

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO” PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM DOCÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA

INTERFACE ENTRE HISTÓRIA E ENSINO DE MATEMÁTICA: UM MOVIMENTO
LÓGICO-HISTÓRICO DA MEDIÇÃO DO TEMPO E A ATIVIDADE ORIENTADORA
DE ENSINO

EDVALDO ALVES DE MORAES

BAURU

2018

EDVALDO ALVES DE MORAES

INTERFACE ENTRE HISTÓRIA E ENSINO DE MATEMÁTICA: UM MOVIMENTO
LÓGICO-HISTÓRICO DA MEDIÇÃO DO TEMPO E A ATIVIDADE ORIENTADORA
DE ENSINO

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre à Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Faculdade de Ciências, Campus de Bauru – Programa de Pós-graduação em Docência para a Educação Básica, sob orientação da Prof^a. Dr^a. Marisa da Silva Dias.

BAURU

2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Moraes, Edvaldo Alves de.

Interface entre História e Ensino de Matemática: um movimento lógico-histórico da medição do tempo e a atividade orientadora de ensino / Edvaldo Alves de Moraes, 2018

137 f.: il.

Orientador: Marisa da Silva Dias

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2018

1. Tempo. 2. História da matemática. 3. Atividade Orientadora de Ensino. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

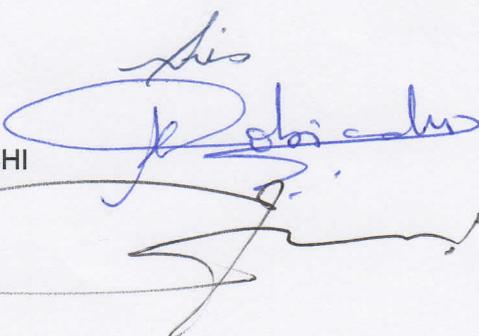
ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE EDVALDO ALVES DE MORAES, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DOCÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 02 dias do mês de fevereiro do ano de 2018, às 09:30 horas, no(a) Sala 1 da Pós-graduação da Faculdade de Ciências - UNESP/Bauru, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Profa. Dra. MARISA DA SILVA DIAS - Orientador(a) do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências - UNESP/Bauru, Prof. Dr. ANTONIO SERGIO COBIANCHI do(a) Departamento de Ciências Básicas e Ambientais / USP/Lorena, Prof. Dr. ROBERTO NARDI do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências - UNESP/Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de EDVALDO ALVES DE MORAES, intitulada **"Interface entre história e ensino de matemática: um movimento lógico-histórico da medição do tempo e a atividade orientadora de ensino" e produto educacional "Uma atividade orientadora de ensino a partir do movimento lógico-histórico de medição do tempo."**. Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Profa. Dra. MARISA DA SILVA DIAS

Prof. Dr. ANTONIO SERGIO COBIANCHI

Prof. Dr. ROBERTO NARDI



“Estou certo de que nenhuma outra disciplina perde mais do que a matemática quando dissociada de sua história”

J.W.L. Glaisher

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

À minha esposa Michele, pois o seu amor me fortalece. Muito obrigado por estar ao meu lado sempre que preciso.

À minha mãe Ordália, que não mediu esforços para que eu pudesse, sempre, me dedicar aos estudos. Devo tudo a senhora.

Ao meu filho Murilo, que serviu de inspiração para que eu conseguisse vencer mais esta etapa.

À minha orientadora, Marisa da Silva Dias, pelo aprendizado e pelas contribuições a minha carreira docente.

Aos professores Antonio Sérgio Cobianchi, Roberto Nardi e Rodolfo Langhi, pelas contribuições no exame de qualificação.

Às amigas Lígia Serrano Lopes, Taila Paulina, Francielle Paini e Gabriela Didoni, por toda ajuda na pesquisa e companheirismo. Muito obrigado.

Aos estudantes do 6º ano do ensino fundamental II que se dispuseram a participar da pesquisa.

RESUMO

Esta dissertação é elaborada a partir de um estudo que faz uma interface entre história, ensino e aprendizagem da matemática fundamentada na relação do movimento do pensamento na formação de conceitos historicamente produzidos pelo homem como forma de suprimento de suas necessidades e o contexto no qual tais conceitos foram desenvolvidos. A metodologia de pesquisa é colaborativa, uma vez que contribui para a formação do professor, da professora participante e dos estudantes. O objetivo geral da pesquisa é o de investigar o movimento do pensamento de estudantes do 6º ano do ensino fundamental II a partir de uma atividade orientadora de ensino, com ênfase no movimento lógico-histórico sobre medição de tempo. O referencial teórico desta dissertação é embasado nos pressupostos da psicologia histórico-cultural, no movimento lógico-histórico na atividade orientadora de ensino e nos pensamentos empírico e teórico. As análises tiveram como enfoque o movimento do pensamento sobre a medição do tempo e, com isso, as potencialidades de aprendizagem com a atividade orientadora de ensino elaborada a partir do movimento lógico-histórico da medição do tempo. As respostas dos estudantes permearam aspectos empíricos e suscitaram elementos para formação do pensamento teórico que reuniu o conteúdo sobre medição do tempo levando em conta os instrumentos de épocas distintas, como a clepsidra e a ampulheta, e situações histórico-sociais. A dissertação, por sua vez, traz contribuições da história da matemática para o ensino e suscita aspectos que levam ao desenvolvimento de pesquisas futuras e à compreensão do conceito de tempo.

Palavras-chave: Instrumentos de medida. Medição do tempo. Atividade Orientadora de Ensino. História da matemática. Educação Matemática.

ABSTRACT

This dissertation is elaborated from a study that makes an interface among history, teaching and learning of mathematics based on the relation of the movement of thought in the formation of concepts historically produced by man as a way of supplying his needs and the context in which such concepts were developed. The research methodology is collaborative, since it contributes to the formation of the researcher, the participating of teachers and the students. The general objective of the research is to investigate the movement of the thought of students of the 6th grade of elementary school II from a teaching activity, with emphasis on the logical-historical movement on time measurement. The theoretical framework of this dissertation is based on the assumptions of historical-cultural psychology, on the logical-historical movement in the orienting activity of teaching and the empirical and theoretical thoughts. The analysis focused on the movement of thought on the measurement of time and, with it, the potential of learning with the teaching activity developed from the logical-historical movement of time measurement. The students responses permeated empirical aspects and elicited elements for the formation of theoretical thought that brought together content on time measurement taking into account the instruments of different epochs, such as clepsydra and hourglass, and historical-social situations. The dissertation, in turn, brings contributions from the history of mathematics to teaching and raises aspects that lead to the development of future research and the understanding of the concept of time.

Keywords: Measuring instruments. Measurement of time. Teaching Activity. History of Mathematics. Mathematics Education.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quais foram os motivos que fizeram o homem começar a se preocupar com as questões relacionadas à medida de tempo e quais os instrumentos que o homem criou para medir o tempo ao longo da história?	120
Tabela 2 - Quais eram as vantagens e desvantagens de utilizar a ampulheta em relação ao relógio de Sol e à clepsidra?	122
Tabela 3 – O que os instrumentos medem?	123
Tabela 4 – O que vocês compreendem por tempo?	125

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Conteúdos de matemática para a educação infantil (crianças de quatro a seis anos)	28
Quadro 2 – Objetivos de matemática para o primeiro ciclo (ensino fundamental)	30
Quadro 3 – Conteúdos conceituais e procedimentais do primeiro ciclo (ensino fundamental)	30
Quadro 4 – Conteúdos atitudinais do primeiro ciclo (ensino fundamental)	31
Quadro 5 – Critérios de avaliação de matemática para o primeiro ciclo (ensino fundamental)	31
Quadro 6 – Objetivos de matemática para o segundo ciclo (ensino fundamental)....	32
Quadro 7 – Conteúdos conceituais e procedimentais do segundo ciclo (ensino fundamental)	32
Quadro 8 – Conteúdos atitudinais do segundo ciclo (ensino fundamental).....	33
Quadro 9 – Critérios de avaliação de matemática para o segundo ciclo (ensino fundamental)	33
Quadro 10 – Objetivos de matemática para o terceiro ciclo (ensino fundamental) ...	34
Quadro 11 – Conteúdos conceituais e procedimentais do terceiro ciclo (ensino fundamental)	34
Quadro 12 – Critérios de avaliação de matemática para o segundo ciclo (ensino fundamental)	35
Quadro 13 – Conteúdo procedimental do primeiro ciclo (ensino fundamental).....	36
Quadro 14 – Objetivos de matemática para o ensino fundamental (1º ano)	37
Quadro 15 – Objetivos de matemática para o ensino fundamental (2º ano)	38
Quadro 16 – Objetivos de matemática para o ensino fundamental (3º ano)	38
Quadro 17 – Objetivos de matemática para o ensino fundamental (4º ano)	39
Quadro 18 – Objetivos de matemática para o ensino fundamental (5º ano)	39
Quadro 19 – Conteúdo conceitual da 5ª série/6º ano (ensino fundamental)	40
Quadro 20 - Conteúdo conceitual da 7ª série/8º ano (ensino fundamental).....	40
Quadro 21 – Conteúdo conceitual 1ª Série (ensino médio).....	40
Quadro 22 – A concepção de tempo segundo alguns filósofos da Antiguidade Clássica.....	58
Quadro 23 – O significado das Quatro Estações	62
Quadro 24 – O <i>Trivium</i>	65

Quadro 25 – O <i>Quadrivium</i>	65
Quadro 26– Organização do ensino.....	87

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Relógio de Sol Equatorial	52
Figura 2 – Quadrante Solar	53
Figura 3 – Relógio de Água (em formato cônico)	54
Figura 4 – Relógio de Água (em formato cilíndrico)	54
Figura 5 – Zodíaco	57
Figura 6 – Astrolábio	63
Figura 7 – Escapo de haste e folha	67
Figura 8 – Relógio de Algibeira	69
Figura 9 – Relógio de pêndulo de Galileu	70
Figura 10 – Ampulheta feita com garrafa <i>pet</i>	92
Figura 11 – Relógio de Torre	94
Figura 12 – Relógio de Pulso	94
Figura 13 – Astrarium	95
Figura 14 – Indústria	96
Figura 15 – Operários trabalhando	96
Figura 16 – O tempo nas indústrias	96
Figura 17 – Estudantes elaborando a graduação da clepsidra	111
Figura 18 – Estudantes realizando o experimento com a ampulheta	117

LISTA DE SIGLAS

AOE	Atividade Orientadora de Ensino
BOLEMA	Boletim de Educação Matemática
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
HEEMa	História e Epistemologia na Educação Matemática
OCESP	Orientação Curricular do Estado de São Paulo
PCESP	Proposta Curricular do Estado de São Paulo
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
PUC	Pontifícia Universidade Católica
RCNEI	Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil
REMATEC	Revista de Matemática, Ensino e Cultura
REVEMAT	Revista Eletrônica de Educação Matemática
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UNICAMP	Universidade de Campinas
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL E O PENSAMENTO EMPÍRICO E O PENSAMENTO TEÓRICO NA ORGANIZAÇÃO DO ENSINO.....	18
3	A MATEMÁTICA E O ENSINO DO TEMPO: ANÁLISE DOS DOCUMENTOS OFICIAIS E LIVROS DIDÁTICOS.....	27
3.1	Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil: o estudo do tempo ...	27
3.2	Parâmetros Curriculares Nacionais do ensino fundamental (séries iniciais e finais): o ensino do tempo	29
3.3	Orientação Curricular do estado de São Paulo para o ensino fundamental (anos iniciais) de matemática: o ensino do tempo.....	36
3.4	Análise de livros didáticos do ensino fundamental (anos iniciais) de matemática: o ensino do tempo.....	41
4	MOVIMENTO LÓGICO-HISTÓRICO: O HOMEM E OS INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO DO TEMPO	45
4.1	O tempo (vida civil) e o nosso sentido de tempo	46
4.2	Sobre o tempo e as bases naturais de medição.....	48
4.3	O tempo na Pré-História	49
4.4	O tempo na Antiguidade Clássica.....	58
4.5	O tempo na Idade Média	62
4.6	O tempo no Mundo Moderno	65
5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	73
5.1	Contexto da escola	76
5.2	Pesquisas que tratam sobre o tempo	78
5.3	Interface entre história da matemática e ensino	81
5.4	A atividade orientadora de ensino	83
5.5	A atividade orientadora de ensino a partir do lógico-histórico sobre medição de tempo	86
6	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	99
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	127
	REFERÊNCIAS.....	132
	ANEXO.....	136

1 INTRODUÇÃO

A proposta desta pesquisa nasce das experiências acadêmicas e profissionais do professor Edvaldo que se graduou em licenciatura em Matemática pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) no ano de 2011 e desenvolveu projetos de iniciação científica pelo Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) em uma escola da rede pública na cidade de Bauru.

Ao término da graduação, começou a lecionar em uma escola particular para os estudantes do ensino fundamental 2, sendo 6º e 7º anos, na qual tem adquirido experiência em sala de aula.

Com o intuito de dar continuidade em sua formação acadêmica, o professor iniciou o programa de mestrado em Docência para a Educação Básica, pelo fato do mesmo estar vinculado à área do ensino na qual tem grande interesse.

A escolha do tema desta dissertação surge pela participação do professor no grupo de pesquisa em História e Epistemologia na Educação Matemática (HEEMa). Os estudos realizados pelo grupo procuram desenvolver uma interface entre história, ensino e aprendizagem da matemática, por meio da análise de instrumentos matemáticos (suas potencialidades didáticas) e documentos históricos. Além disso, os integrantes também estudam como se processa a formação dos conceitos para suprimento das necessidades humanas.

Esta pesquisa aborda metodologicamente os seguintes movimentos: “o movimento do pensamento na formação de conceitos e o contexto no qual tais conceitos foram desenvolvidos” (SAITO; DIAS, 2013, p. 89). Com isso, definiu-se o seguinte objeto de pesquisa: o ensino de medida do tempo por meio de instrumentos desenvolvidos na Antiguidade.

Em relação à história, ao ensino e à aprendizagem da matemática, esta pesquisa visa contribuir para que ocorra a interface entre elas, uma vez que “não parece ser uma tarefa simples, pois ela visa não só uma compreensão mais contextualizada dos objetos matemáticos, mas também uma metodologia de abordagem que viabilize uma proposta didático-pedagógica” (SAITO; DIAS, 2013, p. 91).

A necessidade de se fazer essa interface surge pelo fato de que em alguns casos, o docente em sala de aula, muitas vezes, por não ter conhecimento da história da matemática, faz uso de dados biográficos para apresentá-la aos estudantes e, conseqüentemente, restringindo-se a esses dados. Entretanto, para a compreensão do conhecimento matemático, defendemos que o ensino se constrói a partir do movimento lógico-histórico do conceito, proporcionando ao estudante o entendimento de que um determinado conhecimento surge devido à necessidade humana em uma certa época e cultura, pois assim, tal ensino será capaz de contribuir para a formação do pensamento teórico.

A partir dos estudos realizados pelo grupo é que surgiu a seguinte questão geral: “Como fazer uma interface entre história e ensino de medição de tempo para apropriação de conceitos?”. Sendo assim, a questão de investigação passou a ser: “Qual o movimento do pensamento que se pode inferir por meio da elaboração de uma atividade orientadora de ensino baseada no movimento lógico-histórico de medição de tempo?”. Dessa questão de investigação é que se apresenta o objetivo geral desta pesquisa que é investigar o movimento do pensamento de estudantes do 6º ano do ensino fundamental II a partir de uma atividade orientadora de ensino com ênfase no movimento lógico-histórico de medição de tempo.

Tendo em vista o objetivo geral, optamos em apresentar os seguintes objetivos específicos principais:

- Elaborar e desenvolver uma atividade orientadora de ensino a partir do lógico-histórico de medição de tempo para os estudantes do 6º ano do ensino fundamental II;
- Pesquisar o uso de alguns instrumentos de medidas criados pelo homem aliados à sua necessidade em determinadas épocas;
- Elaborar um caderno didático com base na atividade orientadora de ensino desenvolvida.

Para esta pesquisa utilizamos a abordagem metodológica qualitativa, com ênfase na pesquisa de campo e na pesquisa colaborativa. Decidimos usar a pesquisa de campo pelo fato de que a atividade orientadora de ensino necessitou ser desenvolvida com os estudantes em sala de aula para posterior análise dos

resultados. A natureza da pesquisa colaborativa foi considerada pertinente uma vez que contribuiu para que o professor e a professora responsável pela sala, aonde as intervenções didáticas foram desenvolvidas, compartilhassem conhecimentos. Por meio desta abordagem, há a possibilidade de analisar o movimento do conceito sobre medição do tempo pelas manifestações dos estudantes.

Como embasamento teórico, a pesquisa recorreu aos estudos de Moura, Davidov, Leontiev, Kopnin, entre outros, pelo fato de seus estudos versarem sobre a perspectiva histórico-cultural e sobre o movimento lógico-histórico que buscam pelo desenvolvimento do pensamento teórico.

Um levantamento bibliográfico foi feito para identificar, em relação ao tema medição do tempo, quais pesquisas com enfoque no ensino, até então, já haviam sido feitas e, desse modo, produzir conhecimento novo na área do ensino. A partir desse levantamento e dos estudos realizados pelo grupo, *a priori*, seria construído o relógio de água proposto por Alberti (2006). Porém, ao avaliar o público-alvo participante da pesquisa, devido à complexidade do instrumento e a não localização de documentos históricos que indicassem sua construção, houve a necessidade de se pensar em outro instrumento. Inseridos nessa temática, por meio do estudo da história da matemática em: Smith (1958), Hogben (1970), Boyer (1974), Kopnin (1978), Whitrow (1993; 2005), Elias (1998), Joseph (2002), Cajori (2007), Dias (2007), Eves (2011), Roque (2012), Contador (2012) e Saito (2015), vimos que seria possível construir dois instrumentos de medidas: a clepsidra e a ampulheta, uma vez que o processo de construção de ambas era mais simples.

O tempo, segundo o dicionário de filosofia, escrito por Nicola Abbagnano (2007, p. 944), é concebido de diversas formas, a saber: “ordem mensurável do movimento”, “a esfera que abrange tudo”, “movimento intuído”, “estrutura de possibilidades”. Para o Instituto de Pesos e Medidas (IPEM)¹, “o segundo, unidade de medir tempo, é a duração de 9.192.631.770 períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio 133”. Todavia, escolhemos não abordar o tempo sob a questão filosófica e física,

¹ Disponível em: <https://ipemsp.wordpress.com/as-7-principais-unidades-de-medida-si/> Acesso em: 05 março 2018.

mas sim a do ensino, já que pretendemos investigar a formação do pensamento nos estudantes por meio do ensino pautado em documentos oficiais.

