educação, especialmente no que tange à alfabetização, visto que defende e apresenta uma pedagogia problematizadora e transformadora. Assim,

A perspectiva educacional de Paulo Freire é muito mais uma teoria do conhecimento e uma filosofia da educação do que um método propriamente dito. Apesar dessa distinção, seu trabalho com adultos analfabetos terminou por ser conhecido como método freireano, até por quem é contra essa denominação. Assim, entenda-se aqui método como filosofia ou teoria do conhecimento. Mais adequado seria nos referirmos a ele como perspectiva freireana (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010, p. 44).

As concepções de educação emancipatória e libertadora de Paulo Freire surgem contrárias às ideologias da época, na qual priorizava a formação de sujeitos produtivos para o mercado de trabalho. Os pensamentos de Freire direcionam à formação de sujeitos críticos, que conscientemente tornem-se construtores de suas próprias histórias, onde para isso, compreendam a opressão em que estão inseridos, e a partir disso, construir caminhos à libertação, assim:

Ao propor uma prática de sala de aula que pudesse desenvolver a criticidade dos alunos, Freire condenava o ensino oferecido pela ampla maioria das escolas (isto é, as "escolas burguesas"), que ele qualificou de educação bancária. Nela, segundo Freire, o professor age como quem deposita conhecimento num aluno apenas receptivo, dócil. Em outras palavras, o saber é visto como uma doação dos que se julgam seus detentores. Trata-se, para Freire, de uma escola alienante, mas não menos ideologizada do que a que ele propunha para despertar a consciência dos oprimidos. Sua tônica fundamentalmente reside em matar nos educandos a curiosidade, o espírito investigador, a criatividade, escreveu o educador. Ele dizia que, enquanto a escola conservadora procura acomodar os alunos ao mundo existente, a educação que defendia tinha a intenção de inquietá-los (MARQUES, 2013, p.30).

Nota-se então que na educação bancária, o conhecimento, as vivências e as atitudes, que constituem os alunos, anterior ao seu ingresso em sala de aula, não são levados em consideração nos processos de ensino e de aprendizagem. O professor compreende que o aluno é um receptáculo vazio que será ao longo do processo educativo preenchido com as verdades abordadas em sala. Paulo Freire se opõe indicando que:

Ensinar exige respeito aos saberes dos educandos. ... Por que não aproveitar a experiência que têm os alunos de viver em áreas da cidade descuidadas

pensamento freiriano foi intensamente colocado em prática com trezentos homens e mulheres, trabalhadores nordestinos, sob a orientação de um grupo de estudantes da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), coordenado pelo próprio Freire (SILVA E SAMPAIO, 2015, p.1).

pelo poder público para discutir, por exemplo, a poluição dos riachos e dos córregos e os baixos níveis de bem-estar das populações, os lixões e os riscos que oferecem à saúde das gentes. ... Por que não discutir com os alunos a realidade concreta a que se deva associar a disciplina cujo conteúdo se ensina, a realidade agressiva em que a violência é a constante e a convivência das pessoas é muito maior com a morte do que com a vida? (FREIRE, 1997, p.33).

Ou ainda,

A prática pedagógica dos educadores é permeada pelo autoritarismo, dizendo aos educandos o que devem fazer e o que responder; portanto, eles vivenciam uma pedagogia da resposta. Não é permitido realizar críticas, assim como não se deve questionar e nem duvidar do professor – aquele que detém o conhecimento e que irá depositá-lo no corpo “vazio” dos alunos. Isso pelo fato de a educação bancária não buscar a conscientização dos educandos. Nesse caso, a educação é puro treino, é pura transferência de conteúdo, é quase adestramento, é puro exercício de adaptação ao mundo (FREIRE, 2000, p. 101).

Em linhas gerais, o método de alfabetização proposto e utilizado na experiência de Angicos objetiva inserir sujeitos nos processos de educação, fazendo com que os mesmos não aprendem apenas ler e escrever, mas realizar leituras da realidade na qual estão inseridos. Paulo Freire (1997) defende o diálogo como fator primordial no processo de emancipação do sujeito, ou seja, surgem os princípios constituintes da democracia. Portanto, pode-se dizer que,

as relações sociais de forma ampla carregam em si uma dimensão pedagógica. Na interpretação freireana, a partir da crítica a educação bancária emerge o conceito de educação em Paulo Freire: “ninguém educa ninguém, ninguém se educa sozinho. Educar é um ato de amor, é um ato de comunhão entre os homens”. A educação passa a ser compreendida como liberdade, no limiar horizonte da emancipação humana. Assim, a compreensão reflexiva sobre a vida de Paulo Freire nos traz um exemplo, que mesmo impedido pelas elites em servir ao seu povo, as experiências que se desenvolveram pelo mundo a fora, contribuíram para consolidar o seu reconhecimento como educador. O seu pensamento e a sua militância pontuam a coerência entre discurso e prática, na construção do inédito viável, por uma pedagogia libertadora (MARQUES, 2013. P.31).

Paulo Freire (2000) concebe as questões culturais e sociais do sujeito como imprescindíveis aos processos de ensino e aprendizagem, especialmente, quando se objetiva uma educação progressista. Assim, cria-se o método em que o processo educativo deve prioritariamente partir da leitura da realidade em que o sujeito está inserido. Nesse contexto,

acredita que o professor deve proporcionar aos alunos condições viáveis para realizarem leituras de sua realidade, e assim, construir seu conhecimento:

o educador que castra a curiosidade do educando em nome da eficácia da memorização mecânica do ensino dos conteúdos, tolhe a liberdade do educando, a sua capacidade de aventurar-se. A autonomia, a dignidade e a identidade do educando tem de ser respeitada, caso contrário, o ensino tornar-se-á inautêntico, palavreado vazio e inoperante. E isto só é possível tendo em conta os conhecimentos adquiridos de experiência feitos pelas crianças e adultos antes de chegarem à escola (FREIRE, 1997, apud MARQUES, 2013, p.32).

A análise da história e do desenvolvimento da ciência, de um lado, e da educação de outro, nos permite perceber que ambos os conceitos (enquanto discussão teórica e prática) evoluem ao longo dos tempos de forma a incorporar a si reflexões repletas de complexidade. Em decorrência disso, secularizamos, por exemplo, na educação, a ciência positivista, em prol da ciência complexa, dinâmica, repleta de avanços e retrocessos, possível de garantir à sociedade avanços e retrocessos simultaneamente e, da mesma forma, secularizamos, por exemplo, na educação, os processos de ensino e aprendizagem isentos de carga social/cultural, em prol daquelas concepções que nos levam ao desenvolvimento de práticas mais comprometidas com a formação do sujeito numa perspectiva libertária, libertadora e emancipatória.

Nesse contexto, é que acreditamos que as concepções de ciência assumidas, pelos sujeitos desta pesquisa, estudantes do Curso de Ciências Biológicas – licenciatura, futuros professores, podem interferir e sofrer interferências das concepções de ensino e de aprendizagem defendidas pelos mesmos, já que a atuação profissional não se faz isenta de interesses, de experiências, vivências e das concepções que cada um assume e defende (conscientemente ou, por vezes, inconscientemente) na vida diária e no exercício profissional. Assim, defendemos que ao adentrar em sala de aula, para exercer sua profissão, o professor carrega consigo um planejamento e uma prática que se confunde com suas concepções e, por isso, ao tomar consciência delas poderá agir de forma mais responsável, articulando ciência, ensino e aprendizagem em prol dos objetivos educacionais propostos aos dias atuais.

CAPÍTULO II – DA TRAJETÓRIA DE PESQUISA AOS DADOS COLETADOS

2.1 Abordagem de pesquisa, instrumentos de coleta de dados e os sujeitos da pesquisa

Estabelecer uma metodologia para este estudo, conforme definição de Santos (2000) como sendo a união dos procedimentos estritamente necessários para a realização de uma pesquisa científica, certamente é um momento delicado, requerendo do pesquisador atenção, considerando as questões que norteiam a pesquisa, bem como as respostas que objetiva encontrar.

Sendo assim, caracterizamos a presente pesquisa como sendo de abordagem qualitativa, pois se propôs a conhecer as concepções de ciência, ensino e aprendizagem dos futuros professores de ciências, no momento estudantes da Universidade Federal do Acre, Campus de Rio Branco, de forma a estabelecer possíveis relações destas, indicando implicações para o Ensino de Ciências. Tal caracterização é ratificada a seguir,

As pesquisas qualitativas respondem a questões muito particulares. Ela trabalha com o universo de significados, motivos crenças e aspirações, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à paralizações de variáveis. (MINAYO, 1996, p. 21-22).

Acrescentando à caracterização de pesquisa qualitativa, Bogdan e Biklen (1982) destacam que a fonte direta dos dados é o ambiente natural. Assim, os dados são recolhidos em situações específicas e complementados por meio da informação obtida do contato direto,

A pesquisa qualitativa ou naturalista envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes (ANDRÉ; LÜDKE, 2004, p. 13).

Na pesquisa qualitativa, os materiais colhidos podem ser revistos e reanalisados em sua amplitude pelo pesquisador de forma a permitir uma melhor compreensão e inferências a partir da questão de estudo colocada, bem como suas subdivisões, vejamos: Quais as possíveis relações das concepções de ciência, de futuros professores de ciências/ciências biológicas, com as concepções de ensino e aprendizagem?, estando, a priori, desdobrada de tal forma: (a) Quais as concepções de ciência, de ensino e de aprendizagem dos discentes do cursos de licenciatura em ciências biológicas? e (b) Quais as implicações/relações das

concepções de ciência, de futuros professores de ciências/ciências biológicas, com as suas concepções de ensino e aprendizagem?

Considerando o objeto de estudo da presente pesquisa, foram selecionados como sujeitos de pesquisa discentes do curso de licenciatura em ciências biológicas da Universidade Federal do Acre, Campos de Rio Branco, matriculados no sexto e oitavo período. Tal escolha se deve ao fato de acreditarmos que esses alunos já tiveram contato com disciplinas que trabalharam questões relacionadas à ciência, ensino e aprendizagem.

Levando-se em consideração o objeto e os sujeitos, bem como os objetivos desta pesquisa, o principal instrumento de coleta de dados utilizado foi um questionário, isto porque segundo Selltiz et al., (1974, p. 49),

O questionário é um instrumento de relativa facilidade e rapidez na aplicação e obtenção dos dados; impessoalidade assegurando certa padronização e uniformidade nas questões colocadas; relativo anonimato que garante ao sujeito maior confiança para se expressar de maneira livre, sem temer desaprovações; tempo flexível para preenchimento das respostas, podendo considerar cuidadosamente cada questão.

A coleta de dados se deu com o uso de questionários com questões objetivas e subjetivas (abertas), totalizando 15 questões sendo coletados diretamente em campo. A primeira parte do questionário destina-se a identificação do perfil do docente com 8 questões. A segunda parte são as questões de pesquisa propriamente dita, ou seja, relacionadas à ciência, ensino e aprendizagem com 7 questões.

As questões abertas foram construídas, considerando a especificidade dos sujeitos pesquisados, bem como da presente pesquisa que buscar investigar concepções de ciência. Para elaboração das questões que constituíram o supracitado questionário, levamos em consideração a literatura acerca da ciência, do ensino e da aprendizagem.

A análise dos dados obtidos está apoiada nas discussões teóricas dos autores que firmam as discussões demonstradas sobre concepções de ciência, principalmente no que tange a relação/implicações dessas com as concepções de ensino e aprendizagem e com o Ensino de ciências.