Mediante a isso, surgiu a seguinte inquietação: Se o tempo é considerado uma grandeza física, por que ele é abordado no currículo de matemática? Já que a difere das formas de mensuração das grandezas geométricas. Por este motivo, foi feita uma análise dos documentos oficiais da educação para que identificássemos qual o enfoque do ensino em relação ao tempo na área da matemática para que, a partir dele, esta pesquisa viesse contribuir para a posterior elaboração da atividade orientadora de ensino.

As situações desencadeadoras de aprendizagem elaboradas nesta pesquisa têm como fundamento a atividade orientadora de ensino fundamentada na perspectiva histórico-cultural, havendo a possibilidade da organização de um ensino que propicie aos estudantes entrarem em atividade (LEONTIEV, 2001), desse modo, apropriando-se de conhecimento.

Para a análise dos dados, foram selecionados alguns momentos da atividade orientadora de ensino realizada com os estudantes, a partir dos quais procuramos inferir o movimento do pensamento na formação dos conceitos sobre a medição do tempo.

E, por fim, em separado, apresentamos um produto dessa dissertação que consiste na organização da atividade orientadora de ensino sob a forma de um caderno didático.

2 TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL E O PENSAMENTO EMPÍRICO E O PENSAMENTO TEÓRICO NA ORGANIZAÇÃO DO ENSINO

Neste tópico, apontaremos brevemente alguns pressupostos da Psicologia histórico-cultural: o processo de humanização do homem, a produção e a apropriação de conhecimento pelos indivíduos, pensamentos empírico e teórico. Estes conceitos são base para compreensão de como o sujeito aprende e, nesta pesquisa, direcionam a Atividade Orientadora de Ensino, uma vez que buscamos, por meio dela, investigar o movimento do pensamento de estudantes do 6º ano do ensino fundamental II, com ênfase no movimento lógico-histórico, em relação à medição de tempo.

Dentre as explicações para o processo de humanização, consideramos a abordagem fundamentada na perspectiva histórico-cultural, que inclui a Psicologia Histórico Cultural – desenvolvido por Lev Semyonovich Vygotsky (1896-1934) e apropriado por seguidores – e o Materialismo Histórico-Dialético – desenvolvido por George Wilhelm Friedrich Hegel (1770-1831), Karl Heinrich Marx (1818-1883), Lenin (1870-1924) e seguidores – uma vez que condiz com a proposta desta pesquisa.

Segundo Moura:

[...] o humano é o resultado do entrelaçamento do aspecto individual, no sentido biológico, com o social, no sentido cultural. Ou seja, ao se apropriar da cultura e de tudo o que a espécie humana desenvolveu – e que está fixado nas formas de expressão cultural da sociedade – o homem se torna humano (2010, p. 15).

Mediante a isso, podemos então dizer que por meio do seu processo de desenvolvimento (no movimento histórico da humanidade), à medida que o homem adquiriu cultura e fez uso dos objetos materiais e ideais criados por ele, passou a ser caracterizado na condição de ser humano.

Quanto à cultura, Moura afirma:

Um dos pressupostos fundamentais da teoria histórico-cultural, advindo da teoria marxista, é o papel central do trabalho, atividade humana por excelência, no desenvolvimento humano. Nessa perspectiva, o trabalho é aquilo que fundamentalmente humaniza e possibilita o desenvolvimento da cultura (2010, p. 16).

Na perspectiva histórico-cultural, entendemos que para o homem se desenvolver, há a necessidade da realização do trabalho. Esse, por sua vez, é compreendido como uma atividade que propicia o desenvolvimento do ser humano. Indubitavelmente, trabalho aqui não se confunde com emprego ou como uma atividade remunerada, por exemplo, recebimento de um salário.

Podemos dizer que, por meio do trabalho, o homem se humanizará. A respeito disso, Moura (2010) complementa que no decorrer de sua vida, ao se apropriar da essência humana (produto histórico-cultural), é que o homem por meio do trabalho se tornará humano. Com base nesse pressuposto, é que desenvolvemos uma proposta para que os estudantes venham a se apropriar do conhecimento historicamente produzido pelo homem.

Com o passar do tempo, em suas vivências diárias, o homem criou meios para que suas necessidades fossem supridas. A respeito disso, Moura afirma que:

Ao agir intencionalmente sobre a natureza, visando transformá-la de modo a satisfazer suas necessidades, produzindo o que deseja, o homem, ao mesmo tempo que deixa sobre a natureza as marcas da atividade humana, também transforma a si próprio constituindo-se humano.

Para que uma atividade se configure como humana, é essencial, então, que seja movida por uma intencionalidade (2010, p. 17).

A estratégia inicial que o homem encontrou para satisfazer suas necessidades foi por meio da ação sobre a natureza. A intenção dessa transformação do ambiente ao seu redor deu-se para suprimento de suas necessidades cotidianas. Para sobreviver precisaria se alimentar, cultivar plantas, caçar animais, entre outras ações. Além da busca de satisfazer suas necessidades biológicas o homem cria novas necessidades.

O homem cria necessidades que têm por objetivo não apenas garantir sua existência biológica, mas principalmente, sua existência cultural. Satisfazendo suas necessidades, constitui-se como um ser ético, como um ser que cria princípios e preceitos para guiar sua ação, ao mesmo tempo que tais princípios norteiam a constituição de suas necessidades e ações (MOURA, 2010, p. 16).

Por causa dessas situações, o homem produziu instrumentos para apanhar um fruto em uma árvore como a lança, por exemplo. Tais ações nos levam a

perceber que a intencionalidade do homem, na criação desse e de outros instrumentos, foi um dos motivos que contribuiu para a sua constituição humana.

Além desses fundamentos, a teoria histórico-cultural também tem como enfoque o desenvolvimento do psiquismo humano.

Quanto a tal, Leontiev (1978, p. 95) afirma:

Assim, devemos considerar o desenvolvimento do psiquismo humano como um processo de transformações qualitativas. Como efeito, visto que as condições sociais da existência dos homens se desenvolvem por modificações qualitativas e não apenas quantitativas, o psiquismo humano, a consciência humana, transforma-se igualmente de maneira qualitativa no decurso do desenvolvimento histórico e social.

Mediante ao exposto, entendemos que o desenvolvimento do psiquismo humano se constitui por intermédio da atividade social e histórica do homem, ao apropriar-se da cultura produzida no decorrer da história da humanidade.

Com o intuito de compreender o desenvolvimento do psiquismo humano, Alexis Nikolaevich Leontiev (1904-1979), juntamente com Lev Semyonovich Vygotsky (1896-1934), fundadores da psicologia histórico-cultural, desenvolveram o que nomearam por funções psicológicas (elementares e superiores) do homem.

Em relação às funções psicológicas elementares, Leontiev (1978) afirma que elas têm origem biológica e se fazem presentes nos animais, uma vez que os seus órgãos foram adaptados às necessidades de sobrevivência.

Rego (1995, p. 44) afirma que:

A atividade dos animais é instintiva e marcada pela satisfação de suas necessidades biológicas (de alimento, autoconservação ou necessidade sexual). Ou seja, ela permanece dentro dos limites das suas relações biológicas, instintivas com a natureza.

Quanto ao homem, apesar de apresentar as mesmas necessidades dos animais, suas funções psicológicas superiores (sistema funcional completo que leva à execução do processo psíquico) indicam que ele “é um ser de natureza social, tudo o que tem de humano nele provém da sua vida em *sociedade*, no seio da *cultura* criada pela humanidade” (LEONTIEV, 1978, p. 279, grifo do autor).

Vygotsky (1991) afirma que o funcionamento cerebral ocorre devido ao desenvolvimento das funções psicológicas superiores (que são adquiridas ao longo da história social do homem). Essas funções são: atenção, percepção, memória, pensamento, por exemplo.

Por isso, podemos afirmar que a diferença entre as atividades desempenhadas pelos animais e pelos homens é, substancialmente, perceptível já que o segundo se preocupa tanto com as questões de origem biológica quanto com as culturais, fato que os constituem indivíduos humanos.

Segundo Moura (2010), a teoria histórico-cultural tem o seguinte desafio: identificar como as formas de psiquismo humano são produzidas pelas formas sociais de atividade. Cabe ressaltar que o significado da palavra atividade dentro dessa teoria não tem o significado que nós estamos acostumados a usar, por exemplo, uma ação a ser executada pelos estudantes com o professor em sala de aula, pois “por atividade, designamos os processos psicologicamente caracterizados por aquilo a que o processo, como um todo, se dirige (seu objeto), coincidindo sempre com o objetivo que estimula o sujeito a executar esta atividade, isto é, o motivo” (LEONTIEV, 2001, p. 68).

Então, conclui-se que a educação humanizadora transforma a vida dos indivíduos por meio de uma proposta que contribua para que eles se apropriem dos conhecimentos, levando-os a se constituírem como humanos através da aquisição dos bens culturais e, conseqüentemente, do desenvolvimento psíquico.

Com relação ao processo de educação escolar, Davidov salienta que:

Ainda sobre o processo educativo escolar, além do conhecimento, a criança assimila também as capacidades, surgidas historicamente, que estão na base da formação da consciência e do pensamento teórico: a reflexão, a análise e a experiência mental. Portanto, o processo educativo que gera desenvolvimento psicológico é aquele que coloca o sujeito em atividade (1988, p. 25).

Podemos observar que todo indivíduo ao se deparar com uma educação que o propicie entrar em atividade, desenvolverá o seu psiquismo e formará o pensamento teórico em condições propícias a isso. Para Moura (2010, p. 28), “a educação é entendida, na perspectiva teórica que assumimos como uma via para o

desenvolvimento psíquico e principalmente humano, não como mera aquisição de conteúdos ou habilidades específicas”.

Por isso, inferimos que a educação aqui discutida assume um caráter diferente daquela embasada na lógica formal, cujo ensino não se preocupa com o desenvolvimento do pensamento teórico, uma vez que a sua organização não foi estruturada para esse fim.

Moura afirma que “o tipo de pensamento que a organização do ensino permite ao estudante desenvolver é um dos fatores reveladores de como o conhecimento é apropriado dentro do ambiente escolar” (2010, p. 67). Ou seja, se o ensino está organizado de forma a desenvolver o pensamento empírico, logo o estudante irá se apropriar do conhecimento de forma empírica. O mesmo serve para o pensamento teórico.

Ao utilizar a perspectiva histórico-cultural como referencial teórico, dentre as formas de pensamento, abordaremos: o pensamento empírico e o pensamento teórico que contribuirão para as análises dos resultados da atividade orientadora de ensino desenvolvida com os estudantes participantes da pesquisa.

Segundo Dias:

O pensamento empírico e o pensamento teórico são níveis do movimento do pensamento. A essência da diferenciação está no modo em que se obtém o conteúdo do conhecimento e pela sua importância prática e teórica. Por exemplo, saber a definição de número real, uma síntese do conceito, não quer dizer que o indivíduo se apropriou desse conceito teórico, pois depende do modo em que obteve tal conhecimento. Isso pode ter acontecido pela leitura dessa síntese que caracteriza um modo empírico de conhecimento (2007, p. 49).

O pensamento desenvolvido pelo estudante no ensino escolar dependerá de como se processará a apropriação do conteúdo do conhecimento, que por sua vez está diretamente ligada à organização do ensino. Nas aulas de matemática, por exemplo, o professor ao explicar determinado conteúdo não percebe se os estudantes se apropriaram ou não do conceito teórico ensinado, uma vez que o fato dos estudantes conseguirem resolver os exercícios propostos já se torna o suficiente. Os tipos de exercícios a serem resolvidos acabam por induzir os mesmos ao desenvolvimento do pensamento empírico, como aqueles que o enunciado são: “Efetue as adições e subtrações”. Exercícios com esta característica não exigem

esforço algum do estudante para a compreensão das relações conceituais, já que o fato de saber o algoritmo dessas operações é o suficiente.

Quanto ao pensamento empírico e teórico, Dias (2007), com base em Davidov (1988), estudou a formação de conceitos matemáticos no pensamento. O pensamento empírico, formado por ações psíquicas de comparação, classificação e catalogação de objetos materiais ou fenômenos observáveis, realizam-se por meio de abstrações de aspectos externos de objetos ou fenômenos. Já o pensamento teórico, desenvolve-se quando o pensamento realiza movimentos de análise, reflexões, dentro de relações não somente aparentes, mas intrínsecas aos objetos e fenômenos. Nesse sentido, Dias (2007) defendeu que o pensamento teórico da reta real, pensamento conceitual, desenvolve-se quando este é coerente com o seu desenvolvimento histórico do conceito, ou seja, com seu movimento lógico-histórico.

Enquanto o pensamento empírico se relaciona às representações externas dos objetos, o pensamento teórico dá-se por meio da apropriação dos conceitos elaborados historicamente, inseridos em um sistema social, desse modo, tornando o conhecimento resultante da reflexão da mente humana. Davidov (1988, p. 73) complementa dizendo que “ter um conceito sobre um objeto significa saber reproduzir mentalmente seu conteúdo, construí-lo”.

No que se refere a relação da construção de instrumentos e do pensamento teórico, segundo Dias (2007, p. 50), “é na atividade produtiva dos instrumentos, materiais ou ideais, que o homem desenvolve o pensamento teórico”.

Em relação ao pensamento teórico, Davidov (1982) relata que a atividade de ensino tem como objetivo principal o conhecimento teórico que deverá ser estruturado através do pensamento teórico, desse modo, contribui para o desenvolvimento do psiquismo.

É nesse sentido que esta pesquisa se desenvolve com a elaboração e o desenvolvimento de uma atividade orientadora de ensino fundamentada no conhecimento teórico e conceitual sobre medição de tempo, ou seja, no movimento lógico-histórico, a fim de estudar o movimento do pensamento conceitual expresso por estudantes em atividade de aprendizagem.

Para compreendermos o desenvolvimento do pensamento dos estudantes, devemos conhecer: a generalização, a abstração e o conceito (formas principais do pensamento).

Segundo Davidov:

O termo “generalização” aparece frequentemente na literatura psicológica, didática e sobre métodos de ensino. O processo de generalização consiste em que a criança, por meio da comparação, separa do grupo de objetos algumas propriedades (qualidades) repetidas (1988, p. 59).

A criança, de um modo geral, procura identificar atributos semelhantes nesses diversos objetos existentes. Por exemplo, objetos separados por cor, formas e tamanhos. Assim, consegue apontar as semelhanças ou diferenças entre cada um deles. Esses são processos do pensamento empírico.

Em relação à abstração, Davidov afirma que:

A generalização deve ser examinada em uma relação inseparável da operação de abstração. A separação de uma certa qualidade essencial comum inclui sua desmembração de outras qualidades. Isto permite à criança converter a qualidade geral em um objeto independente e especial das seguintes ações (a qualidade geral se designa com alguma palavra). O conhecimento do comum, sendo o resultado da comparação e de sua fixação na palavra, sempre é algo abstrato, imaginável (1988, p. 60).

A abstração, desse modo, compõe o processo de generalização, uma vez que busca certos atributos particulares e invariantes do objeto. É a separação do geral. Essas formas de pensamento são basilares para o desenvolvimento do pensamento.

E, por fim, uma das formas principais do pensamento está na formação do conceito. Para Moura (2010, p. 70):

[...] quando solicitamos aos estudantes que observem (percepção) os objetos e fenômenos e que expliquem os resultados das duas observações pelos meios mais diversos (representação), estamos possibilitando a eles que, de um modo gradual, cheguem à formação do conceito. Ou seja, nessa perspectiva, o processo de generalização parte da intuição e da percepção.

Essa compreensão de conceito pode ser percebida no ensino baseado na lógica formal tradicional que tem como ponto de partida as diversas percepções que surgem por meio da ação direta dos estudantes sobre o objeto. Para Moura (2010),

esse pensamento desenvolve-se de forma empírica e encontra-se presente na maioria das escolas.

Segundo Davidov (1988), todo indivíduo ao observar diretamente os objetos, faz um certo juízo, por exemplo, isto é uma pedra, isto é uma casa, este pequeno animal cinza é um coelho, pode-se comer. Quanto ao juízo, Kopnin (1978, p. 198) salienta que ele “é toda ideia relativamente acabada, que reflete as coisas, os fenômenos do mundo material, as propriedades, conexões e relações destes”.

Esses juízos estruturados servem de base para o pensamento empírico, já que ele se caracteriza por meio das observações que o indivíduo faz quanto aos atributos (externos) presentes nos objetos por ele conhecidos. Tal ação, leva-nos a compreender que o conhecimento empírico se relaciona com o cotidiano de cada indivíduo.

Além de relacionarem-se ao pensamento empírico, os juízos, por sua vez, podem contribuir para o desenvolvimento de raciocínios mais complexos e, com isso, possibilita ao indivíduo alcançar para o pensamento teórico. Em relação à estruturação dos juízos, na formação de conceitos, Kopnin afirma que:

O conceito é a confluência, a síntese das mais diversas ideias, o resultado de um longo processo de conhecimento. Ao mesmo tempo, não se pode conceber a dedução sem os conceitos e juízos, assim como não se pode conceber o juízo sem conceitos e deduções (1978, p. 191, grifo do autor).

Desse modo, o pensamento teórico, diferentemente do pensamento empírico, não opera pelas formas de representações imediatas do pensamento, mas sim com operações mediadas, mais complexas, os conceitos teóricos.

Consideramos que a dedução no pensamento do sujeito, principalmente no processo educativo, pode ter por base conceitos e juízos que não condizem com o conhecimento desenvolvido pela humanidade. Embora, tenha uma linguagem que reflita uma dedução, pode-se constituir uma hipótese, com bases empíricas. No processo educativo, as deduções realizadas por estudantes necessitam de intervenção didática, seja para corroborar seja para refutar, com explicações coerentes cientificamente.

Moura (2010) destaca que é por meio da organização do ensino que podemos compreender como os conteúdos escolares são assimilados, ou seja, qual pensamento a escola tem desenvolvido nos estudantes. Diante dessa perspectiva, procuramos desenvolver uma pesquisa que organize o ensino a fim de propiciar aos estudantes a formação do pensamento teórico, diferentemente daquele oferecido de modo tradicional (no qual o conhecimento é apresentado para os estudantes como sendo uma verdade absoluta e inquestionável).

3 A MATEMÁTICA E O ENSINO DO TEMPO: ANÁLISE DOS DOCUMENTOS OFICIAIS E LIVROS DIDÁTICOS

Neste tópico analisaremos como o conceito de tempo é abordado nos seguintes documentos oficiais da educação brasileira: Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil (RCNEI), Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de matemática e de ciências (ensino fundamental I e ensino fundamental II), Proposta Curricular do Estado de São Paulo (PCESP) de matemática e ciências (ensino fundamental II), Proposta Curricular do Estado de São Paulo de Física (ensino médio), e Orientação Curricular do estado de São Paulo (OCESP) para o ensino fundamental (anos iniciais) de matemática. Tais documentos foram escolhidos a fim de compreender como esse tema é abordado desde a educação infantil até o ensino médio no estado de São Paulo, onde a escola participante da pesquisa insere-se. Essa análise norteará este trabalho em relação à elaboração da atividade orientadora de ensino.

3.1 Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil: o estudo do tempo

O tópico a seguir aborda como o estudo do tempo (e os demais temas relacionados a ele) é apresentado no RCNEI para a educação infantil.

O RCNEI é um documento oficial que:

[...] possui caráter instrumental e didático, devendo os professores ter consciência, em sua prática educativa, que a construção de conhecimentos se processa de maneira integrada e global e que há inter-relações entre os diferentes eixos sugeridos a serem trabalhados com as crianças (BRASIL, 1998, p. 9).

Esse documento tem como objetivo orientar o trabalho do professor e contribuir para a elaboração de projetos a serem desenvolvidos com as crianças.

No RCNEI, os conteúdos são organizados em três blocos: Espaço e forma; Grandezas e medidas, e “Números e sistema de numeração”. Como estamos tratando do estudo do tempo, observamos que o bloco de conteúdos “Grandezas e medidas” é que aborda esse conceito.

No quadro 1, reproduzimos os conteúdos a serem trabalhados nesse nível de ensino, dentro desse bloco.

Quadro 1 – Conteúdos de matemática para a educação infantil (crianças de quatro a seis anos)

Bloco de conteúdos: grandezas e medidas
Introdução às noções de medida de comprimento, peso, volume, e tempo, pela utilização de unidades convencionais e não convencionais.
Marcação do tempo por meio de calendários.

Fonte: Adaptado de Brasil (1998)

Para abordar o estudo do tempo em sala de aula, o RCNEI aponta algumas sugestões de atividades práticas para o professor. Por exemplo:

Atividades que envolvam a utilização de calendários possibilitam à criança: localizar as datas dos aniversários de seus familiares e amigos; marcar as fases da Lua; prever a data de um passeio; aprender a respeito da quantidade de dias que uma semana possui e mostrar a regularidade existente nos calendários (BRASIL, 1998).

O trabalho com a culinária permite que as crianças se deparem com as diferentes unidades de medida (como o tempo que determinado alimento leva para cozinhar) e com a quantidade de ingredientes (litro, quilograma, etc.) que deverão ser utilizados em determinada receita (BRASIL, 1998).

Como podemos observar, o documento orienta a realização de ações práticas que proporcionam às crianças aprenderem sobre medidas, medindo.

Segundo o RCNEI (1998, p. 213):

A ação de medir inclui: a observação e comparação sensorial e perceptiva entre objetos; o reconhecimento da utilização de objetos intermediários, como fita métrica, balança, régua etc., para quantificar a grandeza (comprimento, extensão, área, peso, massa etc.). Inclui também efetuar a comparação entre dois ou mais objetos respondendo a questões como: “quantas vezes é maior?”, “quantas vezes cabe?”, “qual é a altura?”, “qual é a distância?”, “qual é o peso?” etc. A construção desse conhecimento decorre de experiências que vão além da educação infantil.

Experimentar ações práticas desse tipo farão as crianças conhecerem diferentes unidades de medida existentes. Em especial, o estudo do tempo aparece

no documento relacionado à medida do tempo voltado aos aspectos astronômicos como a observação do Sol, da Lua e das estrelas no céu.

3.2 Parâmetros Curriculares Nacionais do ensino fundamental (séries iniciais e finais): o ensino do tempo

Neste momento, discorreremos como o estudo do tempo (e os demais temas relacionados a ele) é apresentado nos PCNs do ensino fundamental de matemática e de ciências, porém iniciamos por aspectos gerais desse documento.

Os PCNs são um documento oficial que:

Por sua natureza aberta, configuram uma proposta flexível, a ser concretizada nas decisões regionais e locais sobre currículos e sobre programas de transformação da realidade educacional empreendidos pelas autoridades governamentais, pelas escolas e pelos professores. Não configuram, portanto, um modelo curricular homogêneo e impositivo, que se sobreporia à competência político-executiva dos Estados e Municípios, à diversidade sociocultural das diferentes regiões do País ou à autonomia de professores e equipes pedagógicas. (BRASIL, 1997, p. 13)

Os PCNs, como parâmetros, são flexíveis em relação a seu uso, uma vez que cada escola deve se responsabilizar pela elaboração tanto do seu projeto político pedagógico quanto de sua proposta pedagógica. Com isso, os conteúdos a serem ensinados são adaptados de acordo com a realidade social e cultural na qual está inserida.

O currículo de matemática no ensino fundamental contempla o estudo dos números e operações, do espaço e das formas, do tratamento de informação e das grandezas e medidas, possibilitando esse último, interligações entre os campos da álgebra, geometria e aritmética. Todos os itens supracitados constituem como blocos de conteúdos (BRASIL, 1997).

Para verificar como os PCNs de matemática têm abordado o estudo do tempo, analisaremos o bloco de conteúdos grandezas e medidas. Esta abordagem será feita nos três primeiros ciclos do ensino fundamental, já que a pesquisa será realizada com estudantes do 6º ano. Demonstraremos, de forma detalhada, como os conteúdos estão organizados nessa etapa escolar.

No primeiro ciclo, em relação ao estudo do tempo, o documento apresenta os objetivos reproduzidos no quadro 2.

Quadro 2 – Objetivos de matemática para o primeiro ciclo (ensino fundamental)

Explorar situações-problema que envolvam contagens, medidas e códigos numéricos.
Utilizar informações sobre tempo e temperatura.
Utilizar instrumentos de medida, usuais ou não, estimar resultados e expressá-los por meio de representações não necessariamente convencionais.

Fonte: Adaptado de Brasil (1997)

Nessa etapa escolar, o trabalho pode ser feito com atividades que envolvam o uso de relógios digitais ou de ponteiros, no entanto que estejam relacionadas com os conhecimentos que eles têm ao chegarem à escola (BRASIL, 1997).

Os conteúdos foram organizados de forma a relacionarem-se com a experiência de vida do estudante, desse modo, voltados para o seu cotidiano.

Os estudantes aprendem a desenvolver algumas atitudes em relação à matemática e a descobrir procedimentos simples, uma vez que os conteúdos se configuram em conceituais, procedimentais e atitudinais (BRASIL, 1997).

Dentre os conteúdos conceituais e procedimentais, os que se relacionam com a pesquisa foram reproduzidos no quadro 3.

Quadro 3 – Conteúdos conceituais e procedimentais do primeiro ciclo (ensino fundamental)

Bloco de conteúdos: grandezas e medidas
Comparação de grandezas de mesma natureza, por meio de estratégias pessoais e uso de instrumentos de medida conhecidos.
Identificação de unidades de tempo – dia, semana, mês, bimestre, semestre, ano – utilização de calendários.
Relação entre unidades de tempo – dia, semana, mês, bimestre, semestre, ano.

Leitura de horas, comparando relógios digitais e de ponteiros.
--

Fonte: Adaptado de Brasil (1997)

Assim como reproduzimos os conteúdos conceituais e procedimentais, assim o fizemos para os conteúdos atitudinais como podemos observar no quadro 4.

Quadro 4 – Conteúdos atitudinais do primeiro ciclo (ensino fundamental)

Bloco de conteúdos: grandezas e medidas
Curiosidade por questionar, explorar e interpretar os diferentes usos dos números, reconhecendo sua utilidade na vida cotidiana.
Valorização da importância das medidas e estimativas para resolver problemas cotidianos.

Fonte: Adaptado de Brasil (1997)

Além desses conteúdos e objetivos, o documento ainda explicita critérios de avaliação que contemplam o estudo do tempo, conforme observado no quadro 5.

Quadro 5 – Critérios de avaliação de matemática para o primeiro ciclo (ensino fundamental)

Bloco de conteúdos: grandezas e medidas
Medir, utilizando procedimentos pessoais, unidades de medida não-convencionais ou convencionais (dependendo da familiaridade) e instrumentos disponíveis e conhecidos.
Espera-se que o estudante saiba medir fazendo uso de medidas não-convencionais, que sejam adequadas ao atributo que se quer medir.

Fonte: Adaptado de Brasil (1997)

Mediante ao que foi exposto anteriormente, os PCNs relacionarão os objetivos e os conteúdos (tanto procedimentais quanto atitudinais) ao cotidiano do estudante e também aos critérios de avaliação.

No segundo ciclo do ensino fundamental, o documento orienta os seguintes objetivos reproduzidos no quadro 6, quanto à relação com o estudo do tempo, que constam no bloco grandezas e medidas.

Quadro 6 – Objetivos de matemática para o segundo ciclo (ensino fundamental)

Construir o significado das medidas, a partir de situações-problema que expressem seu uso no contexto social e em outras áreas do conhecimento e possibilitem a comparação de grandezas de mesma natureza.
Utilizar procedimentos e instrumentos de medida usuais ou não, selecionando o mais adequado em função da situação-problema e do grau de precisão do resultado.
Representar resultados de medições, utilizando a terminologia convencional para as unidades mais usuais dos sistemas de medida, comparar com estimativas prévias e estabelecer relações entre diferentes unidades de medida.

Fonte: Adaptado de Brasil (1997)

Nesse ciclo, os estudantes retomarão os conceitos que foram abordados no ciclo anterior (como o de medida) e aprofundarão os procedimentos de medições até então conhecidos (BRASIL, 1997).

Da mesma forma que no ciclo anterior, os conteúdos a serem ensinados também se configuram em procedimentais e atitudinais.

Nos quadros 7 e 8 apresentam-se, respectivamente, os enunciados referentes aos conteúdos conceituais e procedimentais os quais se relacionam com o tema da pesquisa.

Quadro 7 – Conteúdos conceituais e procedimentais do segundo ciclo (ensino fundamental)

Bloco de conteúdos: grandezas e medidas
Identificação de grandezas mensuráveis no contexto diário: comprimento, capacidade, tempo, etc.
Reconhecimento e utilização de unidades usuais de tempo e de temperatura.
Reconhecimento e utilização das medidas de tempo e realização de conversões simples.

Fonte: Adaptado de Brasil (1997)

Quadro 8 – Conteúdos atitudinais do segundo ciclo (ensino fundamental)

Bloco de conteúdos: grandezas e medidas
Curiosidade em conhecer a evolução histórica das medidas, unidades de medida e instrumentos utilizados por diferentes grupos culturais e reconhecimento da importância do uso adequado dos instrumentos e unidades de medidas convencionais.

Fonte: Adaptado de Brasil (1997)

Os PCNs relatam, no bloco grandezas e medidas, que:

O trabalho com medidas dá oportunidade para abordar aspectos históricos da construção desse conhecimento, uma vez que, desde a Antiguidade, praticamente em todas as civilizações, a atividade matemática dedicou-se à comparação de grandeza (BRASIL, 1997, p. 83).

Nessa etapa escolar, o estudo com as medidas (e suas respectivas unidades) propicia para o estudante conhecer o contexto histórico do surgimento das medidas e dos instrumentos que eram utilizados em diferentes culturas. Além disso, o mesmo passa a reconhecer que há um uso apropriado para cada instrumento.

Dentre os critérios de avaliação proposto para esse ciclo, selecionamos aqueles que também mais se aproximam da pesquisa, como podemos observar no quadro 9.

Quadro 9 – Critérios de avaliação de matemática para o segundo ciclo (ensino fundamental)

Bloco de conteúdos: grandezas e medidas
Medir e fazer estimativas sobre medidas, utilizando unidades e instrumentos de medida mais usuais que melhor se ajustam à natureza da medição realizada.
Espera-se avaliar se o estudante sabe escolher a unidade de medida e o instrumento mais adequado a cada situação.

Fonte: Adaptado de Brasil (1997)

Nessa etapa, o estudante passa a ter contato com os instrumentos de medida, relacionando-os com as unidades mais adequadas para possíveis medições.

Segundo os PCN:

Desde muito cedo as crianças têm experiências com as marcações do tempo (dia, noite, mês, hoje, amanhã, hora do almoço, hora da escola) e com as medidas de massa, capacidade, temperatura, etc., mas isso não significa que tenham construído uma sólida compreensão dos atributos mensuráveis de um objeto, nem que dominem procedimentos de medida (BRASIL, 1997, p. 83).

Cabe ao professor, durante essa etapa escolar, propiciar momentos em que os estudantes se utilizem das mais variadas grandezas físicas, por meio de diferentes situações, e desse modo, consigam identificar qual atributo será medido e qual o significado de medida.

Em relação à competência métrica, por meio de situações que induzam o estudante a explorar situações de aprendizagem, no terceiro ciclo, o ensino de matemática deve contemplar os seguintes objetivos, quando tratamos do estudo do tempo.

Quadro 10 – Objetivos de matemática para o terceiro ciclo (ensino fundamental)

Ampliar e construir noções de medida, pelo estudo de diferentes grandezas, a partir de sua utilização no contexto social e da análise de alguns dos problemas históricos que motivaram sua construção.
Resolver problemas que envolvam diferentes grandezas, selecionando unidades de medida e instrumentos adequados à precisão requerida.

Fonte: Adaptado de Brasil (1998)

Dentre os conteúdos conceituais e procedimentais, os que se relacionam com a pesquisa foram selecionados no quadro 11.

Quadro 11 – Conteúdos conceituais e procedimentais do terceiro ciclo (ensino fundamental)

Bloco de conteúdos: grandezas e medidas
Reconhecimento de grandezas como comprimento, massa,

capacidade, superfície, volume, ângulo, tempo, temperatura, velocidade e identificação de unidades adequadas (padronizadas ou não) para medi-las, fazendo uso de terminologia própria.
Utilização de instrumentos de medida, como régua, escalímetro, transferidor, esquadro, trena, relógios, cronômetros, balanças para fazer medições, selecionando os instrumentos e unidades de medida adequadas à precisão que se requerem, em função da situação-problema.
Estabelecimento de conversões entre algumas unidades de medida mais usuais (para comprimento, massa, capacidade, tempo) em resolução de situações-problema.

Fonte: Adaptado de Brasil (1998)

Em relação aos critérios de avaliação proposto para esse ciclo, selecionamos aqueles que também mais se aproximam da pesquisa, como podemos observar no quadro 12.

Quadro 12 – Critérios de avaliação de matemática para o segundo ciclo (ensino fundamental)

Bloco de conteúdos: grandezas e medidas
Obter e expressar resultados de medições, utilizando as principais unidades padronizadas de medida de comprimento, capacidade, massa, superfície, volume, ângulo e tempo.
Espera-se que o estudante seja capaz de obter resultados de diferentes medições, escolhendo e utilizando unidades de medida padronizadas, instrumentos apropriados e expressar os resultados em função do grau de precisão desejável e indicado pelo contexto da situação-problema.

Fonte: Adaptado de Brasil (1998)

Este é o momento em que o estudante aprende a utilizar as unidades de medidas padronizadas e seus respectivos instrumentos de medida, com isso, obtendo resultados de medições.

Além da disciplina de matemática, o ensino do tempo também é abordado na disciplina de ciências. Segundo o PCN de ciências (1997), dentre os conteúdos

referentes a conceitos e aos procedimentos, o que se relaciona ao tempo, no primeiro ciclo, será apresentado no quadro 13.

Quadro 13 – Conteúdo procedimental do primeiro ciclo (ensino fundamental)

Bloco de conteúdos: ambiente
Comparação dos modos com que diferentes seres vivos, no espaço e no tempo, realizam as funções de alimentação, sustentação, locomoção e reprodução, em relação às condições do ambiente em que vivem.

Fonte: Adaptado de Brasil (1997)

No bloco de conteúdos ambiente, conforme podemos perceber, os estudantes durante esse ciclo, podem estudar a reprodução dos animais com foco para as épocas do cio, o tempo de gestação e o tempo de vida de cada um.

Inferimos, pelas análises feitas no PCN de ciências, que o ensino do tempo é abordado apenas no primeiro ciclo. Todavia, entendemos que no currículo escolar do ensino fundamental I, a disciplina de matemática coube a responsabilidade pelo ensino do tema em questão, conforme analisado anteriormente.

3.3 Orientação Curricular do estado de São Paulo para o ensino fundamental (anos iniciais) de matemática: o ensino do tempo

Neste tópico, estudaremos como o estudo do tempo é apresentado na OCESP para o ensino fundamental (do 1º ao 5º ano).

A OCESP é um documento que:

[...] situa-se no nível do chamado currículo prescrito caracterizado por um conjunto de decisões e orientações normativas no âmbito da rede estadual, que vislumbra um modelo democrático de escola e de formação de seus estudantes, que têm direito de ter acesso a um conjunto de saberes que constituem a base para o exercício de sua cidadania (BRASIL, 2014, p. 2).

O documento apresenta orientações para que os professores desenvolvam seus planos de ensino. Por conseguinte, os conteúdos de matemática divididos da seguinte forma: Números Naturais e Sistema de Numeração Decimal; Operações com Números Naturais; Espaço e Forma; Grandezas e Medidas; Tratamento da

Informação: Introdução à Estatística, Combinatória e Probabilidade e, por fim, Introdução aos Números Racionais.

Consoante o documento, esses conteúdos devem ser trabalhados em sala de aula de forma articulada, dessa forma, cabendo ao professor a responsabilidade de elaborar atividades que cumpram essa finalidade (BRASIL, 2014).

Como nos documentos já apresentados, apresentaremos as orientações para o estudo do tempo dentro do conteúdo de grandezas e medidas.

No primeiro ano, quanto aos conteúdos de grandezas e medidas, em especial, ao estudo do tempo, espera-se que o estudante atinja os seguintes objetivos:

Quadro 14 – Objetivos de matemática para o ensino fundamental (1º ano)

Conteúdos: Grandezas e Medidas
Identificar dias da semana e dias do mês, explorando o calendário.
Relacionar dia, mês e ano presentes na escrita de uma data.
Realizar estimativas relativas a medições.
Identificar que um dia tem 24 horas.

Fonte: Adaptado de Brasil (2014)

Apesar de perceber certa semelhança desses objetivos em relação aos documentos até então analisados, compreendemos também que um novo objetivo é citado, qual seja, o de possibilitar que o estudante identifique quantas horas possui um dia a partir das relações com o estudo dos números juntamente com o estudo das grandezas e medidas.

No segundo ano, os conteúdos de grandezas e medidas permeiam-se em situações de uso, por exemplo, medir o tempo. Como recomendação do documento, as atividades propostas pelo professor devem ser práticas e problematizadoras, ou seja, devem envolver situações que exijam a necessidade de realizar medições (relacionadas com o cotidiano). Por meio dessas atividades, os estudantes perceberão que medir é comparar grandezas de mesma natureza (BRASIL, 2014).

Os objetivos que o estudante deve atingir, segundo o documento, em relação ao estudo do tempo estão listados no quadro 15.

Quadro 15 – Objetivos de matemática para o ensino fundamental (2º ano)

Conteúdos: Grandezas e Medidas
Identificar unidades de tempo como dia, semana, mês e utilizar calendários.
Identificar períodos de tempo – bimestre, trimestre e semestre.
Identificar medidas de tempo – hora e minuto, pelo uso de relógios digitais.
Identificar medidas de tempo – hora e minuto, pelo uso de relógios de ponteiros.