QUADRO 01 – Instrumento de coleta de dados

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE – UFAC
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PROPEG
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA – MPECIM

QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

PARTE I – Identificação do Perfil dos Sujeitos da Pesquisa

1. Sexo: M () F ()
2. Idade: _____
3. Qual foi o ano de ingresso e previsão de conclusão do curso de graduação?

4. Primeira graduação? _____
a. Se não, qual sua primeira formação? _____
5. Por que escolheu o curso de Ciências Biológicas?
6. Atualmente está cursando qual período do curso? _____
7. Já atuou (atua) como professor de Ciências?
a. Se sim, desde quando? _____
b. Se não, pretende atuar? _____
8. Qual(is) discussão (ões) na Universidade lhe chamam mais a atenção?
a. () das disciplinas que abordam conhecimento específico
b. () das disciplinas de formação geral
c. () das disciplinas de formação pedagógica

PARTE II – Ciência, Ensino, Aprendizagem e Ensino de Ciências

1. Considerando as leituras e discussões já realizadas ao longo do seu processo formativo discorra sobre o que os seguintes conceitos representam para você:
(a) Ciência
(b) Ensino
(c) Aprendizagem
 2. O que significa ser professor?
 3. O que significa ser um professor de ciências?
 4. Imagine estar abordando o conteúdo de sistema respiratório numa turma de alunos do segundo ano do ensino médio. Quando e como, na sua opinião, o professor ensina?
 5. Imagine, agora, que você está abordando o conteúdo de sistema respiratório na mesma turma de alunos do segundo ano do ensino médio. Quando e como, na sua opinião, o aluno aprende?
 6. Existe diferença entre ciências e ciência?
 7. Qual a finalidade ou influência que os conteúdos científicos têm na organização do plano de ensino da disciplina de biologia que você organiza quando se propõe a atuar no segundo ano do ensino médio?
-

2.2 Dados coletados e análises possíveis

Os sujeitos da presente pesquisa são discentes, do sexto e do oitavo período do curso de Ciências Biológicas Licenciatura, da Universidade Federal do Acre – Campus Rio Branco.

Dos aproximadamente 86 alunos matriculados nos dois períodos, apenas 47 concordaram em participar da pesquisa, preenchendo e assinando o termo de consentimento livre e esclarecido, como determinam as regras de pesquisa na área educacional. Para mantermos o sigilo dos estudantes, conforme estabelecido no termo, eles foram identificados no texto pela sigla E (estudante) e números de 1 a 47, por exemplo, estudante um, será identificado como E1, e assim por diante.

Após as análises dos dados coletados na primeira parte do questionário, que visou a construção do perfil dos entrevistados, observamos que a maioria dos sujeitos desta pesquisa, é do sexo feminino, sendo 19 homens e 28 mulheres e no que se refere à idade dos acadêmicos, a maioria, possui idade entre 19 a 47 anos. Nota-se ainda que apenas 10,6% dos discentes já exercem/exerceram à docência.

Observou-se que dos entrevistados apenas 4,25% tem/teve experiência com programas relacionados à docência, como por exemplo, participação no Programa Nacional de Iniciação à Docência (Pibid). Por fim, observou-se que, apenas 48,90% dos discentes entrevistados têm pretensões de exercer a docência ao término da graduação. Sendo que outros 34,04% responderam que não têm pretensões de atuar na docência e 17,06% não souberam informar.

A segunda parte do questionário dizia respeito às questões mais específicas relacionadas às concepções de ciência, ensino e aprendizagem dos discentes entrevistados. Para analisar os dados coletados, contamos com o auxílio do software IRAMUTEQ - (*Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*). Este software fora desenvolvido por Pierre Ratinaud, como instrumento para organização dos dados textuais, produzido por um grupo de sujeitos, de maneira estatística.

Segundo Camargo e Justo (2013) a utilização do IRAMUTEQ no nosso país começou por volta de 2013, pela equipe do LACCOS (UFSC) e pelo Centro Internacional de Estudos em Representações Sociais e Subjetividade – Educação da Fundação Carlos Chagas (CIERS-ed/FCC). Trata-se de um programa informático gratuito, que se ancora no *software R* e permite diferentes formas de análises estatísticas do *corpus* textual coletado. Utiliza-se alguns tipos de análises como: estatísticas textuais clássicas; pesquisa de especificidades de grupos; classificação hierárquica descendente; análises de similitude e nuvem de palavras.

Para esta pesquisa optamos pela realização de análise de similitude, que “se baseia na teoria dos grafos, possibilita identificar as concorrências entre as palavras e seu resultado traz indicações da conexidade entre as palavras, auxiliando na identificação da estrutura de um *corpus* textual” (CAMARGO, JUSTOS, 2013, 516) e de nuvem de palavras que “agrupa e as

organiza graficamente em função da sua frequência, na medida em que possibilita rápida identificação das palavras chave de um *corpus*". (CAMARGO e JUSTOS, 2013, 516).

Uma ressalva importante refere-se ao fato de que a utilização deste software não se configura como um método de análise, mas como instrumento computacional que auxilia na organização dos dados textuais. Assim sendo, para cada questão aberta foi processada a análise textual, aplicando duas formas: análise de similitude e nuvem de palavras. Passaremos agora a apresentação das análises de similitudes e das nuvem de palavras encontradas. Nas figuras 01 e 02, estão as palavras que forma mais enfatizadas quando da análise das respostas obtidas para definição de ciência, vejamos:

FIGURA 01 - Análise de similitude das palavras encontradas nas respostas sobre definição de ciência

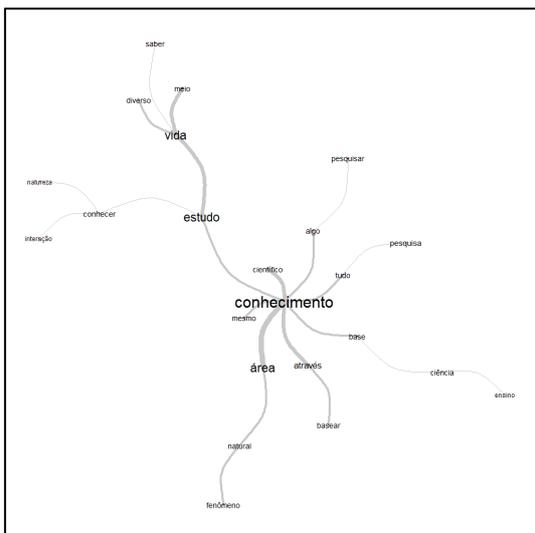
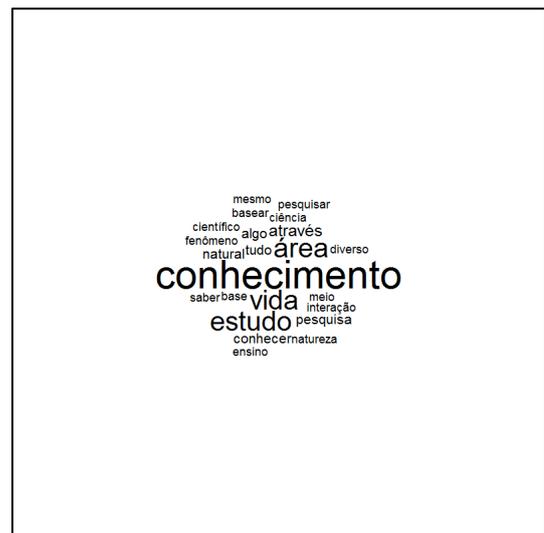


FIGURA 02 – Nuvens de palavras encontradas nas respostas sobre definição de ciência



Fonte: Software: IRAMUTEQ (2018)

Nas figuras 01 e 02 observam-se os resultados que indicam a conexidade entre as palavras em que há uma concorrência entre elas, sendo as de maior frequência: conhecimento, estudo, vida e área. As palavras apresentam relação com a Ciência na perspectiva de busca/construção de conhecimento. Porém, cabe ressaltar que essa concepção apresentada pelos discentes está diretamente relacionada à biologia, especialmente quando se observa as palavras vida e estudo. Segundo o dicionário (1989, p. 121) temos como definição de biologia o que segue: “a ciência que estuda os seres vivos e suas relações. Essa situação é preocupante, considerando que os sujeitos são discentes às vésperas de adentrar a sala de aula, na qual desenvolverão o processo de ensino e aprendizagem atrelado a essas visões de ciência”.

Exemplificam o exposto, as respostas que apresentamos a seguir: “*Ciência é o fato de questionar os saberes já existentes, ou os fenômenos naturais, e a partir desses questionamentos achar uma respostas.*” (E39), ou ainda “*Ciência como já diz é o estudo de diversas coisas sobre a vida*” (E46), ou ainda “*Descobrir novas fontes de conhecimento sobre a vida*” (E32), ou ainda, “*Pesquisar, conhecer e entender todas os tipos de interação existentes na terra*” (E27), ou ainda “*ciência é um conjunto de fatores relacionados com a vida, tecnologia, saberes e todas as coisas que possam ser estudadas.*” (E26).

Nota-se ainda nessas palavras distanciamento entre os sujeitos e o conhecimento como um todo, existindo por vez, uma visão fragmentada do conhecimento. Ou seja, os discentes ao conceberem ciência apenas na perspectiva da biologia estão deixando de lado os fundamentos da escola sócio interacionista, ou ainda, da Pedagogia Freiriana amplamente discutidas nos dias atuais, na qual a multidisciplinaridade, a interdisciplinaridade, a interação dos sujeitos e a comunicação entre as diversas áreas se fazem necessárias à efetivação dos processos de ensino e aprendizagem de nossos clientes, enquanto professores.

Urge a necessidade de futuros professores, bem como professores que já se encontram no exercício da docência e de formadores desses professores compreendam “a atuação profissional dos professores das ciências, constitui um conjunto de saberes e práticas que não se reduzem a um componente domínio dos procedimentos, conceituações, modelos e teorias científicas” (DELIZOICOV, et al, 2012, p. 33-34).

Na sequência, nas figuras 03 e 04, apresentamos a análise de similitude e a nuvem de palavras obtidas para a questão 1b que demandava do sujeito a definição de ensino.