Fonte: Adaptado de Brasil (2014)

Conforme consta na OCESP, as atividades devem envolver o uso de relógios (digital ou de ponteiro) com o objetivo de identificar, nesses instrumentos, as medidas de tempo e também de apontar diferentes períodos de tempo.

No terceiro ano, o trabalho relacionado com as medidas de tempo é ampliado, de forma mais generalizante, em relação ao estudo das grandezas e medidas, como: construir a ideia de que medir é comparar grandezas de mesma natureza e explorar as medidas em situações de uso, se bem como o seu processo histórico de construção (BRASIL, 2014).

Nessa etapa escolar, os objetivos que o estudante deve atingir em relação ao ensino do tempo foram listados no quadro 16.

Quadro 16 – Objetivos de matemática para o ensino fundamental (3º ano)

Conteúdos: Grandezas e Medidas
Estabelecer relação entre unidades de tempo – dia, semana, mês, bimestre, semestre, ano.
Fazer a leitura de horas e resolver problemas que envolvam a compreensão das horas.

Fonte: Adaptado de Brasil (2014)

Enquanto espera-se que no 2º ano os estudantes identifiquem períodos de tempo, no 3º ano devem ser capazes de estabelecer relação entre eles. Além disso, recomenda-se que os estudantes iniciem os estudos com resolução de problemas.

No 4º ano, os conteúdos de grandezas e medidas sugerem uma continuidade dando ênfase à produção escrita de medidas de tempo.

Quanto aos objetivos propostos pelo documento, os estudantes devem atingir os listados no quadro 17.

Quadro 17 – Objetivos de matemática para o ensino fundamental (4º ano)

Conteúdos: Grandezas e Medidas
Reconhecer unidades usuais de tempo e de temperatura.
Utilizar unidades de tempo e de temperatura em situações-problema.
Utilizar medidas de tempo em realização de conversões simples, entre dias, semanas, horas e dias, semanas e meses.

Fonte: Adaptado de Brasil (2014)

O tempo como podemos observar é trabalhado juntamente com os cálculos aritméticos, pois envolvem processos de conversão entre os períodos de tempo. Por exemplo, o professor pode perguntar ao estudante: Quantas horas possui uma semana? Para responder essa questão, ele deverá fazer a relação da quantidade de horas que cada dia possui, da quantidade de dias que cada semana tem, e por último, utilizar a operação de multiplicação ou até mesmo de adição.

No 5º ano, diz o documento que, os conteúdos de grandezas e medidas relacionados ao estudo do tempo são retomados e aprofundados (BRASIL, 2014).

Os estudantes que cursam essa série, no decorrer do ano letivo, devem ser capazes de atingir os objetivos que se seguem no quadro 18.

Quadro 18 – Objetivos de matemática para o ensino fundamental (5º ano)

Conteúdos: Grandezas e Medidas
Utilizar unidades usuais de tempo e temperatura em situações-problema.

Avaliar a adequação do resultado de uma medição.
--

Fonte: Adaptado de Brasil (2014)

De acordo com o levantamento de informações nos documentos oficiais, com relação ao ensino do tempo, identificamos que após o 5º ano do ensino fundamental I, o mesmo tema volta a ser abordado no 4º bimestre do 6º ano e no 3º bimestre do 8º ano, do ensino fundamental II, conforme consta na Proposta Curricular do Estado de São Paulo (PCESP) na disciplina de Ciências Naturais, como podemos observar nos quadros 19 e 20.

Quadro 19 – Conteúdo conceitual da 5ª série/6º ano (ensino fundamental)

Bloco de conteúdos: Terra e Universo
Ciclo dia/noite e sombra como medida do tempo.

Fonte: Adaptado de Brasil (2010)

Quadro 20 - Conteúdo conceitual da 7ª série/8º ano (ensino fundamental)

Bloco de conteúdos: Terra e Universo – Nosso planeta e sua vizinhança cósmica
O ano como medida de tempo.
Calendários em diversas culturas.

Fonte: Adaptado de Brasil (2010)

E, por fim, consoante a Proposta Curricular do Estado de São Paulo de Física, o estudante retoma o ensino do tempo, no 1º bimestre da primeira série, do ensino médio, conforme consta no quadro 21.

Quadro 21 – Conteúdo conceitual 1ª Série (ensino médio)

Bloco de Conteúdos: Movimentos: variações e conservações
Movimentos que se realizam no cotidiano e as grandezas relevantes para sua observação (distância percorrida, percurso, velocidade, massa, tempo, etc.).
Estimativas e escolhas de procedimentos adequados para realização de medidas

(por exemplo, uma estimativa do tempo de percurso entre duas cidades por diferentes meios de transporte).

Fonte: Adaptado de Brasil (2010)

Por meio desses documentos, de forma geral, entendemos que o ensino do tempo tem enfoque com:

- situações sociais que se relacionam com as medidas de tempo (observação dos calendários para se identificar qual o dia da semana, tempo gasto para o cozimento de um alimento, observação dos corpos celestes no céu);
- a utilização de instrumentos conhecidos para a medição do tempo, como relógios e cronômetros;
- a utilização das diferentes unidades de medidas (usuais ou não);
- situações-problemas que envolvam a medição do tempo;
- a evolução histórica das medidas, unidades de medida e instrumentos utilizados por diferentes grupos culturais.

A presente pesquisa, ao abordar o movimento lógico-histórico de medição de tempo com enfoque nos instrumentos criados pelo homem ao longo da história para suprimento de suas necessidades cotidianas, não se distancia dos conteúdos propostos pelos documentos, portanto é adequada para o ensino escolar.

Com base nos documentos oficiais e no movimento lógico-histórico sobre medição do tempo, elaboramos uma atividade orientadora de ensino para que os estudantes se apropriem desse conhecimento. E, a partir dela, investigamos qual o movimento do pensamento os estudantes desenvolveram por meio de sua participação nessa pesquisa.

3.4 Análise de livros didáticos do ensino fundamental (anos iniciais) de matemática: o ensino do tempo

Apesar das análises feitas nos diversos documentos oficiais, para uma melhor compreensão de como o ensino do tempo tem sido ministrado na escola participante da pesquisa, optamos por analisar dois livros didáticos de matemática utilizados

pelos estudantes do 4º e 5º ano. Contudo, ressaltamos que não faremos a análise dos livros didáticos das demais séries, uma vez que os estudantes envolvidos com a pesquisa são do 6º ano.

Livro didático: Nosso livro de matemática – Ensino fundamental – 4º ano (Pires; Rodrigues, 2014)

O livro em questão, destina três páginas (32, 33 e 34) que abordam o ensino do tempo, sendo esta temática dividida da seguinte forma: o tempo e suas divisões, relógios e controle do tempo.

O tempo e suas divisões

Neste tópico, os autores introduzem o tema da seguinte forma: “A professora Gabriela comentou com seus alunos que os seres humanos, observando o céu, a posição do Sol, da Lua e de algumas estrelas, foram criando diferentes divisões do tempo” (Pires; Rodrigues, 2014, pág. 32). Em seguida, o livro apresenta, de forma direta, a relação existente entre as unidades de medidas de tempo e os corpos celestes: semana e fases da Lua, mês e a volta que a Lua completa em torno da Terra, ano e o tempo que a Terra demora para dar uma volta em torno do Sol e o dia equivalendo a 24 horas. E por fim, são apresentadas questões, do tipo: “Que meses do ano têm exatamente 30 dias?”, “Quantos semestres há em um ano?”, “Quantas horas têm um dia?”

Relógios

Nesta seção, os autores introduzem o tema da seguinte forma: “O relógio, aparelho que mede intervalos de tempo, é usado para medir horas, minutos e segundos. É uma das mais antigas invenções humanas. Hoje, usamos os relógios de ponteiro, chamados analógicos, e os digitais” (Pires; Rodrigues, 2014, pág. 33). Na sequência, são apresentados os seguintes exercícios: 1) Escreva, em seu caderno, a hora que cada relógio está indicando e o que, em geral, você está fazendo nesse horário. 2) Observe a tabela e com base nas informações, responda as perguntas.

Controle do Tempo

Esta seção foi destinada para a resolução de exercícios que envolvem a relação entre horas, minutos e segundos, por exemplo: “Você sabe que uma hora tem 60 minutos. Quantas horas você fica diariamente na sua escola?”

Por conseguinte, são apresentados exercícios do tipo: “Um programa de rádio começa às 13 horas e 30 minutos e termina às 16 horas e 45 minutos. Qual é o tempo de duração desse programa?”

Livro didático: Nosso livro de matemática – Ensino fundamental – 5º ano (Pires; Rodrigues, 2014)

Neste livro, o ensino do tempo é abordado em quatro páginas (56, 57, 58 e 59), sendo esta temática dividida nos títulos: voando pelo nosso país, controle do tempo, mais sobre o tempo e o dia solar.

Voando pelo nosso país

Os autores iniciam este tópico apresentando a seguinte afirmação: “Com a turma, a professora Helena está estudando as medidas de tempo. Ela comentou que, como as distâncias entre um lugar e outro podem ser enormes, usam-se diferentes meios de transportes, como, o avião” (Pires; Rodrigues, 2014, pág. 56). Na sequência, são apresentados exercícios do tipo: “Lígia chegou a Salvador às 10 horas e 15 minutos, procedente do Rio de Janeiro. Se a duração do voo foi de 2 horas, a que horas o avião saiu do Rio de Janeiro?”

Controle do Tempo e Mais sobre o Tempo

Estas seções se iniciam da seguinte forma: “A professora Helena apresentou mais problemas para seus alunos resolverem. Responda você também a essas atividades em seu caderno” (Pires; Rodrigues, 2014, pág. 57). Em seguida, são apresentados mais exercícios do mesmo estilo da seção anterior, por exemplo: “Cida precisa tomar um remédio de 6 em 6 horas. O primeiro ela tomou às 7 horas da manhã. A que horas deve tomar os próximos três comprimidos?”

O Dia Solar

Os autores introduzem o assunto do seguinte modo: “O Sol foi o primeiro relógio do ser humano. O intervalo de tempo natural decorrido entre as sucessivas passagens do Sol sobre dado meridiano dá origem ao dia solar” (Pires; Rodrigues, 2014, pág. 59). Em seguida, são apresentados exercícios do tipo: “Observe as sequências de horários registrados a seguir e complete-as em seu caderno”.

De um modo geral, por meio da análise feita nesses dois livros didáticos, podemos fazer algumas considerações a respeito da forma como o ensino do tempo tem sido ministrado na escola participante da pesquisa.

Segundo os PCNs:

Em muitas situações, o recurso à História da Matemática pode esclarecer ideias matemáticas que estão sendo construídas pelo aluno, especialmente para dar respostas a alguns “porquês” e, desse modo, contribuir para a constituição de um olhar mais crítico sobre os objetos de conhecimento (1997, p. 34).

Partindo desse pressuposto, sugerimos que ambos os livros poderiam reformular a sua proposta didática, uma vez que não há o movimento lógico-histórico dos objetos de conhecimento. Esses, por sua vez, são apresentados como verdades absolutas, desse modo, não possibilitando aos estudantes refletirem e questionarem sobre os conteúdos a eles ensinados. A respeito disso, Caraça (2010, p. 23) afirma que:

A Ciência pode ser encarada sob dois aspectos diferentes. Ou se olha para ela como vem exposta nos livros de ensino, como coisa criada, e o aspecto é o de um todo harmonioso, onde os capítulos se encadeiam em ordem, sem contradições. Ou se procura acompanhá-la no seu desenvolvimento progressivo, assistir à maneira como foi sendo elaborada, e o aspecto é totalmente diferente – descobrem-se hesitações, dúvidas, contradições, que só um longo trabalho de reflexão e apuramento consegue eliminar, para que logo surjam outras hesitações, outras dúvidas, outras contradições”.

Portanto, inferimos que os materiais didáticos devem abordar os conteúdos e possibilitar que o estudante os questione, reflita sobre os mesmos, os confronte e, por fim, que os compreenda sob o viés histórico e não, como já dito anteriormente, como verdades absolutas e inquestionáveis.

Com relação aos exercícios propostos em ambos os livros, observamos que há uma condução do pensamento para práticas envolvendo cálculos matemáticos, conversões de unidade, que apesar de serem fundamentais, não devem restringir-se apenas a isso. Defendemos as ações educativas, que contribuam com o desenvolvimento do movimento lógico-histórico de medição do tempo a fim de que os estudantes se apropriem do conhecimento teórico historicamente produzido pelo homem de forma a explicitar, de alguma forma, o porquê da criação de instrumentos de medição do tempo, como também em que condições sócio-culturais se criaram determinados instrumentos.

4 MOVIMENTO LÓGICO-HISTÓRICO: O HOMEM E OS INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO DO TEMPO

Neste capítulo, pretendemos construir um texto que expresse um movimento lógico-histórico de como o homem resolvia questões relacionadas à medição do tempo, principalmente às formas de medição e aos instrumentos, e como se apresentava a matemática de cada época. Para dissertar a respeito destas temáticas, utilizaremos as contribuições de: Smith (1958), Hogben (1970), Boyer (1974), Kopnin (1978), Whitrow² (1993; 2005), Elias (1998), Joseph (2002), Cajori (2007), Dias (2007), Eves (2011), Roque (2012), Contador (2012) e Saito (2015). Por meio desse movimento, desenvolveremos uma atividade orientadora de ensino bem como o produto da pesquisa.

A priori, antes de abordarmos a história da medição do tempo feita pelo homem, faremos uma breve consideração a respeito do movimento lógico-histórico, utilizando a definição de Kopnin:

Por histórico subentende-se o processo de mudança do objeto, as etapas de seu surgimento e desenvolvimento. O histórico atua como objeto do pensamento, o reflexo do histórico, como conteúdo. O pensamento visa à reprodução do processo histórico real em toda a sua objetividade, complexidade e contrariedade. O lógico é o meio através do qual o pensamento realiza essa tarefa, mas é o reflexo do histórico em forma teórica (1978, p. 183).

O lógico é responsável pela organização dos processos no qual se forma o pensamento. Por meio do histórico, podemos identificar a produção de conhecimento em seus diferentes processos, no caso, as ações utilizadas pelo homem para a criação dos instrumentos de medição de tempo com o intuito de suprir suas necessidades. “O histórico é o objeto do pensamento”, aqui, constituído pelo estudo das obras históricas a fim de compreender processos que envolvem o desenvolvimento de tais instrumentos.

² G. J. Whitrow (1912-2000) foi professor da Universidade de Londres e pesquisador do Imperial College of Science and Technology, também em Londres. Presidiu a Sociedade Internacional para o Estudo do Tempo e diversas outras sociedades científicas. Escreveu inúmeros livros, entre os quais *O tempo na história*, publicado no Brasil por Jorge Zahar Editor (Whitrow, 2005, p. 6).

Para Dias (2007, p. 47):

Com a abordagem lógico-histórica, pode-se ter a compreensão, por exemplo, da inexistência de verdades absolutas, concepções frequentes de estudantes em relação à matemática, gerada pelo método de ensino que aborda somente a lógica formal.

O ensino que tem por base somente a lógica formal contribui para que o estudante acredite em uma matemática pronta, uma vez que ele não é incitado a se apropriar de um conhecimento elaborado pelo homem ao longo da história. Portanto, ao professor, como já disse Moura (2010), cabe a responsabilidade de organizar o ensino que permita aos estudantes a apropriação do conhecimento por meio da formação do pensamento teórico.

4.1 O tempo (vida civil) e o nosso sentido de tempo

Neste tópico, serão apresentadas algumas considerações sobre o tempo e a vida civil na Antiguidade, incluindo como se processa o nosso sentido de tempo com relação ao passado, presente e futuro. Para tanto, recorreremos às obras da história (fonte de informações).

Whitrow (2005) salienta que no período medieval, a ascensão de uma economia monetária fez com que o ritmo de vida das pessoas aumentasse, uma vez que a sociedade passava a ser movida pelo dinheiro. Isso contribuiu para que o tempo se tornasse cada dia mais valioso, afinal, para os homens, o tempo era dinheiro.

Em pleno século XXI, percebemos que essa expressão “tempo é dinheiro”, ainda é muito utilizada pelas pessoas, principalmente tratando-se de uma sociedade capitalista, na qual ter dinheiro é sinônimo de sobrevivência.

Whitrow (1993, p. 31) afirma que:

Hoje somos governados por horários e muitos de nós carregamos agendas não para lembrar o que fizemos, mas para nos assegurarmos de que estamos no lugar certo, na hora certa. Temos uma necessidade sempre crescente de aderir a determinadas rotinas, de modo que as complexas operações de nossa sociedade possam ocorrer de maneira regular e efetiva.

Filosofando, a partir das reflexões do autor, fica notório o quanto somos dominados pelo tempo e como é difícil se desvincular dele, uma vez que nos tornamos dependentes. Em meio a tantos compromissos, precisamos aprender a administrar o tempo para que nosso dia seja aproveitado da melhor forma possível.

Elias (1998, p. 15) afirma que:

Assim como os relógios e os barcos, o tempo é algo que se desenvolveu em relação a determinadas intenções e a tarefas específicas dos homens. Nos dias atuais, o “tempo” é um instrumento indispensável para realizarmos uma multiplicidade de tarefas variadas.

Não só as formas de medir o tempo se desenvolvem para o fim de suprir as necessidades humanas de organizar suas tarefas, mas também o quanto a ele estamos submissos quando nos referimos ao modo de vida que levamos, quantas tarefas queremos fazer em um determinado período de tempo.

Whitrow (1993, p. 16) afirma que “O horário que seguimos na vida civil é baseado na rotação da Terra, que nos dá o nosso dia, como o movimento da Terra em torno do Sol nos dá o nosso ano”. Além disso, Whitrow (1993, p. 16) reforça que “o modo como o dia terrestre é dividido em horas, minutos e segundos é puramente convencional”.

Com relação ao nosso sentido de tempo, Whitrow (1993, p. 17) afirma que “nossa experiência direta do tempo é sempre do presente”, isso ocorre, devido as experiências que vivenciamos naquele determinado momento.

Dependendo da atividade que realizamos, podemos ter percepções diferentes de sua duração. Podemos passar o mesmo período de tempo em uma praia ou trabalhando e, sem usar quaisquer instrumentos, dizer que um período é maior ou menor que outro. Whitrow (1993, p. 17) relata que “nosso sentido de duração é afetado não apenas pelo grau em que concentramos nossa atenção no que estamos fazendo, mas por nosso estado físico geral”. Um exemplo que podemos destacar em relação ao nosso sentido de duração temporal é a idade que possuímos, uma vez que ela parece passar cada vez mais rápido conforme vamos envelhecendo. Whitrow (1993) relata também que o ser humano ao relacionar suas experiências do presente com as do passado, ou a algum desejo que almeja para o seu futuro, vivenciará uma situação de duração.

Embora tenhamos percepções de duração do tempo diferentes, dependendo das atividades que exercemos, temos o costume de consultar instrumentos de medidas do tempo.

4.2 Sobre o tempo e as bases naturais de medição

Neste tópico, apresentaremos alguns métodos que eram utilizados para registrar e medir o tempo segundo as necessidades humanas.

Whitrow (1993) relata que desde os primórdios, o homem criara métodos para registrar e medir o tempo. Segundo registros históricos, o método considerado mais antigo para a contagem do tempo foi aquele em que os dias eram contados por meio das auroras. Os povos antigos utilizavam métodos que estavam relacionados aos diversos fenômenos naturais, por exemplo, fenômenos celestes, variações climáticas, entre outros. A posição do Sol no céu permitia que algumas tribos encontrassem a altura do dia. Quando o Sol ainda não havia nascido, os povos utilizavam o canto do galo que servia como um indicador de tempo, momento para acordar.

Um instrumento de medida de tempo que conhecemos é o cronômetro. Com o avanço da tecnologia, alguns cronômetros foram sendo aperfeiçoados como aqueles inseridos nos celulares, por exemplo.

Porém, o primeiro cronômetro, segundo Whitrow, foi a Lua:

As estrelas, porém, se podem ajudar o homem a determinar as estações, não lhe permitem dividir o ano em partes. Em seu lugar, usou-se a Lua para produzir uma unidade temporal entre o ano e o dia. Mais ainda, diversamente das fases naturais e das estrelas, o crescimento e decrescimento da Lua forneciam um meio de computar o tempo. A Lua pode ser considerada, portanto, o primeiro cronômetro, já que sua aparência continuamente cambiante chamou atenção para o aspecto de duração do tempo (1993, p. 30).

A observação do movimento da Lua, bem como sua aparição no céu, que se dava por meio de formas variadas, como o seu crescimento e decrescimento, permitiu ao homem computar o tempo, já que existia uma certa periodicidade em relação a essas aparições no céu. Essas aparições, por sua vez, consistem no que conhecemos como as fases da Lua.

Elias (1998, p. 43) afirma que:

Se o sacerdote observa o curso do Sol e da Lua, não é porque se interesse pela astronomia, mas porque as mudanças da luminosidade do céu – e através delas, talvez certos poderes invisíveis – lhe dizem quando seu povo deve dar início à sementeira. Elas também lhe indicam quando devem começar as cerimônias para os rituais, os sacrifícios e, quem sabe, também os cantos e danças que granjearão para os homens o concurso dos deuses, e lhes permitirão produzir seu alimento e se precaver contra qualquer espécie de perigo.

Esse cronômetro natural, além de computar o tempo, direcionava os povos às práticas da sementeira e contribuía com as cerimônias religiosas.

Elias (1998) relata que os movimentos dos corpos celestes (Sol, Lua e estrelas) foram historicamente considerados como os instrumentos mais antigos de medição de tempo, já que nossos ancestrais, utilizavam o sono como o que conhecemos por noite, a de Lua quando nos referimos a mês, e por fim, a colheita ou sementeira quando falaríamos ano.

4.3 O tempo na Pré-História

Aqui serão relatados como os povos primitivos depreendiam questões voltadas sobre o tempo como forma de organizar o suprimento das necessidades cotidianas.

Whitrow (1993) relata que no período Paleolítico, ou Idade da Pedra Lascada (c. 5 milhões-3000 a.C.), as marcas encontradas nas paredes das cavernas estavam relacionadas aos astros e aos calendários. Ainda expõe que nesse mesmo período, os homens começaram a praticar rituais sazonais a partir do momento que perceberam que em determinadas épocas do ano, animais e plantas são menos prolíficos que em outras. Para Eves (2011), de acordo com o modo de vida que levavam, nesse período histórico, eles não tinham tempo para ponderar questões de filosofia e ciência, desse modo, não constam avanços científicos relacionados à matemática. Boyer (1974) e Smith (1958) salientam que nos primeiros tempos da raça humana, o homem passou a ter noções primitivas relacionadas aos conceitos de grandeza, números e formas como parte da sua vida diária, por exemplo, ao

perceber a dissemelhança entre a forma arredondada da Lua e a forma retilínea de um pinheiro.

No Egito Antigo (3100 a.C.), segundo registros históricos, esse período foi marcado por eventos de cunho natural e social, causados pela utilização do rio Nilo que tinha como objetivo suprir as necessidades humanas dos egípcios.

Segundo Whitrow (2005, p. 20):

No Egito, onde tudo dependia do Nilo, a coroação de um novo faraó era programada para coincidir com a subida do rio, no início do verão, ou com o recuo das águas, no outono, quando os campos fertilizados estavam prontos para serem semeados.

Por meio do movimento do rio Nilo, os egípcios desempenharam ações que contribuíram para o desenvolvimento da matemática, que estava relacionada a uma ciência prática ligada à agricultura e à engenharia as quais necessitavam da aritmética (distribuição de alimentos) e da mensuração (divisão de terras e da instituição de práticas financeiras para a arrecadação de taxas). Segundo Boyer (1974), podemos atribuir aos egípcios a autoria da criação de um sistema de numeração hieroglífica de base dez. Tal sistema, por sua vez, contribuiu para o processo de contagem e de medição desta civilização, por exemplo, a construção das pirâmides. Smith (1958) e Eves (2011) retratam que o controle das inundações do rio Nilo fez com que os egípcios transformassem as terras em regiões agricultáveis ricas para o plantio e posterior colheita. Quanto a divisão destas terras, para Cajori (2007), isso só foi possível graças ao cálculo de áreas de figuras poligonais e não poligonais por eles descobertos.

Os egípcios, além de desenvolverem a matemática, importavam-se com as questões religiosas. Quanto a esse aspecto, Whitrow (1993) afirma que os egípcios acreditavam em deuses criadores de um mundo imutável. Tal crença contribuiu para que eles não concebessem o tempo direcionado para o passado e para o futuro. Contudo, isso não foi empecilho para que contribuíssem com a ciência do tempo. Segundo Whitrow (2005, p. 20), “os primeiros calendários tendiam a associar-se basicamente à religião, pois era importante para que festividades e sacrifícios fossem celebrados em datas fixas”.

A partir desses calendários religiosos, os egípcios criaram outro tipo de calendário. Dessa vez, foi criado o ano civil. Segundo Whitrow (1993, p. 41):

O ano civil era dividido em três “estações” convencionais – chamadas tempo da inundação, tempo da semeadura e tempo da colheita – e cada uma delas era dividida em quatro meses, evidentemente também convencionais e sem conexão com a Lua.

Para Whitrow (1993), esse calendário egípcio faz referência ao que usufruímos nos dias atuais. É interessante ressaltar que atualmente o calendário se associa não apenas às questões religiosas e sociais, mas também com as econômicas e culturais. No Brasil, por exemplo, em relação ao período da safra dos alimentos que interfere na economia do país e o carnaval que é comemorado por diversas culturas. E por fim, as diversas datas comemorativas, sendo algumas nacionais, regionais e internacionais.

Como já apresentado anteriormente, um dos métodos utilizados pelos povos para medir o tempo era por meio dos fenômenos naturais. Os egípcios também utilizavam o Sol para esse fim.

Whitrow (1993, p. 41) afirma que:

Num país de céu quase sem nuvens, como o Egito, a observação do Sol era um útil recurso para determinar os momentos do dia, de modo que não surpreende que o mais antigo relógio solar conhecido tenha sido encontrado ali.

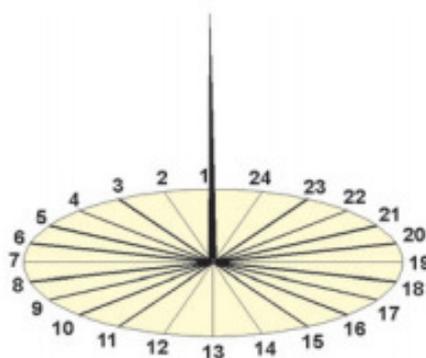
Os relógios de Sol³ foram considerados instrumentos de medida de tempo. Segundo Whitrow (1993), o primeiro relógio de Sol, de acordo com os registros históricos, foi criado pelos egípcios e denominado de *gnomon* (artefato representado por uma vara cravada verticalmente ao chão). Eles observaram o movimento da sombra projetada pela vareta, com isso, fizeram algumas marcações no chão, que representavam as horas.

Além do *gnomon*, existiram outros tipos de relógio de Sol, por exemplo, o equatorial.

³ Para maiores informações sobre o relógio de Sol, acesse: <http://www.oba.org.br/site/>

Para Canalle e Coelho (2009), os relógios solares poderiam ser construídos de diversas maneiras, como é o caso do relógio de Sol equatorial, que pode ser observado na figura 1.

Figura 1 – Relógio de Sol Equatorial



Fonte: Canalle e Coelho (2009, p.73)

No relógio de Sol equatorial, o disco com as horas está sempre paralelo ao plano do equador terrestre e o ponteiro fica sempre paralelo ao eixo de rotação terrestre.

Segundo Hogben (1970, p. 64):

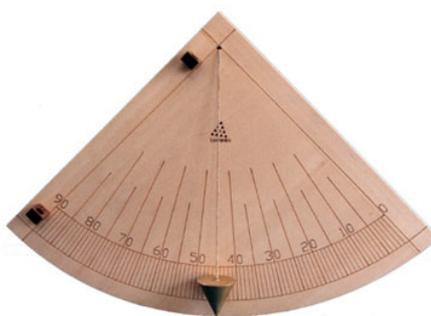
A grande antiguidade da maneira simples de se traçar um ângulo de 60° , permite que imaginemos a razão da escolha da hora como unidade de tempo. A divisão do dia de trabalho, pela direção da sombra solar, em intervalos não separados por nenhum fenômeno natural, depende da escolha de uma unidade angular com que se possa calibrar o relógio de sombra. Em uma hora, a esfera celeste (ou a Terra, como dizemos nós) descreve, em torno de seu eixo, um ângulo de $360^\circ:24 = 15^\circ$.

Esse ângulo de 15° representa, desse modo, o arco descrito pelo Sol em torno do eixo celeste, no intervalo de uma hora. A criação desse instrumento de medição do tempo propiciou ao homem compreender o tempo não apenas se referindo à divisão do dia e da noite, mas sim com uma unidade de tempo menor, a hora.

Após a criação do *gnomon*, segundo Whitrow (1993), os egípcios criaram outro tipo de relógio de Sol que foi utilizado pelo faraó Tutmés III, no caso, o

quadrante solar. Esse instrumento de medida de tempo não utilizava o comprimento da sombra como o anterior, mas sim a direção em que o Sol ocupava. Mas mesmo inventando esse instrumento, os egípcios estavam distantes para compreender as sutilezas envolvidas na construção do mesmo, uma vez que necessitava ser calibrado para as latitudes dos diferentes lugares em que seria usado. Apresentamos esse instrumento na figura 2.

Figura 2 – Quadrante Solar



Fonte: <http://www.mustshop.it/prodotto.asp?idart=857>, acesso em 25/05/2017.

Esses relógios de Sol eram utilizados para suprir as necessidades dos egípcios em suas atividades durante a luz do dia. Concordamos com Contador (2012) que, esses tipos de relógios apresentavam certa inconveniência, já que só funcionavam com a presença do Sol. Mediante essa circunstância, para medir o tempo no período noturno, os egípcios tiveram que criar outro tipo de relógio. Assim, Whitrow afirma que:

Para ter um meio de medir o tempo durante a noite, os egípcios inventaram também o relógio de água, ou “clepsidra”, como os gregos posteriormente o denominariam. Foram desenvolvidos dois tipos principais, em que a água fluía para fora ou para dentro, respectivamente, de um vaso graduado. Os relógios em que a água fluía para dentro eram geralmente cilíndricos e os outros tinham a forma de um cone invertido, com um pequeno buraco na base ou perto dela, sendo a hora indicada pelo nível da água (1993, p.42).

A necessidade do homem em medir o tempo o fez criar novos instrumentos. Esses por sua vez, evoluíram com o passar do tempo devido às limitações que tinham quanto ao seu uso, no caso, a clepsidra que é criada para suprir a limitação

do relógio de Sol que não podia ser utilizado no período noturno, como afirmado anteriormente. Outro fator que ressaltamos é que a partir da unidade de tempo “hora”, descoberta pelos egípcios ao construir o relógio de Sol, é que foi possível medir o tempo na clepsidra também com essa mesma unidade.

A seguir, apresentamos ilustrações (figuras 3 e 4) de dois relógios de água, sendo um em formato cônico e o outro em formato cilíndrico.

Figura 3 – Relógio de Água (em formato cônico)



Fonte: <http://www.mundodosrelogios.com/tiposrelogios.htm>, acesso em 25/05/2017

Figura 4 – Relógio de Água (em formato cilíndrico)



Fonte: <http://www.vocesabia.net/ciencia/o-que-e-uma-clepsidra/>, acesso em 25/05/2017

Em relação à medição das horas pelas clepsidras, Whitrow (1993) relata que os egípcios controlavam a velocidade do fluxo da água, uma vez que perceberam que a sua vazão variava conforme o volume de água colocada dentro do recipiente superior da clepsidra e de sua forma. Tal situação ocorre uma vez que, com o escoamento da água, à medida que o seu nível abaixa, a pressão também se reduz, desse modo, conseqüentemente era diminuída a sua vazão, prejudicando então a medição do tempo.

A partir do conhecimento do funcionamento desses instrumentos de medida de tempo, observamos que os egípcios contribuíram consideravelmente para a organização de suas tarefas, levando em consideração que essas criações surgiram com o propósito de cultivo ou plantio, hora de começar a trabalhar e hora de parar.

Além disso, Whitrow (1993) salienta que a divisão do dia em 24 horas na qual conhecemos surge no Egito Antigo, pelo fato de dividirem a noite em 12 horas e o dia também. Por causa disso, o modo de vida que levamos é influenciado pelo conhecimento desse povo.

Os babilônios como os egípcios, também dependiam do tempo para a realização das atividades cotidianas, de plantio e colheita dos alimentos, como do cuidado com a agricultura.

Para Roque (2012), os babilônios utilizaram a escrita não apenas para registrar quantidades dos rebanhos, mas também para os insumos relacionados à sobrevivência, e sobretudo, para a organização da vida em sociedade. Foi um período marcado pelo surgimento da matemática agrária e comercial.

Com a expansão do comércio, a matemática passou a ser vista como necessária para o controle da economia e das cobranças para fins lucrativos. A respeito disso, Cajori (2007) retrata que as exigências do comércio fizeram com que os babilônios desenvolvessem uma nova classe, no caso, a dos escribas. Estes, por sua vez, recebiam instruções quanto a escrita e a matemática (aritmética, equações do 2º grau, ligadas a aplicações práticas). Para Boyer (1974), outros cálculos foram descobertos por essa civilização, como a adição e multiplicação de números decimais, fato que contribuiu, substancialmente, para o desenvolvimento da matemática.

Ainda sobre medida, Eves (2011) complementa que a geometria também assumiu um papel fundamental na vida dos babilônios pelo fato de se relacionar com mensuração prática de terras que eram vendidas e com o cálculo da área do retângulo, da área do triângulo retângulo e isósceles, entre outras.

Os babilônios também observavam os astros no céu para medirem o tempo. A respeito disso, Whitrow destaca que:

Os céus eram estudados não só em busca de presságios, mas também com interesse no calendário. A base do calendário babilônico parece ter sido sempre lunar. O mês tinha início quando o novo crescente lunar voltava a se tornar visível pela primeira vez após o pôr-do-sol. Conseqüentemente, o dia babilônico começava ao anoitecer. Um mês lunar assim definido devia conter um número inteiro de dias, mas por vezes eram 29 e por vezes 30. Para resolver esse problema, era preciso investigar o movimento do Sol [...], mas as investigações mais detalhadas referiam-se à Lua, já que ela era a base do calendário (1993, p. 46).

Podemos dizer, então, que as civilizações antigas (egípcias e babilônicas) utilizavam os corpos celestes como instrumentos de medição de tempo, entretanto, cada uma a princípio criou sua própria forma, por exemplo, os babilônios que consideravam o início do dia após o pôr-do-sol.

Outra característica marcante dos babilônios relaciona-se com a divisão do círculo. Whitrow ressalta que:

A invenção do zodíaco, o cinturão à volta do céu em que se situam o Sol, a Lua e os planetas, ocorreu também nessa época. Sabe-se que os 12 signos zodiacais, todos com a mesma duração de 30 dias, já estavam em uso logo após 500 a.C. Essa divisão do céu acabou por ser estendida à divisão do círculo, levando assim ao costume que hoje temos de dividir o ângulo completo (bidimensional) em torno de um ponto em 360 graus (1993, p. 46).

Ao observarmos a figura seguinte, podemos ter a noção da representação da divisão do círculo no céu formado pelas constelações.

Figura 5 – Zodíaco



Fonte: <http://www.consultarcpfgratisbr.com/compreender-saber-sobre-signos-do-zodiaco-ano-mes-dia-data-hora-certa/>, acesso em 25/05/2017

Devido essa criação, podemos dizer que a compreensão que temos em relação à medida de um ângulo de uma volta completa, deve-se a essa civilização. Outra influência para nós e os judeus, trata-se da quantidade de dias em uma semana. Contador afirma que:

As quatro fases da Lua se completam em 28 dias, durando cada uma delas 7 dias, outra influência divina, é exatamente o resultado de 3 + 4, daí a escolha de 7 dias para a semana. O número 7 ou número da plenitude, pois era o resultado da junção do número divino com o número humano, teve seu lugar de destaque entre vários povos, como os persas, babilônios, chineses, caldeus, egípcios etc. (2012, p. 55).

Contador (2012) relata o significado desses números, sendo o 3 considerado divino por representar a qualidade da divindade, sendo três os lados do triângulo que estavam relacionados a deuses. Já o número 4, era considerado humano, uma vez que estava relacionado aos elementos fundamentais (água, ar, fogo e terra). O costume de considerar a semana com 7 dias, segundo Whitrow (1993), vai sendo adotado no mundo com o passar do tempo.

4.4 O tempo na Antiguidade Clássica

Nesse tópico abordaremos como os povos compreendiam as questões acerca do tempo na Antiguidade Clássica⁴ (século VIII a.E.C. e a queda do Império Romano do Ocidente no século V).

Roque (2012) ressalta que não existem registros históricos confiáveis a ponto de estabelecerem a transição da matemática egípcia e babilônica para a grega. Entretanto, dentre os livros de história da matemática lidos, percebemos que esse período foi marcado por um grande avanço no ensino, inclusive na matemática enquanto ciência.

O desenvolvimento da matemática, desse modo, segundo Smith (1958), ocorreu a partir do momento em que os filósofos começaram a estudá-la, para solucionar problemas relacionados ao seu cotidiano.