FIGURA 03 - Análise de similitude das palavras encontradas nas respostas sobre definição de ensino

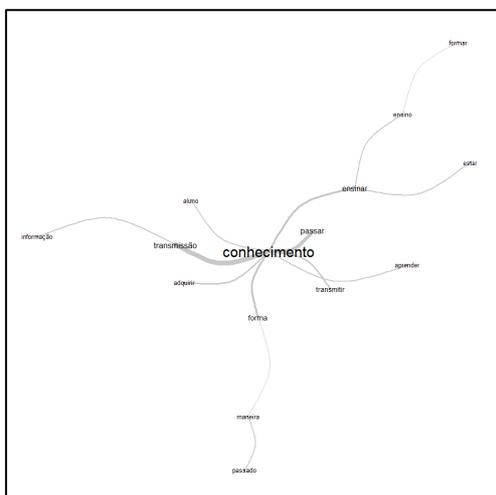
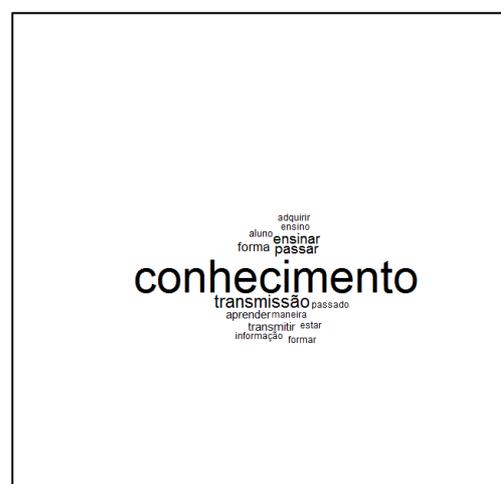


FIGURA 04 – Nuvens de palavras encontradas nas respostas sobre definição de ensino



Fonte: Fonte: Software: IRAMUTEQ (2018)

As palavras conhecimento e transmissão aparecem com maior frequência, nos remetendo às ideias de uma educação na qual um indivíduo detém o conhecimento, sendo, portanto o ser pensante do processo de educação. Já os alunos são apenas indivíduos que devem receber esses conhecimentos, não sendo-lhes permitido questionar. Em outras palavras há um depósito de informação aos alunos, processo de ensino e aprendizagem unilateral, ou seja, a famosa educação bancária compreendida por Paulo Freire (2005), na qual “o educador é o que diz a palavra; os educandos, os que a escutam docilmente; o educador é o que disciplina; os educandos, os disciplinados”.

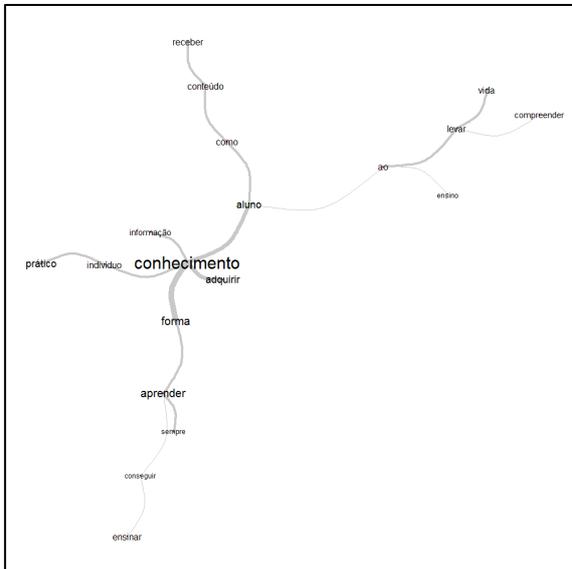
Exemplificam o exposto, as respostas que apresentamos a seguir: “*É uma forma de passar o conhecimento para o aluno.*” (E1), ou ainda, “*Transferência de conhecimento ou informação de uma forma sistemática.*” (E31), ou ainda, “*Ensino é o fato de saber transferir conhecimento para outros, considerando todo o contexto em que se encontra.*” (E39), ou ainda, “*Ensinar é a capacidade que alguém possui para transmitir o conhecimento, para ensinar aquilo que sabe. O ensino, então, representa a transmissão de informações.*” (E40), ou ainda, “*transmissão de conhecimentos adquiridos a outras pessoas.*” (E36).

Assim, nota-se que a educação bancária não se preocupa com a emancipação do educando por meio dos processos educacionais, ao contrário, visa torná-lo acomodado, sem capacidade crítica para realizar questionamentos frente a sua realidade. Ou seja, a educação bancária responde aos anseios da classe social dominante, formando indivíduos submissos ao sistema vigente, impedindo a propagação de uma educação autônoma, libertadora e emancipatória.

Inferimos ainda, a partir dos dados coletados, que os sujeitos desta pesquisa compreendem o ensino como sendo um ato pontual de transmissão de conhecimento, o qual se limita a decorar, memorizar, assimilar conteúdos. Para Paulo Freire (2011), ensinar não é transmitir conhecimentos, mas criar as possibilidades para sua produção ou a sua construção. Assim, mais uma vez se afasta da escola preconizada para atualidade, que deve pautar suas ações na interdisciplinaridade, no construtivismo, na interação entre os sujeitos.

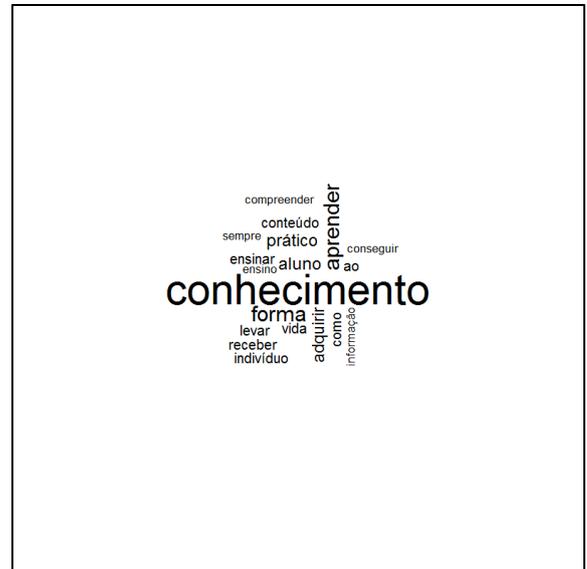
Passaremos a seguir a apresentação das figuras 05 e 06, onde encontram-se a análise das respostas obtidas para a questão 1c, ou seja, definição de aprendizagem.

FIGURA 05 - Análise de similitude das palavras encontradas nas respostas sobre definição de aprendizagem



Fonte: Fonte: Software: IRAMUTEQ (2018)

FIGURA 06 – Nuvens de palavras encontradas nas respostas sobre definição de aprendizagem



Ao analisarmos as palavras conhecimento, adquirir, formar e aprender, mais uma vez nos deparamos com as ideias presentes quando da discussão da educação bancária e tão questionadas por Freire. As respostas fazem emergir a percepção de que os sujeitos aprendem com o propósito de serem moldados, colocados na forma, enquadrados, o que os impediria de desenvolver-se criticamente, fazendo suas escolhas e se posicionando criticamente ante as diferentes situações que se apresentam no dia a dia de cada cidadão. Assim,

Conhecendo um pouco da herança histórica, entendemos o motivo de a instituição escolar não permitir que os corpos se libertem, se humanizem e vivenciem sua condição natural de ser mais. A própria estrutura física da instituição, as cercas, os muros, as posições dos alunos dentro das salas de aulas (cada um em sua carteira enfileirada), a constituição de filas para manter a ordem, o *panóptico*, como Foucault (2009) descreve, já aguardam os educandos para moldá-los, discipliná-los e dizer a eles como seus corpos devem se comportar. Assim é caracterizado o processo de ensino e aprendizagem. O “professor-juiz”, citado pelo autor (2009), é um vigilante constante desses corpos, sendo que qualquer desvio poderá levar à punição, seja com suspensões, expulsões ou notas abaixo da média estabelecida (BRIGHENTE et al, 2016, p.162).

Nas concepções dos sujeitos, a aprendizagem não é vista como mecanismo de construção de conhecimento, como nos apresenta Ausubel (1990), por exemplo. Não compreendem que a mesma, desde os anos iniciais, deve ser impulsionada, fazendo com que o aluno aprenda a construir seu conhecimento, investigando e pesquisando.

A concepção que se apresenta dos sujeitos, é de uma educação vertical, pela qual o professor transmite conhecimento e o aluno o recebe. É secundarizado, nesse contexto, os escritos de Vigotsky (1998) sobre a importância da mediação e, da mesma forma, sobre a importância das interações.

Exemplificam o exposto, as respostas que apresentamos a seguir: “*Aprendizagem é a apreensão por parte dos ensinados, do que está sendo transmitido penso ensinador, e a assimilação dessa transmissão de ideias de modo que seja construída uma visão adequada à realidade da natureza.*” (E5), ou ainda, “*Aprendizagem é a forma que o aluno recebe o conhecimento.*” (E1), ou ainda, “*Ensino adquirido por meio de transferência ou vivência.*” (E31), ou ainda, “*Aprendizagem é saber receber determinado conhecimento e refletir para que ele deixe de ser apenas uma informação e passe a ser parte da vivência.*” (E39), ou ainda, “*Receber e entender todos os conhecimentos, culturas, tradições e etc...*”(E27).

Na sequência, apresentamos as figuras 07 e 08, e as análises de similitude e a nuvem de palavras resultantes da análise das respostas atribuídas para questão 02 que fazia menção ao significado de ser professor.

FIGURA 07 - Análise de similitude das palavras encontradas nas respostas sobre o significado de ser professor

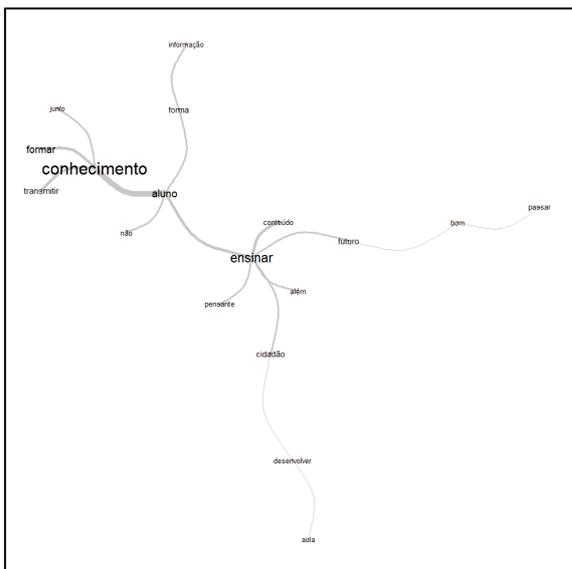
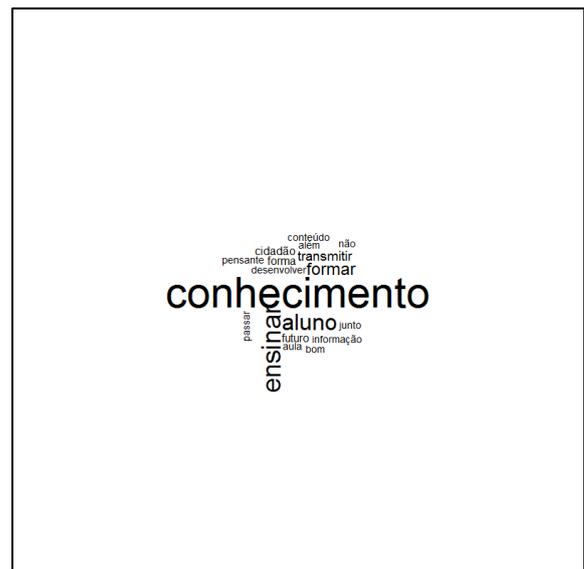


FIGURA 08 – Nuvens de palavras encontradas nas respostas sobre o significado de ser professor



Fonte: Fonte: Software: IRAMUTEQ (2018)

As palavras conhecimento, ensinar, aluno, quando associadas podem nos remeter à visão unilateral, no qual o professor é o único detentor de conhecimento, cabendo a ele

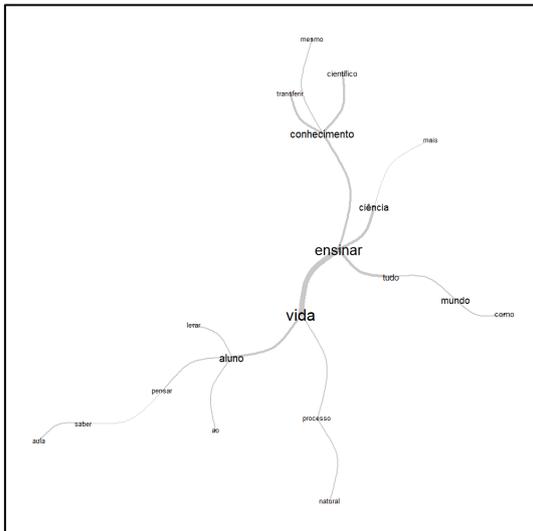
ensinar, ou seja, a função de repassar conhecimentos/conteúdos. Essa concepção nos direciona à ideia de Becker (1993) quando afirma que “a aprendizagem, entendida como transmissão de conhecimento, constitui a marca registrada do empirismo”.

Exemplificam o exposto, as respostas que apresentamos a seguir: “*Ser professor é alguém que tem a responsabilidade de transferir conhecimentos para formar seres conhecedores do conhecimento.*” (E13), ou ainda “*Transferidor de conhecimento.*” (E10), ou ainda, “*Ser capaz de transferir ideias e informações aos alunos, de forma que permita o raciocínio.*” (E36), ou ainda, “*Ser professor significar ser transmissor de conhecimento, mediador do saber.*” (E40), ou ainda, “*Aquele que transmite o saber através de aulas ou em sala de aula.*” (E31).

Em linhas gerais, os sujeitos desta pesquisa restringem a noção de ser professor à mera transmissão de conhecimento.

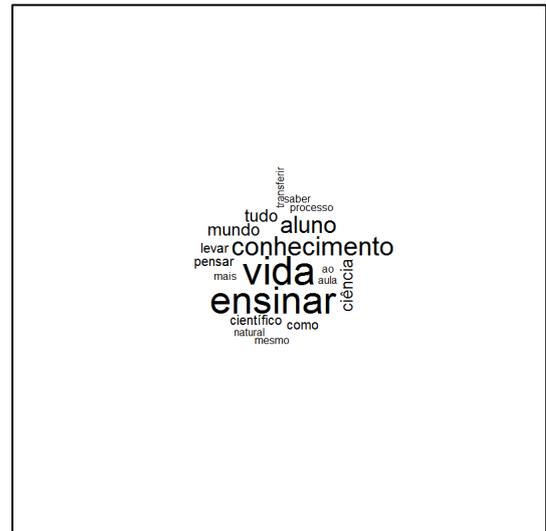
As figuras 09 e 10 nos apresentam a análise de similitude e a nuvem de palavras elaboradas a partir da análise da questão 3 que indagava os sujeitos, futuros professores de Ciência/Biologia, sobre o significado de ser professor de Ciências.

FIGURA 09 - Análise de similitude das palavras encontradas nas respostas sobre o significado de ser professor de ciências



Fonte: Fonte: Software: IRAMUTEQ (2018)

FIGURA 10 – Nuvens de palavras encontradas nas respostas sobre o significado de ser professor de ciências



Observa-se que as palavras vida, ensinar e conhecimento são as mais citadas pelos sujeitos, nos direcionando a uma visão unilateral na condição de ensinar. Ou seja, há uma ênfase no ato de ensinar conhecimentos específicos da área de biologia, já que existe uma alta

frequência da palavra vida nas respostas, ou seja, voltamos à questão da fragmentação/compartimentalização do conhecimento. Sendo assim,

Quando o saber é compartimentado em disciplinas, pode levar a conhecimentos bastante específicos focalizados em uma só área. Essa compartimentalização está presente na escola por meio das disciplinas específicas, e, entre as temáticas da sala de aula e a realidade vivida pelos estudantes, acaba por gerar a alienação e a irresponsabilidade dos aprendizes, que não se sentem parte dos fenômenos e, portanto capazes de mudá-los (LUCK, 1994, p.47)

Tal situação é preocupante porque em linhas gerais, se perde a noção da totalidade, da contextualização. Muitas vezes é essa abordagem limitada que impede o aluno de aprender, porque ensinamos fora de contexto ao olharmos apenas para nossa área de formação e para a disciplina que ministramos, ou seja,

O grande problema, pois, é encontrar a difícil via de interarticulação entre as ciências, que têm, cada uma delas, não apenas sua linguagem própria, mas também conceitos fundamentais que não podem ser transferidos de uma linguagem à outra. (MORIN, 2002A, p.113)

Exemplificam o exposto, as respostas que apresentamos a seguir: “*Transmissor de conhecimentos científico com preocupação na preservação e manutenção da vida na terra.*” (E27), ou ainda, “*É ensinar sobre a vida e suas transformações, sobre ecossistemas e também ensinar ser cidadão.*” (E26), ou ainda, “*É ensinar como os organismos vivos ou não sobrevivem ou interagem com o meio ambiente, ou seja, é o estudo da vida.*” (E23), ou ainda, “*É ensinar sobre os processos naturais da vida e conhecimentos básicos.*” (E20).

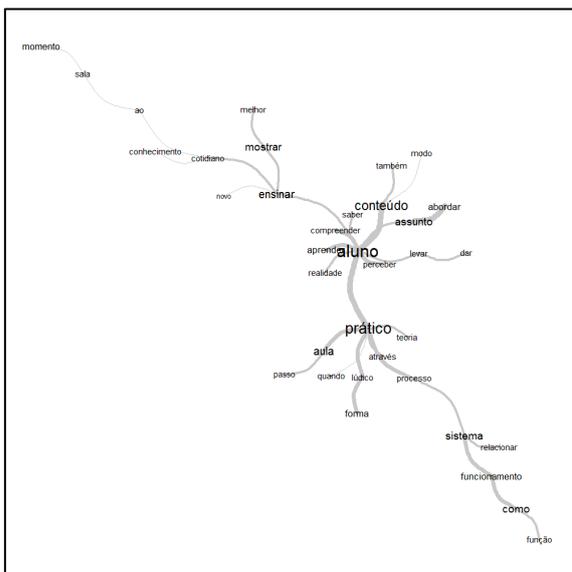
Aqui cabe alertar ao leitor sobre as semelhanças que podem ser encontradas se analisarmos conjuntamente as respostas obtidas para as questões de 1^a, 1b, 1c, 2 e 3, posto que, para os sujeitos desta pesquisa, resumidamente temos o que segue: **Ciência** – conhecimento da biologia + **Ensino** – conhecimento transmitido + **Aprendizagem** – conhecimento adquirido + **Professor** – conhecimento ensinado ao aluno + **Professor de ciências** – ensina conhecimento voltado à vida.

O exposto nos permite perceber que as respostas obtidas são coerentes entre si e expressam, como já dito em análises anteriores, uma visão direcionada/limitada de Ciência como sendo uma área do conhecimento, nesse caso, a área de formação dos mesmos: a Biologia e, da mesma forma, permite perceber que os processos de Ensino e de Aprendizagem, bem como a atuação enquanto Professor, ou enquanto, Professor de Ciências

são pautados em teorias mais tradicionais que objetivavam a transmissão e aquisição do conhecimento, nesse caso, mais especificamente, transmissão e aquisição do conhecimento de biologia. As cinco concepções até aqui analisadas nos permitem inferir que os sujeitos destas pesquisas se afastam [ou melhor] afastam suas concepções das concepções mais atuais de Ciência e, da mesma forma, de Ensino e de Aprendizagem, o que os faz caracterizar a atuação docente como sendo meramente o ensino de um determinado conhecimento, ou ainda, de um conjunto determinado de conhecimentos (conteúdos)

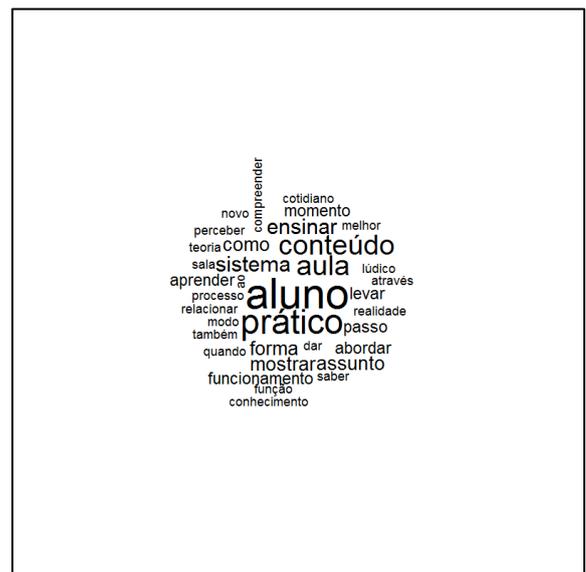
As figuras 11 e 12, por sua vez, apresentam as respostas obtidas para questão 4 que indagava ao sujeito para manifestar sua opinião sobre quando o professor ensina.

FIGURA 11 - Análise de similitude das palavras encontradas nas respostas sobre quando o professor ensina



Fonte: Fonte: Software: IRAMUTEQ (2018)

FIGURA 12 – Nuvens de palavras encontradas nas respostas sobre quando o professor ensina



Analisando as respostas dos sujeitos, nota-se que as palavras conteúdo, prático e aluno apresentam maior frequência, nos direcionando a ideia de que o ensino e aprendizagem estão diretamente relacionados às atividades práticas que o professor promove em suas aulas. Em algum momento formativo para esses sujeitos, ficou marcado que o professor consegue ensinar conteúdos quando utiliza aulas práticas, nos remetendo à questão do ensino de biologia, à ênfase ao laboratório.

Exemplificam o exposto, as respostas que apresentamos a seguir: “Com teoria e prática. Os experimentos são necessários, pois de uma forma lúdica também se aprende.” (E30), ou ainda, “Usa multimídias para mostrar fatos e vídeos para os alunos, e aulas práticas

para ensinar o processo passo a passo.” (E40), ou ainda, “Quando faz uma atividade prática diferente da teoria dada só na sala de aula.” (E25), ou ainda, “Quando o professor ensina algo novo, com novas ideias e com propostas práticas de trabalho, sem a mecanização de só usar o quadro e o livro.” (E7). A ênfase as atividades práticas, experimentais, uso do laboratório exige que lembremos ao leitor que,

O experimento, por si só não garante a aprendizagem, pois não é suficiente para modificar a forma de pensar dos alunos, o que exige acompanhamento constante do professor, que devem pesquisar quais são as explicações apresentadas pelos alunos para os resultados encontrados e propor se necessário, uma nova situação de desafio (BIZZO, 2002, p. 75).

As concepções ora apresentadas pelos nossos sujeitos nos faz refletir e questionar algumas questões, dentre elas, apresentamos a que segue: (a) Na hipótese de não termos laboratório/aula prática não há possibilidade de garantir os processos de ensino e aprendizagem em ciências?. Devemos compreender aqui, o exposto por Souza (2013) quando diz que, as atividades experimentais não têm como único espaço possível o laboratório escolar, visto que podem ser realizadas em outros espaços pedagógicos, como sala de aula, e utilizar de materiais alternativos aos convencionais.

Da mesma forma, importante compreender que não é função da escola formar cientistas e, por isso, é essencial que o planejamento docente aconteça, que as metodologias sejam alteradas e que tenham uma diversidade de práticas pedagógicas sendo desenvolvidas em sala de aula. Porém, devemos compreender que essa diversidade de prática não se restringe a um conjunto de atividades práticas, de experiências, na qual temos um roteiro pré-estabelecido e dividido em objetivo, procedimento e resultado.