Além da matemática, os filósofos também demonstraram interesse em estudar o tempo. Este, por sua vez, foi concebido de diversas maneiras, uma vez que cada filósofo passou a defini-lo conforme a sua crença, como podemos observar no quadro 22.

Quadro 22 – A concepção de tempo segundo alguns filósofos da Antiguidade Clássica

Anaximandro (610 a.C. – 547 a.C.)	O tempo era concebido como um juiz, uma vez que todas as coisas criadas, deveriam morrer, compensando-se umas às outras por sua injustiça, de acordo com a sentença do Tempo.
Pitágoras (582 a.C. – 497 a.C.)	O tempo era a “alma” ou os elementos procriativos, do universo.
Parmênides (530 a.C. – 460 a.C.)	O tempo não pode pertencer a nada que seja verdadeiramente real, pois tempo e mudança, implicam que uma mesma coisa, pode possuir propriedades contraditórias, por exemplo, quente e fria, dependendo do

⁴ Termo utilizado por Whitrow (1993, p. 52).

	tempo.
Platão (427 a.C. – 347 a.C.)	O tempo é produzido pelas revoluções da esfera celeste, sendo ele indissociável ao universo, uma vez que um era essencial ao outro.
Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.)	O tempo pode ser encarado como um processo de contagem associado com nossa percepção do “antes” e do “depois” no movimento e na mudança. A relação entre tempo e mudança é recíproca: sem mudança o tempo não poderia ocorrer.

Fonte: Adaptado de Whitrow (1993)

Ainda com relação aos gregos, além dos grandes filósofos, Whitrow (1993) salienta que várias cidades gregas possuíam o seu próprio calendário. Esse, era lunissolar (meses medidos de acordo com as fases da Lua, mas que tinha uma correspondência com o Sol), já que grande parte das festas religiosas gregas ocorriam na fase da Lua Cheia, sempre no momento certo do ano, por estar relacionada à agricultura. Saito (2015) complementa que a astronomia também era útil para as navegações e para as artes militares na civilização grega.

Os gregos utilizaram alguns instrumentos de medição de tempo assim como os egípcios. A saber, Whitrow (1993) relata que os gregos também fizeram uso dos relógios de Sol (*gnomons*) e dos relógios de água (*clepsidras*).

Whitrow (1993) afirma que no Israel Antigo (por volta de 1209 a.C.) o povo hebreu tinha a sua forma de conceber o tempo, desse modo, sofreu forte influência dos babilônios e sumérios com relação à medição do tempo. Por essa razão, o calendário baseava-se na Lua. Quando a Lua Crescente se tornava visível, os hebreus davam início ao mês chamado de hebraico. Além da Lua Crescente, a Lua Cheia e a Lua Nova tinham grande significação para as festas religiosas. Enquanto os fariseus utilizavam o ano lunar, os saduceus aderiam ao ano lunissolar, o mesmo adotado pelos gregos.

A Roma Imperial (3500 a.C. – 476 d.C.) foi o período em que se originou o cristianismo. Para a maior parte dos gregos e romanos, o tempo era dominado pelo

presente e passado; já para o cristianismo a atenção do homem era dirigida para o futuro, levando-se em consideração que segundo Whitrow (1993, p. 81), “o tempo, para os cristãos, começaria com a Criação e terminaria com a Segunda Vinda de Cristo. A história do mundo era limitada por esses dois eventos”.

Nesse período, da Roma Imperial, também podemos mencionar alguns instrumentos de medição de tempo utilizados pelos romanos. Segundo Whitrow (1993, p. 81):

O primeiro quadrante solar de Roma – trazido da Sicília em 263 a.C., durante a primeira guerra púnica, e erigido no Fórum –, por exemplo, era inexato, porque indicava o tempo apropriado a seu local de origem, mais de quatro graus ao sul. Só em 164 a.C., quase um século depois, construiu-se um quadrante solar público adequado à latitude de Roma. Em 158 a.C., uma clepsidra pública foi erguida em Roma por Cipião Nasica. A introdução de relógios nos tribunais romanos, segundo o costume grego, levou alguns advogados inescrupulosos a subornarem o encarregado pela clepsidra para que regulasse o suprimento de água em seu favor. Por meio de César, ficamos sabendo que usavam relógios de água em acampamentos militares para medir o tempo das sentinelas noturnas. Segundo São Marcos (13:35), estas eram quatro, marcadas pelo anoitecer, a meia-noite, o canto do galo e a manhã.

Os romanos também faziam uso dos instrumentos de medição de tempo para suas atividades cotidianas, apesar de alguns serem utilizados a fim de contribuir para a disseminação da corrupção, por exemplo, como citado, os advogados que queriam ser beneficiados nas sentenças jurídicas, subornavam o guardião da clepsidra para que controlasse a vazão da água, desse modo, adquiriam mais tempo para a defesa ou acusação nas sentenças.

Por conseguinte, o relógio passou a ser visto como símbolo de *status* para aqueles que o possuía. Whitrow (1993) afirma que os membros ricos pertencentes às classes mais altas tinham clepsidras particulares que eram cuidadas por escravos escolhidos a dedo, que deveriam controlar o seu tempo de acordo com as atividades que desempenhavam durante o dia todo.

O nosso calendário atual sofreu influências desse período, imposto por Júlio César em 1º de janeiro de 45 a.C. Segundo Whitrow (1993, p. 82):

César aboliu também o ano lunar e o mês intercalar e baseou seu calendário inteiramente no Sol. Fixou o verdadeiro ano em 365 dias e 1/4 e introduziu o ano bissexto de 366 dias de quatro em quatro anos, o ano civil comum compondo-se de 365 dias. Estabeleceu que janeiro, março, maio, julho,

setembro e novembro teriam todos 31 dias e os demais 30, exceto fevereiro, que normalmente teria 29 dias e, nos anos bissextos, 30.

Desse episódio é que hoje consideramos o ano bissexto ocorrer de 4 em 4 anos e meses terem 29, 30 ou 31 dias. A necessidade de estipular uma quantidade certa de dias para os meses surgiu devido a existência de abuso político. Whitrow (1993) alega que antes da duração dos meses terem uma regra específica, a maior parte dos governantes prolongava os dias a fim de estenderem seus mandatos ou quando interessados em elegerem-se novamente, poderiam apressar a eleição.

E de onde vem a ideia de considerar o domingo como o primeiro dia da semana?

Whitrow relata que:

Os cristãos, dada a origem judaica de sua religião, de início aderiram à semana judaica de sete dias, que, exceto o sabá, eram numerados, mas não nomeados. Acabaram, contudo, por ser influenciados pelas crenças astrológicas de convertidos do paganismo e adotaram a semana planetária. A semana planetária foi oficialmente adotada em 321 d.C., pelo imperador Constantino, que seguiu também a prática cristã de considerar o domingo, em vez do sábado, como o primeiro dia da semana (1993, p. 85).

Por meio do exposto, podemos dizer que esse período trouxe grandes influências no nosso modo de vida, quando nos referimos à forma como conhecemos a “semana” bem como pela quantidade de dias que é composta.

Os romanos também contribuíram com o desenvolvimento de uma matemática prática. Para Cajori (2007), a matemática dos romanos não veio apenas dos gregos, mas oriunda de fontes bem mais antigas. Contudo, de onde e como se originou é motivo de dúvida.

Segundo Saito (2015, p. 109):

As matemáticas práticas referiam-se ao conhecimento matemático utilizado pelos contadores, arquitetos, agrimensores etc. para resolver problemas de ordem prática. Elas interessavam aos romanos, principalmente às elites, para administrar suas propriedades e bens e para realizar transações comerciais.

Os romanos, com isso, criaram aplicações de uma matemática transmitida e ensinada por aqueles que exerciam um determinado ofício como arquiteto, construtor, contador, entre outros.

4.5 O tempo na Idade Média

Discorreremos, aqui, algumas considerações a respeito de como o homem concebia as questões relacionadas ao tempo no período denominado de Idade Média (476-1492 d.C.).

Na Europa Medieval, Whitrow (1993) relata que o número 4 era visto como precioso por se relacionar com os seguintes fenômenos naturais: as quatro estações (primavera, verão, outono e inverno) e os quatro pontos cardeais (norte, sul, leste e oeste).

Outra característica do número 4, segundo Whitrow (1993) foi continuar atribuindo-lhe grande significação, uma vez que era utilizado para representar os pratos servidos em um jantar de peixe para o amo e seus respectivos hóspedes. Desse jantar, os pratos servidos eram associados aos nomes das quatro estações que conhecemos, conforme cita Whitrow (1993). O significado de cada uma delas é apresentado no quadro 23:

Quadro 23 – O significado das Quatro Estações

Estação	Significado
Primavera	Ao ser servido o primeiro prato, os convidados contemplavam a representação de um jovem galante, de pé sobre uma nuvem (simbolizando o “ar”) no início da primavera (associada ao humor sanguíneo).
Verão	Enquanto o segundo prato era servido, a representação de um guerreiro era contemplada pelos convidados, em meio ao fogo (associado ao verão e ao humor colérico).
Outono	O terceiro prato ao ser servido, fazia com que os convidados fossem confrontados ao visualizarem a forma de um homem com uma foice na mão, de pé num rio (significando água e humor fleumático associado ao outono e a época da colheita).
Inverno	Esse quarto prato, ao ser servido, representava o inverno na forma de um homem com os cabelos grisalhos, fraco e velho, sentado sobre a pedra fria e dura (significando o elemento “terra” e o humor melancólico).

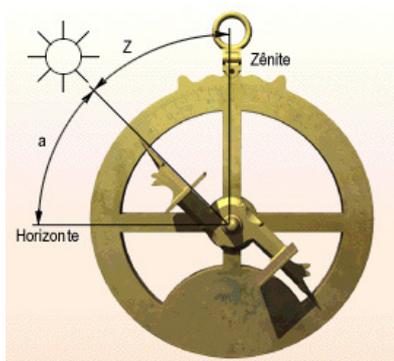
Fonte: Adaptado de Whitrow (1993)

Whitrow (1993) relata que a cada prato servido, os convidados vislumbravam neles os quatro serviços do festim relacionados à sua própria vida.

Nesse período, Whitrow (1993) salienta que a astronomia era vista com bastante interesse pelos homens, uma vez que contribuía para o controle dos eventos terrestres. O instrumento utilizado para esse fim foi o astrolábio.

Observa-se, a seguir, um modelo desse instrumento de medição de tempo.

Figura 6 – Astrolábio



Fonte: <http://www.efecade.com.br/astrolabio-para-que-servia/>

Para Whitrow, o astrolábio:

Consistia de uma placa circular de metal (em geral bronze) com a borda graduada. Era marcada com uma linha de referência (ou diâmetro) e articulada a seu centro havia uma linha giratória (ou ponteiro). Modelos portáteis podiam ser pendurados num aro preso à borda, de tal modo que a linha de referência ficava na horizontal. Dirigindo o ponteiro para uma estrela específica, podia-se ler sua altitude a partir da escala da borda com precisão de cerca de um grau. Para qualquer latitude dada, a estrela Polar tem de fato uma altitude constante e as outras parecem girar à sua volta em decorrência da rotação diária da Terra. Na frente do astrolábio havia uma fina placa (o tímpano), onde estava gravada uma projeção estereográfica das linhas de altitude e azimute (distância angular ao longo do horizonte), como se apresentariam a um observador numa determinada latitude. Um mapa das estrelas com interstícios em projeção estereográfica (conhecido como *rete*) ficava em frente ao tímpano e podia ser girado com a mão sobre as linhas de altitude e azimute (1993, p. 94).

De acordo com Whitrow (1993), o astrolábio era utilizado para determinar a hora precisa do dia ou da noite por meio da observação da altura do Sol ou de uma das estrelas. Esse instrumento teve origem no mundo islâmico.

A Idade Média (476-1492 d.C.) foi um período marcado pela grande dificuldade na medição do tempo. Whitrow (1993) relata que isso ocorria porque os homens não estavam bem equipados para medir o tempo, uma vez que possuir um

relógio de água custava caro e pelo fato de que em diversas regiões da Europa, os quadrantes solares eram inadequados devido a grande frequência de céu nublado. Além disso, as igrejas eram as principais interessadas pela divisão e medição do tempo por causa da instituição dos registros paroquiais com a indicação das datas de nascimento das pessoas.

Outra curiosidade desse período, quanto à medição do tempo, foi em relação ao ofício dos ferreiros. A respeito disso, Whitrow (1993, p. 103) afirma que:

O desenvolvimento e a elaboração de armadura de metal para a proteção na guerra e nos torneios deu considerável impulso ao ofício de ferreiro. Isto estava fadado a ter particular importância para a medição do tempo, porque o ferreiro foi o precursor dos construtores do primeiro relógio mecânico.

Com isso, observamos que esse novo ofício, se tornaria primordial para a sociedade em relação a fabricação de instrumentos de medição do tempo, uma vez que o primeiro relógio mecânico estava por vir.

Outro marco da Idade Média, para Joseph (2002), foi o surgimento das Artes Liberais que compunham o *trivium* e o *quadrivium*.

Para Saito (2015, p. 38):

O *trivium* era composto por três disciplinas, gramática, lógica e retórica, e o *quadrivium*, por quatro, aritmética, geometria, música e astronomia. Essas disciplinas compunham o que passou a ser conhecido por “sete artes liberais” e opunham-se às outras artes servis.

Com relação às disciplinas, Joseph (2002) salienta que o *trivium*, por sua vez, era considerado como as três artes da linguagem pertinentes à mente, enquanto, que o *quadrivium* era considerado como as quatro artes da quantidade pertinentes à matéria. Além disso, tais artes, formavam a base tradicional da educação, cada uma constituindo um campo do conhecimento.

Para compreendermos a estrutura do *trivium* e do *quadrivium*, elaboramos os quadros 24 e 25.

Quadro 24 – O Trivium

Lógica	Gramática	Retórica
Arte de pensar.	Arte de inventar e combinar símbolos.	Arte de comunicar.

Fonte: Adaptado de Joseph (2002)

Quadro 25 – O Quadrivium

Aritmética	Geometria	Astronomia	Música
Ciência dos números: prática de realizar cálculos e cálculos para resolver problemas do cotidiano.	Ciência das figuras: designa o que conhecemos por geometria plana.	Ciência dos sólidos em movimento: calculava a posição dos astros e investigava a natureza do movimento celeste.	Ciência das proporções e razões: investigava o movimento sonoro relacionado à audição.

Fonte: Adaptado de Saito (2015)

Como complemento às informações apresentadas no quadro 25, Saito (2015, p. 123) afirma que “todas as disciplinas do *quadrivium* (aritmética, música, geometria e astronomia) foram cultivadas pelos medievais cristãos”. Tais disciplinas, serviam ao homem como um recurso prático e utilitário como, por exemplo, a aritmética que era usada para as transações comerciais.

E, por fim, cabe ressaltar que em relação à matemática, quanto às preocupações dos romanos em aprendê-la, Eves (2011, p. 289) relata que eles “nunca tiveram inclinação para a matemática abstrata; ao contrário, somente os aspectos práticos da matemática, ligados ao comércio e à engenharia civil, lhes interessavam”.

4.6 O tempo no Mundo Moderno

Apresentaremos algumas considerações a respeito da criação das ampulhetas e dos relógios mecânicos que foram criadas no período histórico denominado Mundo Moderno (século XIV em diante).

Whitrow (1993) relata que no início do século XIII, as clepsidras em regiões frias deixavam de funcionar, já que a água congelava e, desse modo, impedia a vazão da mesma de um recipiente para o outro. A desvantagem em utilizar esse tipo de instrumento de medição de tempo levou o homem a criar outro tipo de relógio. Por conseguinte, as ampulhetas ou relógios de areia foram criados no século XIV.

Segundo Whitrow (1993), as ampulhetas foram instrumentos de medição de períodos curtos e foram usadas nas embarcações para medir o período de vigiância dos marinheiros que ficavam responsáveis em manuseá-la. Entretanto, assim que foram criadas, o homem percebeu que ao servirem para a medição de períodos curtos, mostravam certas desvantagens em relação ao seu uso. Além disso, Whitrow (1993) destaca que as ampulhetas não mediam o tempo de forma precisa, uma vez que a pessoa que ficava responsável em manuseá-la muitas das vezes por distração ou por sono, esquecia de virar a ampulheta para medir um novo período de tempo. Tal situação passava a ser vista como outra desvantagem em sua utilização.

A partir das desvantagens percebidas pelo homem nas ampulhetas, o mesmo compreende a necessidade de criar outro instrumento de medição de tempo que viesse suprir as falhas apresentadas pelo anterior. Desse modo, são criados os relógios mecânicos. Todavia, há registros históricos que afirmam que os relógios mecânicos podem ter sido criados para suprimento de outras necessidades.

Segundo Whitrow (1993, p. 120):

É provável que o estímulo para o desenvolvimento do relógio mecânico tenha nascido em boa parte das necessidades vividas nos mosteiros medievais, em que a pontualidade era uma virtude rigorosamente prescrita e o atraso na chegada a um serviço divino ou a uma refeição era punido. Tal exigência de pontualidade não se devia a nenhum desejo de “poupar tempo” – era para ajudar a manter a disciplina da vida monástica que a regulação estrita do tempo era necessária.

O homem, por conseguinte, devido as questões de pontualidade e de precisão, recorre à utilização de um relógio que lhe forneça tais características. Nos mosteiros, os monges, tendo em vista a disciplina, necessitavam se organizar em relação ao tempo despendido em suas atividades. Whitrow (1993) afirma que a Igreja foi responsável pela criação do relógio mecânico que era conhecido apenas por pessoas a ela ligadas (que conheciam a matemática de rodas dentadas

concatenadas em maquinismos astronômicos), ou seja, aquelas com alto nível de instrução.

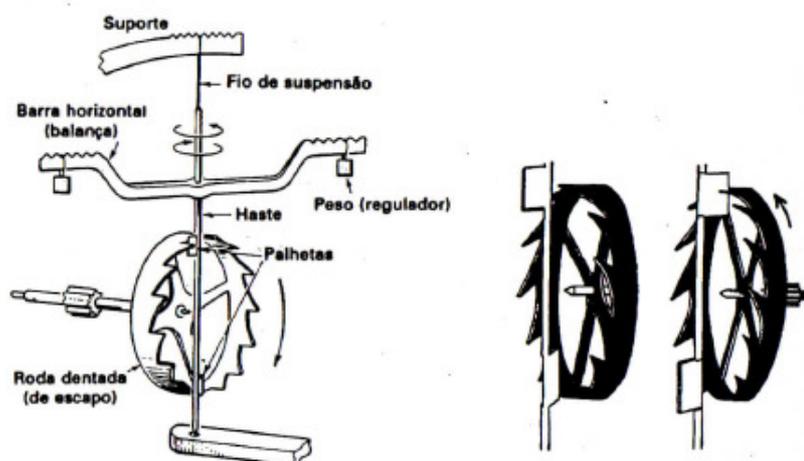
Podemos deduzir que os relógios mecânicos, *a priori*, contemplaram uma pequena parcela da população, já que nem todas as pessoas eram formadas pelas igrejas.