As atividades de experimentação por muito tempo foram introduzidas aos alunos de duas maneiras equivocadas. Na primeira delas, com caráter ilustrativo, segundo a escola tradicional, a experiência aparecia apenas após a explicação de um conhecimento de forma teórica, a fim de memorizar e comprovar a informação dada. Já na segunda maneira, temos a experiência seguindo rígidos guias, não incentivando a curiosidade evitando erro e realizadas como “receitas de bolo” (GASPAR, 2009, p.23.).

A abordagem de um determinado conteúdo por meio de atividades práticas permite que o professor ensine e o aluno aprenda, mas desde que seja em uma perspectiva contextualizada, atendendo objetivos claros e aos anseios daquilo que se espera da escola nos dias atuais. Do contrário, se as atividades práticas forem desenvolvidas na perspectiva de

reprodução/repetição, as mesmas não terão significados e não facilitarão o desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizagem em ciências. Assim,

A realização de experimentos em Ciências representa uma excelente ferramenta para que o aluno concretize o conteúdo e possa estabelecer relação entre a teoria e a prática. Nesse sentido, a atividade experimental que se pretende precisa ser desenvolvida sob a orientação do professor, a partir de questões investigativas que tenham consonância com aspectos da vida dos alunos e que se constituam em problemas reais e desafiadores, realizando-se a verdadeira práxis, com o objetivo de ir além da observação direta das evidências e da manipulação dos materiais de laboratório. A atividade experimental deve oferecer condições para que os alunos possam levantar e testar suas ideias e suposições sobre os fenômenos científicos que ocorrem no seu entorno (SOUZA, 2013, p.13).

Nas figuras 13 e 14 estão as análises de similitude e nuvem de palavras referentes a questão 05 que objetivava entender as opiniões dos sujeitos sobre quando o aluno aprende.

FIGURA 13 - Análise de similitude das palavras encontradas nas respostas sobre quando o aluno aprende

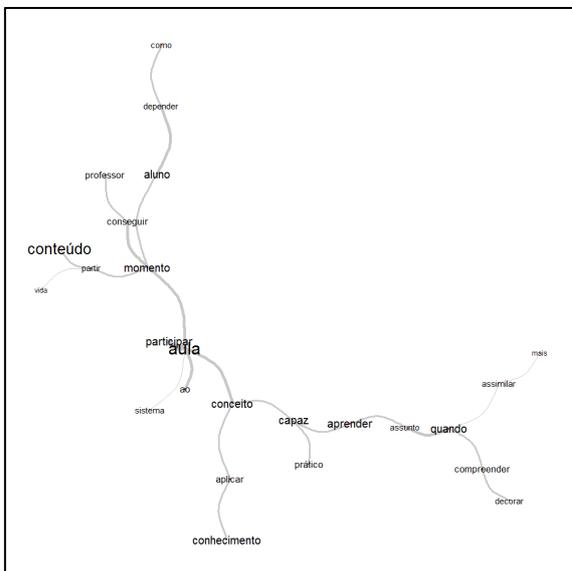
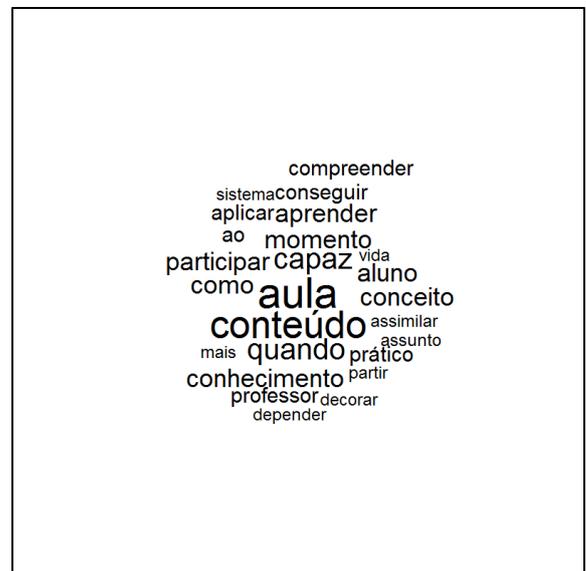


FIGURA 14 – Nuvens de palavras encontradas nas respostas sobre quando o aluno aprende



Fonte: Fonte: Software: IRAMUTEQ (2018)

Após realizar as análises das similitudes e da nuvem de palavras, nas quais temos aula, conteúdo e sala com maior destaque nota-se temos a ratificação da importância do conteúdo, uma resposta sobre quando o professor ensina, bem como naquela que demandava uma resposta sobre quando o aluno aprende. Assim sendo, pode-se dizer que os sujeitos

deslocaram o foco da questão de forma que o central deixou de ser quando e passou a ser o que, daí a evidência da palavra conteúdo. Ou seja, o professor ensina conteúdo e o aluno aprende conteúdo. Para além, disso, há uma contradição latente nas respostas se considerarmos que no que tange ensinar, destaca-se o caráter prático do ensino de ciências, enquanto que quando a discussão é aprender, volta-se o foco para a aula. Assim, numa questão os sujeitos nos dizem que o professor ensina conteúdo quando faz uso de aulas práticas, e depois, apresentam uma concepção que nos dá indícios de que a aprendizagem do aluno ocorre em sala de aula.

Exemplificam o exposto, as respostas que apresentamos a seguir: *“O aluno aprende a partir do momento em que ele consegue fixar todos os conceitos explicados em sala de aula e podendo aplicar esses conceitos no seu cotidiano.”* (E3), ou ainda, *“Quando participa da aula de forma livre sem decorar os conceitos.”* (E7), ou ainda, *“O aluno aprende participando da aula e associando o conhecimento com seu dia-a-dia.”* (E27), ou ainda, *“A partir do momento que ele consegue fazer uma síntese de tudo que foi dito em sala. Como depender de cada aluno, pois o processo de aprendizagem é diferente para cada indivíduo.”* (E42), ou ainda, *“O aluno aprende com repetição do conteúdo. Seja com mapas conceituais, desenhos no quadro sobre o sistema, com debates em grupos e principalmente fazendo com que ele participe das aulas.”* (E30), ou ainda, *“O professor ensina quando consegue transmitir os conhecimentos teóricos, passando também experiências do cotidiano. O aluno aprende quando é capaz de aplicar esses conceitos e conhecimentos adquiridos no decorrer da aula, em sua vida e na vida dos demais ao seu redor.”* (E12).

A contradição existente nas concepções de quando o professor ensina (questão 4) e quando o aluno aprende (questão 05) merece ser objeto de reflexão, pois a confusão que emerge pode influenciar negativamente nos processos de ensino e aprendizagem que serão desenvolvidos pelos sujeitos da pesquisa, É necessário que haja uma interação coerente entre essas concepções, fazendo com os professores em seus planejamentos optem por delinear práticas pedagógicas pautadas em concepções que se complementem e não que estejam em confronto.

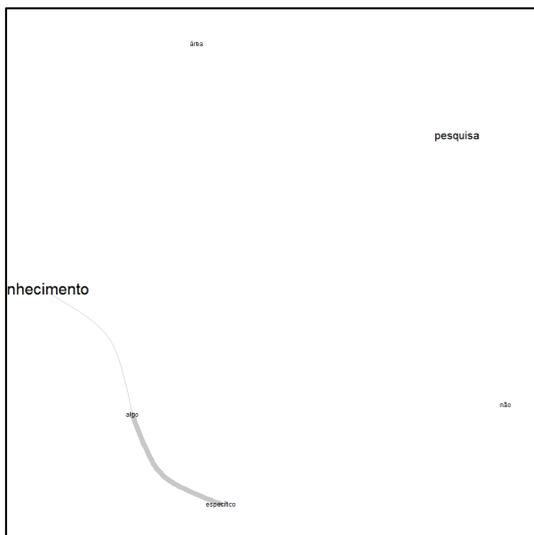
Quando o sujeito acredita que a aprendizagem do aluno está exclusivamente atrelada à exposição de conteúdo, mais uma vez somos remetidos às ideias que pautam a escola tradicional, ou ainda, as teorias de aprendizagem pautadas na assimilação, memorização e repetição, ideias que são contraditórias ao que espera-se de tais processos no contexto atual.

Para, além disso, conforme Nicolli (2009) as abordagens pedagógicas desenvolvidas em sala de aula devem atentar para o que segue: **1. Condição humana**, de forma que cada

sujeito envolvido nos processos de ensino e aprendizagem se sinta partícipe dos mesmos e possa falar sobre suas ideias, ideais, concepções, 2. **Encontro com o outro**, no sentido de garantir que interações, entre estudantes e estudantes e professores, sejam estabelecidas e 3. **Respeito a diversidade**, para que as peculiaridades/diversidades de concepções e percepções possam emergir e viabilizar a construção e apropriação de novas ideias. Será assim que a sala de aula se tornará um espaço para cada um participar, expondo suas ideias e interagindo com o outro, de forma que nesse contexto ocorra o respeito a diversidade de posições e os processos de apropriação de novos conceitos, ou seja, se efetivem os processos de ensino e de aprendizagem.

Nas figuras 15 a 18 estão as análises das respostas obtidas para a questão 06. Nesse caso, optamos por alocar as respostas sobre o que é ciência, nas figuras 15 e 16, enquanto que nas figuras 17 e 18 estão as respostas obtidas para a indagação: o que é ciência?

FIGURA 15 - Análise de similitude das palavras encontradas nas respostas sobre ciências



Fonte: Fonte: Software: IRAMUTEQ (2018)

FIGURA 16 – Nuvens de palavras encontradas nas respostas sobre ciências



As palavras conhecimento, pesquisa e específico demonstram que os sujeitos da pesquisa concebem ciências como uma disciplina que aborda conhecimento específico. Exemplificam o exposto, as respostas que apresentamos a seguir: “*Ciências são várias áreas específicas.*” (E16), ou ainda “*As ciências abrangem todo ensino da matemática, física, química e biologia.*” (E30), ou ainda “*Ciências são disciplinas variadas abordando especificadamente um conteúdo.*” (E19).

Para, além disso, considerando a frequência da palavra pesquisa em suas respostas, inferimos que a sua indicação esteja atrelada às atividades de pesquisas. Quando assumem a pesquisa nas áreas que compõe a biologia, como por exemplo: zoologia, botânica, ecologia, dentre outras, como um dos principais objetivos e/ou finalidade da disciplina de Ciências, os sujeitos acabam expondo uma visão que se volta para as ciências biológicas, nos moldes, principalmente, encontrado nos Cursos de bacharelado, nos quais, em linhas gerais, a preocupação prioritária centra-se na formação de biólogos, ou seja, pesquisadores aptos a desenvolver pesquisas nas áreas específicas do curso. Exemplificam o exposto acima, as respostas que apresentamos a seguir: “*Ciências é fazer pesquisas.*” (E32), ou ainda “*Ciências é onde faz amostras, experimentos, fazer ciência, descobertas como medicamentos e muitas outras pesquisas.*”.

Tal cenário nos remete a uma situação complexa, considerando que nossos sujeitos de pesquisa são Licenciandos em Ciências Biológicas, e podem estar, de certo modo, preterindo as pesquisas relacionadas ao ensino e/ou a educação e se percebendo como biólogos e, por isso, dando ênfases às pesquisas voltadas aos conhecimentos biológicos, deixando de lado os pressupostos básicos de quem trabalha com ensino e/ou educação em ciências biológicas na educação básica.

FIGURA 17 - Análise de similitude das palavras encontradas nas respostas sobre ciência

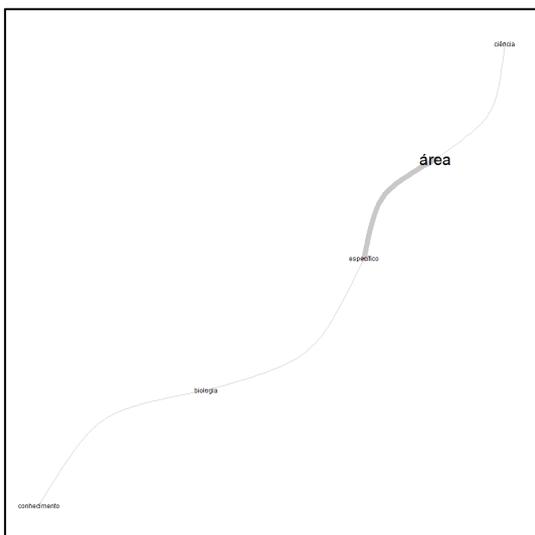
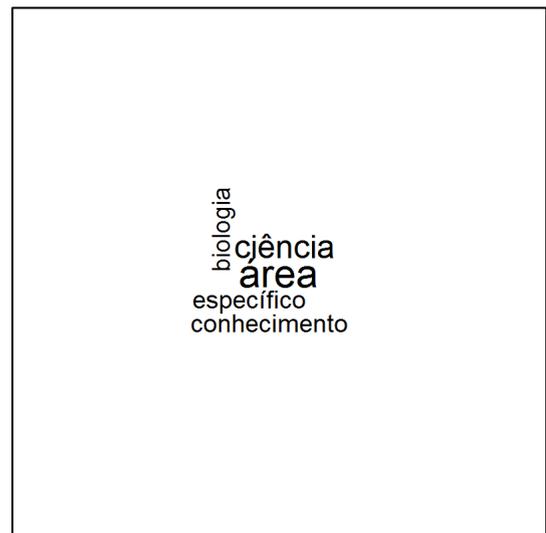


FIGURA 18 – Nuvens de palavras encontradas nas respostas sobre ciência



Fonte: Fonte: Software: IRAMUTEQ (2018)

Temos nas figuras 17 e 18 as palavras área, ciência, específico e conhecimento, que nos redirecionam as concepções de ciência apresentadas na análise da questão 01 desta pesquisa, quando os alunos associam ciência à disciplina de biologia, a uma área específica. Apresentando assim, um conhecimento fragmentado, sem compreender o todo, levando-nos a entender que não há a necessidade de comunicação entre as ciências no processo de ensino e aprendizagem.

Exemplificam o exposto, as respostas que apresentamos a seguir: “*Ciências representa assuntos variados, enquanto ciência está relacionada à biologia, química e física.*” (E40), ou ainda, “*Ciências são as outras áreas de conhecimento científico. Ciência é a matéria específica.*” (E37), ou ainda, “*Ciência pode ser algo específico como a biologia. Já ciências é o conjunto de todas elas.*” (E41), ou ainda, “*Ciência é o conjunto de várias ciências, envolve vários conteúdos, enquanto a ciência é apenas um só.*” (E42).

Para a construção do conhecimento pelos alunos nos dias atuais é necessária uma visão da totalidade do conhecimento. É imprescindível que haja comunicação entre as ciências, interações que visem o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem, ou seja, que a interdisciplinaridade ocorra nas escolas.

No campo científico, a interdisciplinaridade equivale à necessidade de superar a visão fragmentada da produção de conhecimento e de articular as inúmeras partes que compõem os conhecimentos da humanidade. Busca-se estabelecer o sentido de unidade, de um todo na diversidade, mediante uma visão de conjunto, permitindo ao homem tornar significativas as informações desarticuladas que vem recebendo (GARRUTTI, 2004, p.188).

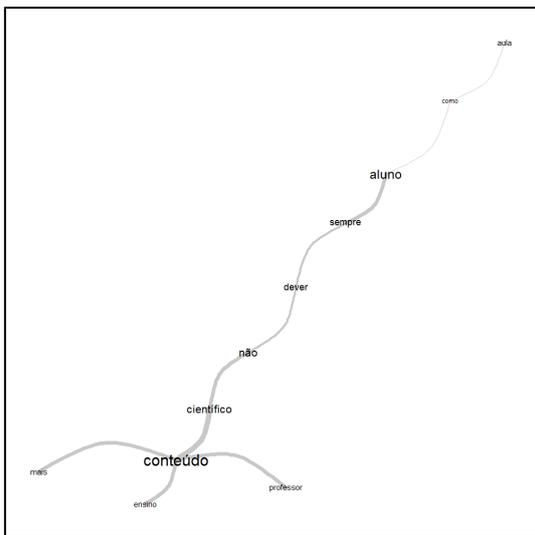
A compartimentação do saber, em linhas gerais, surgiu em resposta às anseios da sociedade em especializar seus profissionais, e com o tempo, tal perspectiva foi adentrando a todos os níveis escolares. Hoje por outro lado, há a necessidade de rompermos com essa visão, por a mesma impede que os alunos construam conhecimentos globais, ou seja, prejudicam o processo de ensino e aprendizagem.

A prática da interdisciplinaridade tem se mostrado uma forma eficaz ao rompimento dessa visão de compartimento dos saberes, promovendo a comunicação e unicidade do conhecimento. É nessa perspectiva que os muros existentes entre as disciplinas serão dissipados, isso ao gerar, segundo Luck (1995),

Integração e engajamento de educadores num trabalho conjunto, de interação das disciplinas do currículo escolar entre si e com a realidade de modo a superar a fragmentação do ensino, objetivando a formação integral dos alunos, a fim de que possam exercer criticamente a cidadania mediante uma visão global de mundo e serem capazes de enfrentar os problemas complexos, amplos e globais da realidade atual.

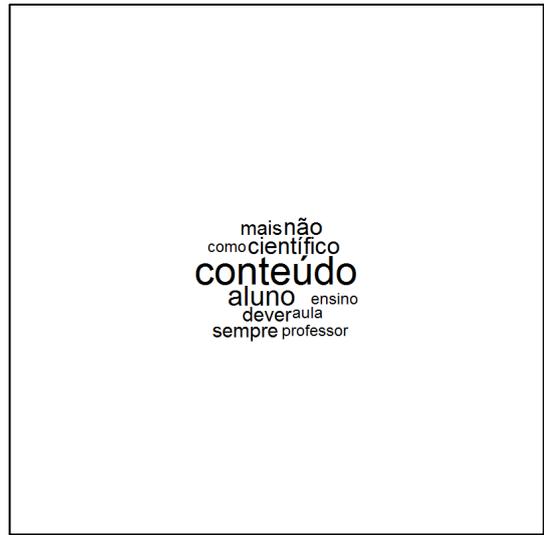
A seguir, nas figuras 19 e 20, estão as análises de similitude e a nuvem de palavras obtidas para a questão 07, assim apresentada: qual a finalidade ou influência dos conteúdos científicos na organização do plano de ensino da disciplina de biologia que você organiza quando se propõe a atuar no segundo ano do Ensino Médio?

FIGURA 19 - Análise de similitude das palavras encontradas nas respostas finalidade ou influências dos conteúdos científicos



Fonte: Software: IRAMUTEQ (2018)

FIGURA 20 – Nuvens de palavras encontradas nas respostas sobre finalidade ou influências dos conteúdos científicos



Ao analisarmos as respostas obtidas a presente questão, observa-se que as palavras que estão em destaque conteúdo, aluno e científico configuram repostas vagas, e em muitas repostas remetem a elementos do próprio enunciado. Observando a figura referente à similitude das palavras, temos conteúdo como palavra central das repostas, e vinculadas à mesma estão científico e professor, assim, inferimos que os sujeitos da pesquisa compreendem que, o conteúdo científico é essencial, mas quem realiza o processo de ensino e aprendizagem é o professor, único e responsável.

Exemplificam o exposto, as respostas que apresentamos a seguir: “*Conteúdo que pode ser comprovado cientificamente.*” (E10), ou ainda, “*o plano de ensino está diretamente ligado aos conteúdos, porém, depende do professor o método de abordar esses conteúdos.*” (E39), ou ainda, “*Execução e elaboração de conteúdo.*” (E9), ou ainda, “*Os conteúdos*

científicos tem por finalidade fazer com que todos nós sejamos pesquisadores.” (E26), ou ainda, *“Depende do professor, como está a aula e como os alunos se interessam.”* (E46).

Em linhas gerais, nossos sujeitos não responderam efetivamente a questão, fazendo-nos acreditar que não se veem como professores/futuros professores, por isso a dificuldade em falar sobre processos de planejamento ou atuação profissional no ensino médio, por exemplo. Inúmeras são as variáveis que existem no processo de formação desses estudantes que podem influenciar diretamente nesta ausência de identidade, fatores como visão da biologia, na perspectiva dos cursos de bacharelados, e a atual desvalorização profissional dos professores, especialmente em relação a precarização do trabalho e desvalorização profissional,

[...] os professores estão inseridos numa crise de identidade, agravada pela precarização da formação e dos salários; pela falta de organização como profissão; pelo individualismo/isolamento dos professores e, conseqüentemente, o enfraquecimento do trabalho coletivo dentro e fora das escolas; pela dependência das políticas governamentais e pela não participação na criação das mesmas; pela alienação política e, ainda, pela fragilidade psicológica que se produz em meio a esta crise (NOGUEIRA, 2008, p. 4721).

Devemos compreender que formação identitária dos professores não é imutável, muito menos compreendido como externo, podendo ser adquirido. Trata-se por vez de um processo de construção, influenciado pelo contexto social e histórico na qual o indivíduo está inserido. Ou seja, a profissão docente surge mediante as demandas apresentadas pela sociedade, por isso,

Uma identidade profissional se constrói, pois, a partir da significação social da profissão; da revisão constante dos significados sociais da profissão; Da revisão das tradições. Como, também, da reafirmação de práticas consagradas culturalmente e que permanecem significativas. Práticas que resistem à inovações, porque estão pudes de saberes válidos às necessidades da realidade. Do confronto entre as teorias e as práticas, da análise sistemática das práticas à luz das teorias existentes, da construção de novas teorias, constrói-se, também, pelo significado que cada professor, enquanto ator e autor confere à atividade docente no seu cotidiano a partir de seus valores, de seu modo de situar-se no mundo, de sua história de vida, de suas representações, de seus saberes, de suas angústias e anseios, do sentido que tem em sua vida: o ser professor (PIMENTA, 1999, p.7).

2.3 Dos dados coletados à elaboração do produto educacional

Diante da análise dos dados e das concepções identificadas nas respostas que nos foram dados pelos discentes do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Acre – Rio Branco, optamos por elaborar um produto que se caracteriza como sendo Curso Online, intitulado “A construção da ciência, dos processos de ensino e aprendizagem ao longo dos tempos”.

Assim, a elaboração do presente produto, torna-se uma alternativa para que esses sujeitos, e outros que possam se interessar, tenham acesso a algumas questões sobre história da ciência, desenvolvimento da ciência e ciência nos dias de hoje, e as formas como essas concepções de ciência interferem nas práticas docentes desenvolvidas em aulas de ciências.