O relógio mecânico passa a ser utilizado a partir do momento que o homem cria o escape de haste e folha. Para Whitrow (1993, p. 121):

O invento decisivo para tornar possível o relógio mecânico foi o escape de “haste e folha”, uma barra horizontal, ou “folha”, tinha como pivô, em seu centro, uma haste ou pino em que havia duas palhetas ou flanges. Estas engatavam-se numa roda dentada (acionada por um peso pendurado a um tambor) que empurrava a haste primeiro numa direção e depois na outra, fazendo a folha oscilar. A cada oscilação da folha, a roda avançava, ou “escapava”, libertando um dente. A folha tinha sobre ela dois pesos (reguladores), um de cada lado, e era possível ajustar a velocidade da oscilação mudando os pesos ou a distância a que ficavam da haste. O sistema envolvia também um mecanismo para contar as oscilações.

O escape de haste e folha foi primordial para que o relógio mecânico viesse a funcionar. A seguir, o modelo do escape de haste e folha.

Figura 7 – Escape de haste e folha



Fonte: Whitrow (1993, p.121)

Whitrow (1993) relata que grande parte dos relógios mecânicos deixaram de ser colocados em igrejas e serviram como relógios públicos. Para a sociedade,

esses relógios eram tidos como úteis, pois enquanto os sinos das igrejas anunciavam o momento das atividades religiosas, o relógio comunal era tido como um instrumento secular, que servia para indicar as horas para a sociedade. Tal fato aconteceu por volta do século XIV.

Os relógios mecânicos passaram a ter grande influência social. Prova disso, é o fato da sua inserção na sociedade permitir a adoção da hora em 60 minutos. Whitrow (1993, p. 126) afirma que:

A hora uniforme de 60 minutos logo tendeu a substituir o dia como unidade básica de trabalho na indústria têxtil. Em 1335, por exemplo, o governante de Artois autorizou os habitantes de Aire-sur-la-Lys a construir um campanário cujo sino marcaria as horas de trabalho dos operários têxteis. O problema da duração da jornada de trabalho era de particular importância nesse ramo da indústria, em que os salários representavam parte considerável dos custos de produção.

Pelo exposto acima, podemos afirmar que o tempo, como já dito anteriormente, influencia a jornada de trabalho dos operários, seus salários e a produção das indústrias. Ainda a respeito disso, Whitrow relata que:

Esse importante desenvolvimento, que teve início nas cidades, foi estimulado pela classe mercantil e o surgimento de uma economia monetária. Enquanto o poder se concentrou na posse de terras, o tempo era vivido como abundante, sendo fundamentalmente associado com o ciclo inalterável do solo. Com a crescente circulação de dinheiro e a organização de redes comerciais, entretanto, a ênfase deslocou-se para a mobilidade. O tempo já não era associado apenas a cataclismos e festividades, mas à vida diária. Muitas das classes médias não tardaram a perceber que “tempo é dinheiro”, devendo, portanto, ser cuidadosamente regulado e usado com economia (1993, p. 128).

O tempo, desse modo, passou a ser associado ao capitalismo financeiro e tornou-se um fator econômico, uma vez que as pessoas da classe média começaram a se beneficiar dele, como é o caso dos comerciantes.

Apesar do relógio mecânico controlar o tempo em que as pessoas levavam para realizar suas atividades diárias, Whitrow (1993) afirma que os primeiros relógios criados além de serem muito grandes, eram pesados, fato que dificultava o seu transporte. Por causa disso, o homem cria novos mecanismos: os relógios domésticos e os de algibeira (relógio de bolso). Esses, por sua vez, eram menores e mais fáceis de serem transportados.

A seguir, apresentamos um modelo do relógio de algibeira.

Figura 8 – Relógio de Algibeira



Fonte: <https://br.pinterest.com/explore/rel%C3%B3gios-de-bolso/>, acesso em 03/06/2017.

Ainda a respeito da aquisição desses novos mecanismos, Whitrow afirma:

Como os relógios de algibeira foram por muito tempo um brinquedo de gente rica, não surpreende que, com frequência, as pessoas comuns ficassem profundamente perturbadas quando se deparavam com um, chegando até a tomá-los por algo maligno e perigoso (1993, p. 131).

Com isso, vemos que apenas as pessoas com maior poder econômico possuíam os relógios de algibeira, sendo elas privilegiadas por poderem observar a passagem contínua do tempo, uma vez que o relógio público utilizado pela maioria das pessoas possibilitava apenas a marcação de alguns momentos, a saber, hora em hora. Desse contexto, percebemos que o tempo medido de forma discreta já não era viável para a vida em sociedade, pois para muitas pessoas ele servia como fonte de lucros, uma vez que medi-lo de hora em hora se tornaria um prejuízo.

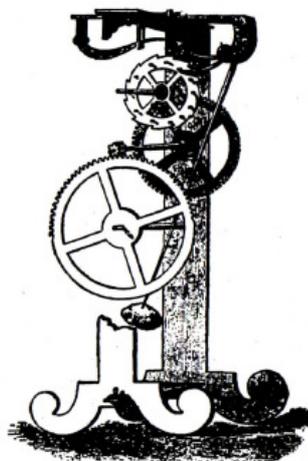
Com o passar do tempo, ou seja, em 1637, Galileu Galilei (1564-1642) cria o relógio de pêndulo. Segundo Whitrow (1993, p. 141):

Em 1637 Galileu projetou uma engrenagem acionada por um pêndulo para contar oscilações, mas o pêndulo tinha que ser controlado a mão. Em 1641, um ano antes de morrer, Galileu examinou a possibilidade do uso do próprio pêndulo como um relógio. O relógio de pêndulo de Galileu envolvia um novo tipo de escapo, superior ao tradicional tipo de haste conservado por Huygens. Cada oscilação do pêndulo empurra a roda de cima de um pino saliente para o seguinte.

O homem, então, cria o relógio de pêndulo para medir o tempo de forma mais precisa, já que os relógios precedentes não supriam tamanha necessidade. Como hipótese, uma justificativa por tal busca, a precisão na medida do tempo acontece a partir do momento que o homem o utiliza para obtenção de dinheiro.

A seguir, elucidamos o modelo do relógio de pêndulo criado por Galileu.

Figura 9 – Relógio de pêndulo de Galileu



Fonte: Whitrow (1993, p. 141)

Após a criação do relógio de pêndulo, outra estava por vir. Surge então, uma nova invenção. Whitrow (1993, p. 144) afirma que “assim como a invenção do pêndulo aperfeiçoou a medição do tempo pelos relógios de parede ou de mesa, também a invenção da mola reguladora, por volta de 1675, conferiu maior precisão aos relógios de estojo ou algibeira”.

Segundo Whitrow (1993, p. 145) afirma:

[...] a invenção de um relógio mecânico preciso teve enorme influência sobre o conceito de tempo. Pois, diversamente dos relógios que o precederam, que tendiam a operar de modo irregular, o relógio mecânico aperfeiçoado, quando adequadamente regulado, podia funcionar de modo uniforme e contínuo por anos a fio, devendo, portanto, ter reforçado muito a crença na homogeneidade e continuidade do tempo.

A conquista da maior precisão dos relógios mecânicos fez o homem avançar em relação à medição do tempo, pois, assim, fora reforçada a ideia de que o tempo se apresentava de forma contínua.

Para Whitrow (1993), a Revolução Industrial (séc. XVIII e séc. XIX) foi um período marcado por mudanças que ocorreram na Europa, como, a substituição do trabalho artesanal pelo assalariado e a substituição das ferramentas pelas máquinas, sendo estas últimas, responsáveis por realizar o trabalho em um período de tempo muito menor do que se fosse realizado pelo trabalho braçal. Eves (2011) afirma que a Revolução Industrial propiciou o progresso tecnológico, criando a necessidade de novas tecnologias, como o crescimento da produção industrial. Por exemplo, na Inglaterra a produção de ferro passou de 30.000 toneladas para 2.000.000 de toneladas, caracterizando um crescimento exorbitante.

Com todas essas mudanças, o controle da medição do tempo passou a influenciar o modo de vida das pessoas. Segundo Whitrow (1993, p. 180):

O impacto da energia a vapor sobre o modo de vida e o sentido do tempo das pessoas não se deveu apenas, entretanto, à invenção da locomotiva. A energia a vapor foi a força propulsora da revolução industrial. Os antigos tecelões que trabalhavam em suas cabanas, em teares manuais, embora muitas vezes tivessem que labutar arduamente para garantir seu sustento, pelo menos trabalhavam quando queriam. Os operários de fábrica, porém, tinham que trabalhar sempre que a máquina a vapor estivesse funcionando. Isto obrigou as pessoas a serem pontuais, com relação não apenas à hora, mas também ao minuto. O resultado é que, diferentemente de seus ancestrais, tenderam a se tornar escravos do relógio.

A ganância dos donos das fábricas, com o passar do tempo, aumentou exponencialmente. Para Whitrow (1993, p. 183) “a revolução industrial levou, contudo, à abolição geral de feriados baseados em festas religiosas porque era antieconômico manter ociosas as fábricas”. Isso contribuiu para que os trabalhadores tivessem uma jornada de trabalho cada vez mais exaustiva, levando-os a adoecer.

No século XIX, há a popularização da medição do tempo. Segundo Whitrow (1993, p. 184):

A popularização da medição do tempo que se seguiu à produção em massa de relógios de bolso baratos no século XIX acentuou a tendência à regulação cronométrica até das mais básicas funções vitais: ‘Comia-se não

quando se sentia fome, mas quando se era advertido pelo relógio; dormia-se, não quando se estava cansado, mas quando o relógio consentia”.

Percebemos que a vida das pessoas não era mais controlada da forma como queriam, mas sim pelo tempo, que era fator essencial para o controle das atividades diárias. As tarefas executadas pelos operários passaram a ser extremamente inspecionadas pelos burgueses que não se preocupavam com a saúde física nem emocional dos seus subordinados.

Com relação aos dias de hoje, as pessoas ainda continuam sendo vinculadas à medição do tempo. Isso pode ser verificado nas nossas atividades diárias as quais são planejadas para serem executadas em um certo período de tempo, ainda que incerto. Por conseguinte, podemos perceber que a história, em seus diferentes períodos, explica o quanto somos influenciados em relação ao modo de lidar com questões relacionadas ao tempo.

Ademais, quanto à padronização do tempo no mundo, se fizermos um retrocesso nos diferentes períodos históricos aqui abordados, veremos o quanto as formas de se medir o tempo evoluíram em precisão com o passar dele, uma vez que os instrumentos criados pelo homem comprovam isso, sendo que de observação dos corpos celestes no período do Egito Antigo, em pleno século XXI são criados os cronômetros digitais que medem o tempo em frações de segundos.

Com o estudo deste percurso histórico, notamos que o homem construiu diversos instrumentos de medição de tempo, estes, por sua vez, fizeram parte de uma necessidade criada por ele mesmo.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Levando em consideração o objetivo proposto dessa pesquisa que é o de investigar o movimento do pensamento de estudantes do 6º ano do ensino fundamental II a partir de uma atividade orientadora de ensino com ênfase no movimento lógico-histórico de medição de tempo, compreendemos, dentre as modalidades de pesquisa, que se trata de uma pesquisa qualitativa.

Segundo Creswell (2007, p. 35), a pesquisa qualitativa:

[...] é aquela em que o investigador sempre faz alegações de conhecimento com base principalmente ou em perspectivas construtivistas (ou seja, significados múltiplos das experiências individuais, significados social e historicamente construídos, com o objetivo de desenvolver uma teoria ou um padrão) ou em perspectivas reivindicatórias/participatórias (ou seja, políticas, orientadas para a questão; ou colaborativas, orientadas para a mudança) ou em ambas. Ela também usa estratégias de investigação como narrativas, fenomenologias, etnografias, estudos baseados em teoria ou estudos de teoria embasada na realidade. O pesquisador coleta dados emergentes abertos com o objetivo principal de desenvolver temas dos dados.

Dentro da abordagem qualitativa existem outras modalidades de pesquisas. Contudo, os procedimentos aqui descritos condizem com a pesquisa de campo e a pesquisa colaborativa.

Tozoni-Reis (2009) salienta que a pesquisa de campo é aquela em que o pesquisador vai a campo, no caso, a escola onde serão feitas por meio da atividade orientadora de ensino as coletas dos dados para posterior análise e discussão dos resultados. A escolha pela pesquisa de campo acabou sendo utilizada não somente pelo fato das atividades propostas pelo professor terem sido realizadas em sala de aula, mas também por contribuir com o desenvolvimento educacional por meio da criação de um material para subsidiar o ensino de matemática.

Optamos também por abordar a pesquisa colaborativa pelo fato da mesma contribuir significativamente com a prática do professor em sala de aula. Além disso, a professora responsável pela turma, na qual parte da pesquisa foi realizada, também pôde colaborar no desenvolvimento da AOE com os estudantes.

Segundo Ibiapina (2008, p. 55), “Os processos de pesquisa construídos colaborativamente oferecem um potencial que auxilia o pensamento teórico”. Ibiapina (2008), ainda a respeito do pensamento teórico, complementa que este se torna concreto quando a aprendizagem dos estudantes acontece por meio de processos que são constituídos de forma colaborativa, no caso, as situações desencadeadoras de aprendizagem por meio das quais os estudantes deveriam refletir em conjunto para a obtenção de uma determinada resposta.

Além de contribuir para o desenvolvimento do pensamento teórico, a pesquisa colaborativa traz outras contribuições para a educação. Segundo Ibiapina (2008, p. 20):

Dito de outra maneira, a pesquisa colaborativa proporciona condições para que os docentes reflitam sobre a sua atividade e cria situações que propiciem o questionamento de aspectos da prática profissional que preocupam os professores.

Concebemos que a pesquisa colaborativa no âmbito da didática contribui para que o professor repense sobre a sua prática pedagógica, refletindo a respeito do processo de aprendizagem dos estudantes. Ibiapina (2008) afirma que se houver essa reflexão por parte do professor, novas mudanças acontecerão no ensino, uma vez que ele passará a organizá-lo, de tal maneira que assim permita aos estudantes a apropriação do conhecimento.

A pesquisa colaborativa, desse modo, contribui para que o pesquisador e o professor desenvolvam-se profissionalmente enquanto agentes de transformação do ensino, visto que deverão se preocupar com a produção do conhecimento que possibilite aos estudantes desenvolverem o pensamento teórico por meio de uma AOE. Além disso, a colaboração dos estudantes, permite professora e pesquisador avaliarem e repensarem suas ações didáticas.

A presente pesquisa, quanto à relação entre a perspectiva histórico-cultural e a pesquisa colaborativa é profícua, ao que concerne a contribuição para que a realidade educativa melhore, já que objetivam formar o ser humano para a apropriação do conhecimento científico.

Sendo assim, as ações didáticas propostas pelo professor, ocorrem por meio das situações desencadeadoras de aprendizagem, que permitem aos estudantes participarem colaborativamente nas aulas, por meio de reflexões estabelecidas por eles (tanto de forma individual como coletiva) da construção do movimento lógico-histórico de medição do tempo realizado.

Para alcançarmos o objetivo proposto da pesquisa, é necessário estruturar a metodologia. No item 5.1 fazemos algumas considerações a respeito do contexto da escola para compreendermos o ambiente educacional dos sujeitos participantes da pesquisa. Em seguida, no item 5.2 é feito um levantamento bibliográfico para identificar se existiam pesquisas que tratam da grandeza tempo, com o mesmo enfoque que esta dissertação propõe. Já o item 5.3 destina-se a uma interface entre história e ensino de matemática que contribui para o desenvolvimento de uma Atividade Orientadora de Ensino (item 5.4) com enfoque no movimento lógico-histórico da medição do tempo (5.5) para identificar a formação do movimento do pensamento na formação do conceito de medição do tempo. O lógico-histórico de medição do tempo e os instrumentos de medidas (relógio de Sol, clepsidra e ampulheta) são utilizados como recurso didático para o desenvolvimento da AOE com o intuito de ensinar os estudantes um conhecimento historicamente produzido pelo homem sobre medição de tempo.

Após a definição do que foi realizado, analisamos os processos para a coleta dos dados. Com isso, optamos por:

- Anotação por meio de registro das respostas escritas e faladas pelos estudantes e professor;
- Registro audiovisual das aulas ministradas.

Todas as aulas foram gravadas (utilização de gravador) e filmadas (utilização de uma câmera fixada em um tripé). Essas ações permitiram que a análise da coleta de dados fosse feita de forma criteriosa.

A referência que usamos para identificação nas análises da fonte dos registros, sobre as intervenções realizadas durante o desenvolvimento da atividade orientadora de ensino é: a sigla GA refere-se à transcrição das falas dos estudantes

captadas pelas gravações de áudio. Já os registros escritos dos grupos foram identificados por G1 (Grupo 1), por exemplo. A fala do professor foi representada pela sigla FP e a dos estudantes por FE. Em relação à organização da ordem em que as gravações ocorreram, utilizaremos uma sequência de números que representará o dia em que a aula foi ministrada, por exemplo, 11082017, para 11/08/2017.

Ao utilizar trechos transcritos dos depoimentos dos estudantes, os dados numéricos foram representados pela forma de numeral. Por exemplo: 1 ao invés de um, 2 ao invés de dois.

Cabe ressaltar, que o interesse no desenvolvimento da AOE com estudantes do 6º ano, permitiu investigar as possibilidades do pensamento teórico, já que nas séries anteriores, os conteúdos na forma como foram apresentados contribuem substancialmente para a formação do pensamento empírico, como se pode analisar por meio das orientações curriculares. Entretanto, a AOE elaborada pode ser aplicada em outras séries, cabendo ao professor fazer possíveis adaptações, dependendo do público-alvo.

5.1 Contexto da escola

A escola, na qual a pesquisa foi desenvolvida, é da rede estadual de ensino e localizada na periferia de Bauru (SP).

Com 9 anos de existência, a escola atende 972 estudantes⁵. Além disso, é composta por: biblioteca, refeitório, sala de informática, sala de vídeo e quadra poliesportiva. Devido a existência de estudantes portadores de necessidades especiais, a escola adaptou seu espaço físico construindo rampas, colocando corrimão nas escadas e um elevador de acesso. Três salas de aulas foram construídas no primeiro andar para facilitar o acesso dos estudantes que possuem uma locomoção mais limitada.

⁵ Fonte: Dados fornecidos pela direção da unidade escolar em agosto de 2017.

A escola oferece os seguintes níveis de ensino para a comunidade: ensino fundamental I, ensino fundamental II e ensino médio. No período da manhã, oferece turmas do 7º, 8º, 9º anos do ensino fundamental II, 1ª e 2ª série do ensino médio. Já no período da tarde, oferece turmas para o ensino fundamental I e 6º ano do ensino fundamental II, e por fim, no período noturno, oferece turmas de ensino médio.