O presente curso objetiva discutir a ciência, sua história, contexto atual e as práticas pedagógicas [bem como, e principalmente, os conceitos de ensino e de aprendizagem] docentes no ensino de ciências. Ele fora construído na Plataforma *Moodle*, considerando ser um ambiente virtual de aprendizagem que possibilita a alunos e professores uma interação virtual para a troca de saberes.

M.O.O.D.L.E. é o acrônimo de Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment, que significa *Ambiente Modular de Aprendizagem Dinâmica Orientada a Objetos*. É um *software* livre com código aberto, ou seja, qualquer pessoa com algum conhecimento de programação pode alterar sua estrutura, dessa forma, o *Moodle* permite o acréscimo de novas funcionalidades. Atualmente o *Moodle* tem uma das maiores bases de usuários do mundo. Muitas universidades estruturam seus cursos exclusivamente pelo *Moodle*, pois ele permite a criação de cursos *on-line*, ou suporte *on-line* de cursos presenciais.

A versão do produto em sua íntegra pode ser acessada através do link <http://ead.ufac.br/ava/course/view.php?id=373>, no qual foi organizado em quatro (módulos), sendo:

Na plataforma que se encontra o presente curso online, iniciamos com uma breve apresentação, expondo o cursista os objetivos e o porquê do referido curso, conforme figura abaixo:

FIGURA 21 – Apresentação do curso online “A construção da ciência, dos processos de ensino e aprendizagem ao longo dos tempos”

The screenshot shows a Moodle course page. At the top, the browser address bar displays <https://niead.ufac.br/moodle/course/view.php?id=373>. The Moodle header includes the logo 'Moodle UFAC' and the user name 'Francisco Sidomar Oliveira da Silva'. The main heading of the course is 'A construção da ciência, ensino e aprendizado ao longo dos tempos.' Below the heading is a graphic illustration featuring four stylized human heads in profile, colored yellow, green, blue, and yellow. Each head contains a gear, and various scientific and educational icons (like a microscope, DNA helix, globe, and books) are scattered around them. Below the graphic, a welcome message reads: 'Olá, caros cursistas. Sejam bem vindos ao Curso!'. A detailed paragraph follows, explaining the course's origin as a master's thesis product and its objective to discuss the history and current context of science and pedagogy. The bottom of the page shows a Windows taskbar with the date '22/03/2018' and time '13:23'.

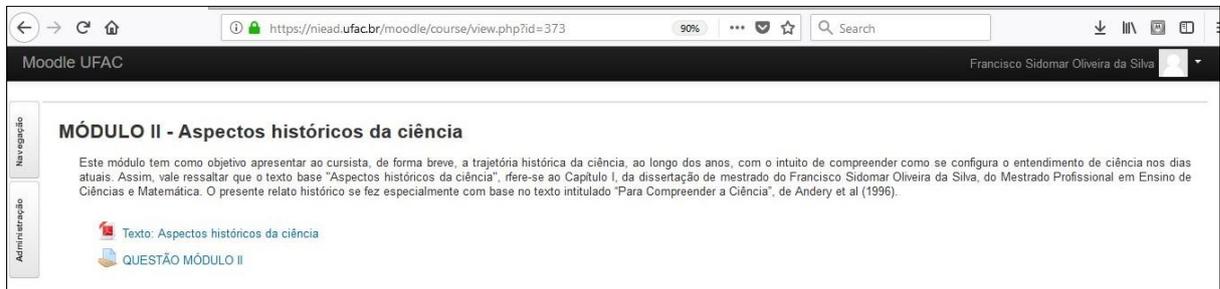
No módulo I fazemos sua apresentação e das orientações gerais ao cursista de como deve desenvolver suas atividades. Encontra-se ainda o link do filme Baraka, de Ron Fricke – 1993, um artigo de Cornélio Dias (2015) e uma atividade que deverá ser realizada após o cursista assistir ao filme e realizar a leitura do texto. Ressalta-se que a realização desta atividade é obrigatório para garantir o acesso ao módulo seguinte

FIGURA 22 – Apresentação do Módulo I do curso online “A construção da ciência, dos processos de ensino e aprendizagem ao longo dos tempos”

The screenshot shows the Moodle course page for 'MÓDULO I - A religião e a ciência pelo viés crítico do documentário audiovisual Baraka'. The browser address bar shows the same URL as Figure 21. The Moodle header is consistent. The main heading is 'MÓDULO I - A religião e a ciência pelo viés crítico do documentário audiovisual Baraka'. Below the heading, a paragraph explains the module's objective: to present preliminary concepts of scientific knowledge using the film 'Baraka' as a starting point. It mentions that the film was shot in 23 countries and explores questions related to diversity, beliefs, and behaviors. Below the text, there are three items listed: 'Crítica do Filme Baraka', 'Filme Baraka - Ron Fricke (1992)', and 'QUESTÃO MÓDULO I'. The bottom of the page shows the same Windows taskbar as Figure 21.

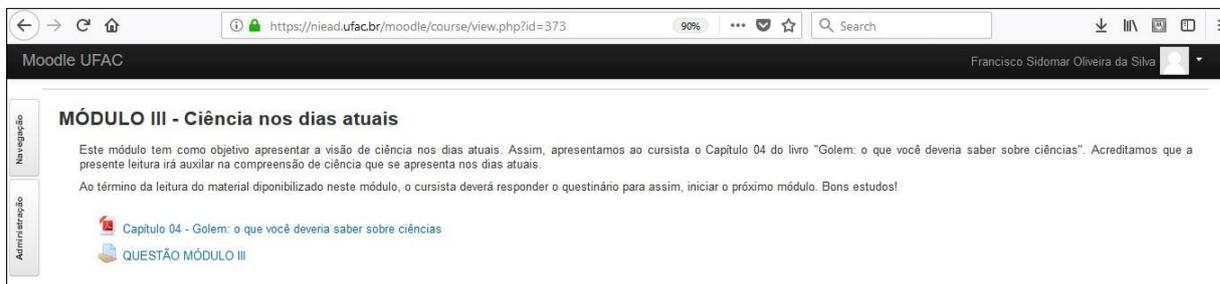
No módulo II disponibilizamos aos cursistas como texto base, o capítulo I desta dissertação “Aspectos históricos da ciência”, bem como textos complementares de Chalmers (1993) e Lopes (1999). Também encontra-se, uma atividade que o cursista deverá realizar como pré-requisito para acessar o módulo III.

FIGURA 23 – Apresentação do Módulo II do curso online “A construção da ciência, dos processos de ensino e aprendizagem ao longo dos tempos”



No módulo III, apresentamos ao cursista como texto base a Introdução e o Capítulo IV do Livro “Golem – O que você deveria saber sobre ciências”, Collins et al (2003) e mais uma atividade referente ao tema trabalhado neste módulo.

FIGURA 24 – Apresentação do Módulo III do curso online “A construção da ciência, dos processos de ensino e aprendizagem ao longo dos tempos”



No módulo IV, apresentamos ao cursista as possíveis relações entre as concepções de ciência com as práticas pedagógicas desenvolvidas contidamente em sala de aula pelos professores, visando o desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizagem. Apresentamos como texto base do módulo o artigo "Epistemologia e Prática Pedagógica", de Paulo Evaldo Fensterseifer (2009). Para, além deste, compartilhamos um vídeo, produto final de mestrado, de Núbia Mela que aborda questões de ciência e prática pedagógica.

FIGURA 25 – Apresentação do Módulo IV e Atividade Avaliativa do curso online “A construção da ciência, dos processos de ensino e aprendizagem ao longo dos tempos”

The screenshot displays a Moodle UFAC course page. The browser address bar shows the URL: <https://niead.ufac.br/moodle/course/view.php?id=373>. The page header includes "Moodle UFAC" and the user name "Francisco Sidomar Oliveira da Silva".

The main content area contains the following text:

presente leitura irá auxiliar na compreensão de ciência que se apresenta nos dias atuais.
Ao término da leitura do material disponibilizado neste módulo, o cursista deverá responder o questionário para assim, iniciar o próximo módulo. Bons estudos!

Navigation links include:

- Capítulo 04 - Golem: o que você deveria saber sobre ciências
- QUESTÃO MÓDULO III

The section header is **MÓDULO IV - Epistemologia e práticas pedagógicas**. Below it, the text reads:

Este módulo tem como objetivo apresentar ao cursista as possíveis relações entre as concepções de ciências com as práticas pedagógicas desenvolvidas cotidianamente em sala de aula pelos professores, visando o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem. Apresentamos como texto base do módulo o artigo "Epistemologia e Prática Pedagógica", de Paulo Evaldo Fensterseifer (2009). Para, além deste, compartilhamos um vídeo, produto final de mestrado, de Núbia Melo que trabalha questões de ciência e prática pedagógica.

Ao término da leitura do material disponibilizado neste módulo, o cursista deverá responder o questionário para assim, iniciar o próximo módulo. Bons estudos!

Navigation links include:

- Epistemologia e Prática Pedagógica
- QUESTÃO MÓDULO IV

The section header is **ATIVIDADE AVALIATIVA**.

At the bottom of the page, there is a link for "Documentação de Moodle relativa a esta página" and a user status message: "Você acessou como Francisco Sidomar Oliveira da Silva (Sair) Página inicial".

Após a finalização dos módulos, os cursistas serão direcionados à “Atividade Avaliativa” constituída de dez questões de múltipla escolha relativas ao conteúdo de todo o curso. Ressaltamos que a obtenção do certificado de 45h do curso está condicionada à aprovação, com, no mínimo 70% de aproveitamento, nesta atividade.

CAPÍTULO III - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao iniciar a presente pesquisa tínhamos como ponto central identificar as concepções de ciência, ensino e aprendizagem dos futuros professores de ciências biológicas de forma a estabelecer possíveis relações entre a concepção de ciência e as concepções de ensino e aprendizagem e suas implicações para o Ensino de Ciências.

Aqui, compreendemos ciência como um constructo humano, historicamente situado, de forma que a construção e/ou reconstrução estão diretamente relacionadas ao contexto social, cultural e político da sociedade.

Assim, assumimos como concepção de ciência a perspectiva do conhecimento construído/produzido por homens e, por isso, é falível, mutável e sofre diversas transformações ao longo das décadas, conforme as demandas de uma determinada sociedade. Para além disso, defendemos a ciência como não sendo produtora de verdades indubitáveis, absolutas, mas parcelas de verdades que podem/devem ser relida e reescrita, ou seja, parcelas de verdades transitórias.

Por outro lado, em se tratando dos processos de ensino e aprendizagem, ou ainda, da condição do ser professor ou ser professor de ciência, defendemos prioritariamente a escola contemporânea que busca pautar a construção de seu Projeto Político Pedagógico e as práticas pedagógicas cotidianamente desenvolvidas nas teorias sustentadas no sociointeracionismo, ou ainda, na aprendizagem significativa, ou mesmo, nos preceitos freirianos, para quem os processos de ensino e de aprendizagem encontram-se imbricados e se fazem num movimento constante de interações resultando na construção/apropriação do conhecimento. Valoriza-se, nesse contexto, processos de ensino e de aprendizagem e/ou práticas pedagógicas pautadas na multi ou na interdisciplinaridade, refutando-se assim a visão fragmentada do conhecimento.

Com a clareza acerca das concepções que defenderíamos, pois são, a nosso ver as mais adequadas aquilo que nos propusemos a investigar e aquilo que defendemos como sendo o mais próximo possível da ciência, da escola, dos processos de ensino e de aprendizagem e das práticas pedagógicas que defendemos passamos a etapa seguinte da pesquisa que se refere a identificação das concepções que os sujeitos da pesquisa possuem. Nesse movimento de análises fora possível perceber que as concepções apresentadas nos remetem a uma concepção de ciência descontextualizada, ou seja, voltada para a área de formação dos mesmos, qual seja: ciências biológicas. Em se tratando das concepções de ensino e aprendizagem

evidenciou-se uma ênfase significativa a dissociação dos processos, de forma que quem ensina, o faz por transmissão e quem aprende, aprende por aquisição. Seguindo a análise nota-se que coladas as concepções de ensino e de aprendizagem estão as concepções de quem é o professor, ou ainda, o professor de ciências, já que, segundo os sujeitos de pesquisa, professores ensinam um conteúdo ao aluno, enquanto que professores de ciências ensinam um conteúdo relacionado à vida. Nota-se, assim, nas quatro questões que se colocam em discussão uma valorização do professor como o detentor do conhecimento, o responsável pela transmissão/transferência de conhecimento, enquanto ao aluno cabe a função de receber, adquirir o conhecimento.

Em relação as últimas duas questões, uma sobre quando se ensina e a outra sobre como o aluno aprende, nos remetem a pensar sobre as frequentes incoerências que, por vezes, permeiam os discursos [e as práticas] dos docentes, no sentido de, primeiro, valorizar mais o que se ensina, do que, necessariamente, quando se ensina e, depois, por distanciar o que falam que fazem, daquilo que efetivamente fazem em sala de aula. Dito de outra forma, de um lado os sujeitos indicam que se ensina um conteúdo em decorrência de atividades práticas, mas, de outro lado, diz que se aprendem um conteúdo em aula. Assim, no discurso temos, o reconhecimento da importância da prática para garantir o ensino e, contraditoriamente uma exaltação da aula, da sala de aula, como espaço onde se efetiva a aprendizagem.

Assim, faz-se urgente e necessário o rompimento com essa visão sistemática de ser professor, para que passemos a compreender que ser professor não é transmitir conhecimento. O papel do professor quando responsável pelos processos de ensino e aprendizagem não é instruir, todavia educar. Cabe ao professor, por exemplo, realizar orientação e provocar inquietações ao educando para que esse possa construir seu conhecimento, logo atendendo aos preceitos de ensino e aprendizagem que se desejam nos dias atuais.

Por fim, em se tratando de relações possíveis nos parece que o presente estudo fez evidenciar questões referentes ao que segue:

(a) concepções limitadas, fechadas, reducionistas, fragmentadas de ciência [como conhecimento de uma área] nos remetem à concepções igualmente limitadas e fragmentadas de ensino [conhecimentos a serem transmitidos] e de aprendizagem [conhecimentos a serem adquiridos];

(b) tais concepções de ciência, ensino e aprendizagem resultam, e não poderia ser diferente, na percepção de que ao professor cabe a tarefa de ensinar [e no caso, ao professor de ciências, a tarefa de ensinar conteúdos relacionados a vida], excluindo-se assim, de certa forma, as possibilidades de interação entre professor e aluno que permitem, por vezes, que ambos se sintam protagonistas dos processos de ensino e aprendizagem;

(c) como consequência das concepções de ciência, ensino e aprendizagem acima apresentadas tem-se centrado na figura do professor o ato de ensinar e na do aluno a responsabilidade de aprender. Da mesma forma, partindo do exposto destaca-se que é perceptível o deslocamento da questão quando se ensina e quando o aluno aprende, de forma que o que se ensina e o que se aprende ganha mais espaço, na figura do conteúdo.

Assim sendo, finalizamos indicando que foram as inquietações que emergiram, do acima exposto, que nos fizeram elaborar e colocar à disposição de quem tiver interesse o curso online sobre A história da ciência e os processos de ensino e de aprendizagem em Ciências. O mesmo foi elaborado com o objetivo de possibilitar discussões, reflexões e construção de outras concepções de ciência, ensino, aprendizagem e, conseqüentemente, da função social do professor e do professor de ciência, de forma que compreendamos que, “ninguém começa a ser professor numa certa terça-feira às 4 horas da tarde... Ninguém nasce professor ou marcado para ser professor. A gente se forma como professor permanentemente na prática e na reflexão sobre a prática” (FREIRE, 1991, p. 58)

REFERÊNCIAS

- ANDERY, M. A. et al. **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica**. 7. ed. Rio de Janeiro: Espaço e tempo, 1996.
- BORGES, R.M.R. **Em debate: cientificidade e educação em ciências**. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1997.
- BARBOSA, R. G. **A história da educação na antiguidade**. Santa Catarina, 2012.
- BECKER, F. **A epistemologia do professor: o cotidiano da escola**. Petrópolis - RJ: vozes, 1993.
- BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil**. São Paulo: Ática, 2002.
- BOGDAN, R. e BIKLEN, S.K. **Qualitative research for education**. Boston, Allyn and Bacon, inc., 1982.
- BRIGHENTE, M. F. **Paulo Freire: da denúncia da educação bancária ao anúncio de uma pedagogia libertadora**. Pro-Posições vol.27 no.1 Campinas Jan./Apr. 2016.
- CANGUILHEM, G. Gaston Bachelard et les philosophes. In: **Etudes d'histoire et de philosophie des sciences**. Paris: J. Vrin, 1994.
- CAMBI, F. **História da pedagogia**. São Paulo: Editora da UNESP, 1999.
- CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?**. 2. ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1993.
- CHASSOT, A. **A ciência através dos tempos**. São Paulo: Moderna, 2003.
- COLLINS, H. PINCH, T. **O Golem: o que você deveria saber sobre a ciência**. Tradução Laura Cardelini Barbosa de Oliveira. São Paulo: Editora UNESP, 2003.
- COSTA, L. P. BARBARA, R. B. S. **A educação da criança na idade antiga e média**. VII Jornada de Estudos Antigos e Medievais – Educação, Política e Religiosidade. PR e SC, 2008.
- FEYERABEND, P; K. **Contra o método**. Tradução de Cezar Augusto Mortari. São Paulo: UNESP, 2007.
- FRANCELIN, M. M. **Ciência, senso comum e revoluções científicas: ressonâncias e paradoxos**. Ci.Inf., 33, Brasília, 2004.
- _____. **O racionalismo aplicado**. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 3. ed., São Paulo: Paz e Terra, 1997.
- _____. **Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos**. São Paulo: Editora UNESP, 2000.
- _____. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

- GASPAR, A. **Experiências de ciências para o ensino fundamental**. São Paulo: Ática, 2009.
- GRANGER, G. G. **A ciência e as ciências**. São Paulo: UNESP, 1994.
- LOPES, A. R. C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: UERJ, 1999.
- LOPES, A. R. C. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 3, n. 13, 1996.
- LÜCK, H. **Pedagogia interdisciplinar: fundamentos teórico-metodológico**. 9. ed. Petrópolis: Vozes, 1994.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- LUZURIAGA, L. **História da educação e da pedagogia**. 15. ed. São Paulo: Ed. Nacional, 1984.
- MAYR, E. **Isto é biologia: a ciência do mundo vivo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.
- MARROU, H, I. **História da educação na antiguidade**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1971.
- MARCIEL, K. F. **O pensamento de Paulo Freire na trajetória da educação popular**. Revista: Educação em Perspectiva, Viçosa, v. 2, n. 2, p. 326-344, jul./dez. 2011.
- MATURANA, H. R., VARELA, F J. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. São Paulo: Palas Athenas, 2001.
- MINAYO, M. C. de S. (Org). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 6. Edição. Petrópolis: Editora Vozes, 1996.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. Editora Pedagógica e Universitária. São Paulo: 1999.
- MORIN, E. **Ciência com consciência**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2000.
- NICOLLI, A. A.; OLIVEIRA, O. B.; CASSIANI, S. **A linguagem na educação em ciências: um estudo a partir dos enpecs**. In: CASSIANI, S.; FLORES, C. R. **Tendências contemporâneas nas pesquisas em educação matemática e científica: sobre linguagens e práticas culturais**. Campinas: Mercado de Letras, 2013. p. 67-82.
- NUNES, R.A.C. **História da educação na antiguidade cristã: o pensamento educacional dos mestres e escritores cristãos no fim do mundo antigo**. São Paulo: 1978.
- OSTERMANN, F. CAVALCANTI, C. J. de H. **Teorias de aprendizagem**. Porto Alegre: UFRGS, 2011.
- PESA, M. A. & GRECA, I. M. **Las epistemologías de Bachelard, Laudan y Feyerabend**. In **Actas del PIDEC: textos de apoio do Programa Internacional de Doutorado em Ensino de Ciências da Universidade de Burgos Porto Alegre: UFRGS**. v. 2. 2000.
- PIMENTA, S. G. **Formação de professores: identidade e saberes da docência**. In: (Org.) **Saberes pedagógicos e atividade docente**. São Paulo: Cortez, 1999.

PIRES, M. R. G. M. **Ciência e reconstrução em saúde: disrupção e provisoriedade como possibilidades emancipatórias.** Revista Ciência & Saúde Coletiva, 9(2):469-478, 2004.

PRIGOGINE, I. & STENGERS, I. **A nova aliança: metamorfose da ciência.** -1.reimpr. Brasília, UNB, 1997.

PRIMO, A. **Conhecimento e interação: fronteiras entre o agir humano e inteligência artificial.** In: LEMOS, A.; CUNHA, P. (Eds.). *Olhares sobre a cibercultura.* Porto Alegre: Sulina, 2009.

PONCE, A. **Educação e luta de classes.** 2ed. São Paulo: Cortez/Autores Associados, 1981.

REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação.** 24.ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2013.

RIOS, L. R. **Análise da aproximação entre professores das áreas de engenharia civil e do ensino de ciências na UFG.** Dissertação de Mestrado. Goiânia, 2009.

ROSA, C. A. de P. **História da ciência: da antiguidade ao renascimento científico.** 2ed. Brasília: FUNAG, 2012.

SANTOS, I. E. **Textos selecionados de métodos e técnicas de pesquisa científica.** Rio de Janeiro: Impetus, 2000.

SELLTIZ, C.; JAHODA, M.; DEUTSCH, M.; COOK, S. W. **Métodos de pesquisa nas relações sociais.** São Paulo: E.P.U. 197.

SILVEIRA, F. P.R.A., OLIVEIRA, T. R.C., PINHEIRO, L, et al. **A contribuição da epistemologia da ciência para o ensino e a pesquisa em ensino de ciências: de Laudan a Mayr.** São Paulo, 2011.

SKINNER, B. F. Behaviorism at fifty. Em B. F. Skinner. **Contingencies of Reinforcement: a Theoretical Analysis** (pp.221-268). New York, NY: Appleton-Century-Crofts. 1963/1969.

SOKAL, A; BRICMONT, J. **Imposturas intelectuais: o abuso as ciência pelos filósofos pós-modernos.** 3.ed. Rio de Janeiro: Record, 2006.

SOUZA, A. C. L. de. **Os jogos para o ensino de química no PIBID do IFRJ à luz das teorias da aprendizagem.** Dissertação de Mestrado. Nilópolis – RJ, 2014.

VYGOTSKI, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** São Paulo: Martins Fontes, 1998.

_____. **Pensamento e linguagem.** Tradução de Jefferson Luiz Camargo. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

_____. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** Tradução de José Cipolla Neto; Luís Silveira Menna Barreto e Solange Castro Afeche. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.