No período da manhã, estão matriculados 532 estudantes divididos em 7º, 8º e 9º anos, 1ª e 2ª série do ensino médio. No período da tarde, estão matriculados cerca de 280 estudantes divididos nas cinco séries do ensino fundamental I e sexto ano do ensino fundamental II. Já no período noturno, 160 estudantes cursam o ensino médio, divididos nas três séries. Atualmente, cerca de 70 pessoas (sendo 40 professores e 30 funcionários que exercem outras funções) trabalham na referida escola.

A atividade orientadora de ensino elaborada nesta pesquisa é desenvolvida com uma turma composta por estudantes do 6º ano do ensino fundamental II no período da tarde. Além disso, a professora da turma autorizou a realização da pesquisa e, para o professor todas as ações executadas servem como contribuição para a sua formação profissional, uma vez que leciona nesse nível de ensino.

A devolutiva dos responsáveis e dos estudantes também colabora com a escolha dessa turma. O convite foi feito para os estudantes dessa turma que tiveram que encaminhar para os responsáveis um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) a respeito da participação na pesquisa. Do total de 39 estudantes dessa turma, 37 obtiveram autorização para participar da mesma.

O professor informou aos estudantes que as aulas seriam gravadas com câmera e suas falas com gravadores. Esses registros serviram para a coleta dos dados analisados posteriormente. Tomaram também ciência de que suas identidades seriam mantidas em sigilo, de acordo com o rigor ético de uma pesquisa científica, conforme autorização do Comitê de Ética – CAAE: 72808717.9.0000.5398.

5.2 Pesquisas que tratam sobre o tempo

Um levantamento bibliográfico foi realizado nos seguintes bancos de dados: Google Acadêmico, Banco de teses e dissertações da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), Banco de teses e dissertações da PUC, UNESP, USP e UNICAMP, e diversas revistas eletrônicas, por exemplo, BOLEMA (Boletim de Educação Matemática), Educação e Matemática, REVEMAT (Revista Eletrônica de Educação Matemática) e REMATEC (Revista de Matemática, Ensino e Cultura). Limitamos as pesquisas nestas revistas, pelo fato do ensino do tempo ser abordado no currículo de matemática.

Utilizamos as seguintes palavras-chaves nesse levantamento: ensino do tempo, unidades de medidas de tempo, relógios, grandezas e medidas. A partir das buscas realizadas nos bancos de dados, encontramos seis pesquisas relacionadas ao referido tema, entretanto, nenhuma com a intenção de investigar o movimento do pensamento de estudantes do 6º ano do ensino fundamental II a partir de uma atividade orientadora de ensino com ênfase no movimento lógico-histórico de medição de tempo.

Dentre as pesquisas realizadas, encontramos uma dissertação que abordava alguns instrumentos de medidas de tempo criados pelo homem no século XV. Santos (2014) faz a análise de uma produção de Leon Battista Alberti (1404-1472) denominada “Matemática Lúdica” e descreve alguns procedimentos nela apresentados sobre medição de tempo. Em sua dissertação explica o que é medida, principalmente aquela relacionada à medição do tempo e alguns procedimentos utilizados para a medição de distâncias. Em busca de atingir o objetivo proposto em sua pesquisa, Santos (2014) apresenta ao leitor a biografia de Alberti e suas produções, dando enfoque nas relações geométricas existentes para o cálculo das dimensões espaciais e, por fim, apresenta os seguintes relógios criados pelo homem: água, haste e folha, Sol, areia e ar.

Souza (2008), em sua dissertação, relata brevemente sobre o conceito de tempo ao longo da história baseando-se nos seguintes aspectos: caráter filosófico, científico e de mensuração. Segundo ele, essa reconstrução conceitual faz com que surja uma relação entre a cultura e o conceito de tempo ao longo da história. Além de Whitrow, autor também estudado nesta dissertação, Souza (2008) fundamenta-se

em obras de Gaston Bachelard e de Paulo Freire, apresentando um diálogo sobre as noções de perfil e obstáculos epistemológicos sob uma sustentação entre a cultura e a epistemologia. Disso surge o objetivo da pesquisa que é o apresentar a face múltipla do conceito de tempo e sua influência na construção dessas diferentes manifestações culturais. Com isso, Souza (2008) investiga o perfil epistemológico do conceito de tempo para estudantes do ensino fundamental ao ensino médio na cidade de São Paulo. Além disso, faz uma reflexão a respeito do conceito de tempo sob múltiplos olhares, por exemplo: nos calendários e relógios, na física e na filosofia, na sociedade industrial moderna e contemporânea, na divulgação científica, ficção científica, literatura e música e, por fim, na pesquisa de ensino de ciências.

Parente (2010) teceu um artigo e analisou a concepção de tempo, considerando sua construção sócio-histórica e cultural. Em seu texto, são apresentadas algumas heranças dos tempos escolares, mostrando que estes são construções humanas e, por isso mesmo, sujeitas às transformações. Além disso, enfatiza, de forma sucinta, que o homem mede o tempo para suprir suas necessidades, como produção de alimentos por meio da agricultura perpassando por alguns períodos históricos. Depois dessa análise, faz uma discussão sobre os tempos de escola e de escolarização para a organização do ensino. Esse artigo tem por base sua dissertação, na qual também estudou uma obra Whitrow para compreender o tempo na história.

Brito (2016) discute como a concepção de tempo se altera ao longo da história e como se insere na formação social do indivíduo e da escola. Indica que há a necessidade de pesquisas em história da matemática que analisem como o conceito de tempo tem sido utilizado em reformas curriculares e nas práticas docentes para que possamos questionar a organização temporal escolar, as mudanças de rotina e a imposição temporal contida no currículo. Elenca, de forma sucinta, algumas ações realizadas pelo homem para medir o tempo, como a contagem dos ciclos da Lua, desse modo, sem aprofundamento na história da matemática. Faz referência à obra de Elias (1998) que também foi estudada para esta dissertação.

Ferreira e Arco-Verde (2001) refletem a respeito da noção de tempo e do modo como esta é constituída histórica e culturalmente. Abordam como o homem vai se apoderando dos processos de medição (relógios e calendários) e, com o

passar do tempo, torna-se prisioneiro desse tempo contado. Comentam a respeito do tempo cíclico (infância, trabalho, velhice, lazer) e os tempos institucionalizados, no caso, o tempo escolar. Além disso, analisam as diferentes formas pelas quais passou e tem passado o tempo escolar, suas diferentes configurações e significados, uma vez que é institucional, organizativo e fato cultural, sendo resultado de uma construção histórica. Os autores também utilizaram a obra de Elias (1998) em seus estudos.

Tonelli (2008), em seu artigo, discute os sentidos do tempo na sociedade contemporânea e busca introduzir uma breve história da disseminação do tempo do relógio na sociedade ocidental e a construção social do tempo linear. O autor reflete a respeito do tempo do relógio enquanto organização da vida em sociedade, especialmente nas industrializadas, em que o tempo passou a ser visto como valioso. Na segunda parte, ela argumenta que o computador passou a ser vislumbrado como o símbolo do tempo nas sociedades contemporâneas. Com a introdução da tecnologia, os sentidos do espaço e do tempo foram profundamente alterados, pois o uso do computador fez com que fosse possível acumular um número grande de tarefas e informações em apenas uma máquina, com isso, eliminando a quantidade de pessoas que antes eram responsáveis por essas tarefas, gerando desemprego. Além disso, a *internet* começa a agilizar o tempo de resposta nos processos de trabalho. A autora faz referência também às obras de Whitrow (1993) e Elias (1998).

Dentre as pesquisas mencionadas anteriormente, algumas delas como vimos, contemplam o tempo em sua constituição sócio-histórica e cultural enquanto suprimento das necessidades humanas e como consequência disso, a criação de instrumentos de medidas. Já outras pesquisas abordam a questão do tempo escolar enquanto organização do ensino. Apesar desta pesquisa apresentar um estudo sobre o movimento lógico-histórico da medição de tempo, procuramos com isso desenvolver uma atividade orientadora de ensino que contribua para que os estudantes se apropriem dos conceitos a partir do desenvolvendo do pensamento teórico. Isso faz com que esta pesquisa se difira das já existentes, uma vez que não encontramos esse objetivo nelas. Porém, isso não descarta as contribuições dessas pesquisas para compreender mais amplamente o objeto de pesquisa, uma vez que para compor o texto sobre o movimento lógico-histórico da medição do tempo, com

enfoque nos instrumentos de medida, também utilizamos as obras de Whitrow (1993) e Elias (1998).

5.3 Interface entre história da matemática e ensino

Neste tópico, divagaremos sobre a história da matemática e o ensino, por meio de uma interface entre esses campos do conhecimento.

Esta pesquisa adota a relação entre: “o movimento do pensamento na formação de conceitos e o contexto no qual tais conceitos foram desenvolvidos” (SAITO; DIAS, 2013, p. 89) como diretriz metodológica, inserindo-se em uma interface entre história e ensino. Partindo desse pressuposto, como desenvolvemos um movimento lógico-histórico sobre o tempo, entendemos que essa pesquisa pode contribuir com o histórico da medição do tempo, no que se refere ao ensino, na medida em que são narrados alguns períodos históricos que mostram como o homem interpretava as questões relacionadas ao tempo. Além disso, no caso dessa pesquisa, por meio do movimento lógico-histórico, pretende-se que os estudantes se apropriem da sua própria historicidade enquanto ser genérico e, desse modo, compreendam que o homem vai construindo os instrumentos de medidas por meio das suas necessidades.

A ideia em fazer uma interface entre história da matemática e ensino surge por entendermos que o ensino do tempo nas aulas de matemática deve priorizar a formação do pensamento teórico nos estudantes por meio do movimento lógico-histórico.

A respeito do uso da história no ensino, Davidov (1988) salienta que a história da matemática tem sido caracterizada nas escolas como conhecimento empírico. Desse modo, entendemos que utilizá-la no ensino requer preparo. Dias e Saito (2009, p. 5) afirmam que “[...] muitas dessas histórias reduzem-se a biografias ou a conteúdos matemáticos dispostos linearmente”. Como exemplo, citamos o Nosso livro de matemática – Ensino fundamental – 5º ano (Pires; Rodrigues, 2014).

Portanto, entendemos que os professores que não estudam a história da matemática, irão compreendê-la da forma como ela é apresentada nos livros, desse

modo, dificultarão a compreensão dos estudantes quanto ao conhecimento teórico no que se refere à história da produção humana.

Saito (2015, p. 19) a respeito da história da matemática afirma que “ela teve papel central no processo de transmissão, apropriação e divulgação de conhecimentos matemáticos”. Com isso, podemos compreender que a história da matemática tem papel fundamental no desenvolvimento do currículo de matemática, uma vez que os conceitos foram sendo produzidos historicamente, por exemplo, a medida de tempo, que é o tema em destaque na presente pesquisa.

Dias e Saito (2009, p. 11) afirmam que:

Ao concebermos a instituição escolar como propiciadora do ensino do conhecimento científico, teórico, investigamos na elaboração de propostas que permitam a apropriação deste conhecimento pelo indivíduo, pois a apropriação da sua história pelo pensamento não tem o caráter empírico.

Mediante ao exposto acima, buscando contribuir com uma interface entre história da matemática e ensino, elaboramos uma AOE composta por situações desencadeadoras de aprendizagens que contribuam para que cada indivíduo se aproprie do conhecimento e, conseqüentemente, fomente o pensamento teórico.

O pensamento teórico é possível de ser formado a partir do momento que há essa interface entre a história da matemática e o ensino, uma vez que ele é construído por meio da história. Entretanto, cabe ao professor compreender que “embora a História da Matemática seja uma mediadora para a aprendizagem da matemática, não é método de ensino, mas uma provedora de recursos que conduz à reflexão sobre o processo de construção do conhecimento matemático”, segundo Furinghetti (2007, p. 133, apud Dias e Saito, 2009, p. 4).

Quanto aos conhecimentos historicamente produzidos pelo homem, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) afirmam:

Ao revelar a Matemática como uma criação humana, ao mostrar necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos, ao estabelecer comparações entre os conceitos e processos matemáticos do passado e do presente, o professor tem a possibilidade de desenvolver atitudes e valores mais favoráveis do aluno diante do conhecimento matemático (BRASIL, 1997, p. 34).

Ao trabalhar sob essa perspectiva, é possível uma apropriação conceitual por meio de uma história que explique os processos de criação e desenvolvimento de conceitos.

Roque (2012) argumenta que a história da matemática só é possível de ser compreendida a partir do momento que conseguimos identificar o pensamento de determinada época, bem como considerar os fatores culturais, sociais e filosóficos.

5.4 A atividade orientadora de ensino

Optamos em utilizar a Atividade Orientadora de Ensino (AOE) fundamentada por Moura (2010) devido sua contribuição na organização do ensino como atividade humana, uma vez que pretendemos propor também, aos estudantes envolvidos, o desenvolvimento do pensamento teórico. A AOE desenvolve-se a partir dos pressupostos da psicologia histórico-cultural e fundamenta-se na teoria da atividade criada por Leontiev (1978).

Segundo Leontiev (2001, p. 68), a atividade representa “os processos psicologicamente caracterizados por aquilo a que o processo, como um todo, se dirige (seu objeto), coincidindo sempre com o objetivo que estimula o sujeito a executar esta atividade, isto é, o motivo”. O indivíduo além de estar em atividade pode ter a compreensão do que este representa para ele. Para isso, há a necessidade em verificar se houve ou não um motivo que propiciasse o desenvolvimento de tal atividade. Por exemplo, imaginemos que, na escola, o professor solicita que os estudantes façam os exercícios do livro sobre trigonometria para fixar o conteúdo ensinado em sala de aula, mas deixa claro que o mesmo não será cobrado na prova. Aqueles que porventura já dominam este assunto, recusam-se a fazer os exercícios, uma vez que afirmam não haver um motivo para realizá-los. Por outro lado, só resolveriam os exercícios se o conteúdo fosse cobrado na prova ou se apresentassem dificuldade em relação à sua compreensão (LEONTIEV, 2001). Tal tarefa não caracteriza como atividade, mas simplesmente como uma ação. Dias (2007, p. 35) afirma que “a necessidade é a origem da atividade, o ponto de partida para criação do motivo que mobiliza o desenvolvimento de ações para apropriação do objeto para o qual se dirige o objetivo”.

Para Moura (2010), a AOE “sustentada pelos pressupostos da teoria histórico-cultural, se apresenta como uma possibilidade para realizar a atividade educativa, tendo por base o conhecimento produzido sobre os processos humanos de construção de conhecimento”. Dias (2007, p. 36) complementa que “a AOE propõe, para o ensino escolar, orientações para a organização do ensino com finalidade humanizadora, em contraposição a alienante, que permita a apropriação”. Ao corroborar com esses princípios, propusemos o desenvolvimento de uma AOE baseada no movimento lógico-histórico sobre medição de tempo, por entendermos que a formação do pensamento do estudante é produto do ensino a ele oferecido. A respeito disso, Moura afirma que “para a formação do pensamento teórico do estudante, faz-se necessário organizar o ensino de modo que este realize atividades adequadas para a formação desse pensamento” (2010, p. 86).

Quanto ao papel da escola no processo de ensino, Moura sustenta que “entender a escola como o lugar social privilegiado para a apropriação de conhecimentos produzidos historicamente é necessariamente assumir que a ação do professor deve estar organizada intencionalmente para esse fim” (2010, p. 89). Por isso, entendemos que cabe ao professor a responsabilidade de elaborar atividades orientadoras de ensino para que os estudantes se apropriem do conhecimento.

Com relação ao exposto acima, quanto à estrutura da AOE, Moura afirma que:

A AOE mantém a estrutura de atividade proposta por Leontiev, ao indicar uma necessidade (apropriação da cultura), um motivo real (apropriação do conhecimento historicamente acumulado), objetivos (ensinar e aprender) e propor ações que considerem as condições objetivas da instituição escolar (2010, p. 96).

Seguindo essas diretrizes, dizemos que a AOE contribui para o desenvolvimento do pensamento teórico, serve de base para as ações a serem desempenhadas pela instituição escolar e visa que os estudantes se apropriem do conhecimento teórico. Para Moura (2010, p. 101) “a atividade é orientadora, no sentido de que é construída na inter-relação professor e estudante e está relacionada à reflexão do professor que, durante todo o processo, sente necessidade de reorganizar suas ações”.

Quanto à apropriação dos conceitos pelos estudantes nesse modo de organização do ensino, Moura afirma que:

Esse modo de conceber o ensino propõe que seja criada nos estudantes a necessidade de se apropriar de conceitos, o que se concretiza na situação desencadeadora de aprendizagem. O objetivo principal desta é proporcionar a necessidade de apropriação do conceito pelo estudante, de modo que suas ações sejam realizadas em busca da solução de um problema que o mobilize para a atividade de aprendizagem – a apropriação dos conhecimentos (2010, p. 101).

Criar no estudante o motivo de estudar para se apropriar dos conceitos matemáticos, nem sempre é uma tarefa simples. Embora compreendamos que a utilização das situações desencadeadoras de aprendizagem contribui para que alcancemos esse objetivo, sabemos que ela, por si só, não é suficiente, pois depende do estudante. O desenvolvimento da AOE é um caminho que possibilita que os estudantes desenvolvam o seu psiquismo (funções psicológicas superiores) e se apropriem dos conhecimentos teóricos.

Ainda em relação à situação desencadeadora de aprendizagem, Moura relata que:

A situação desencadeadora de aprendizagem deve contemplar a gênese do conceito, ou seja, a sua essência; ela deve explicitar a necessidade que levou a humanidade à construção do referido conceito, como foram aparecendo os problemas e as necessidades humanas em determinada atividade e como os homens foram elaborando as soluções ou sínteses no seu movimento lógico-histórico (2010, p. 103).

É na elaboração das situações desencadeadoras de aprendizagem que buscamos apresentar algumas etapas do movimento lógico-histórico de como o homem começou a construir instrumentos para medir o tempo, no que diz respeito ao suprimento das suas necessidades. Por exemplo, a medição do tempo para organizar afazeres diários como o plantio, a colheita e a semeadura dos alimentos no Egito Antigo.

Segundo Moura (2010, p. 105):

As situações desencadeadoras de aprendizagem, podem ser materializadas por meio de diferentes recursos metodológicos: o jogo, as situações emergentes do cotidiano e o que chamam de história virtual do conceito. Esta última é compreendida como uma narrativa que proporciona ao

estudante envolver-se na solução de um problema como se fosse parte de um coletivo que busca solucioná-lo [...]

Para os autores, o significado de virtual é encontrado ao se apresentar um problema na situação desencadeadora de aprendizagem que possua todas as condições essenciais do conceito vivenciado historicamente pela humanidade.

Dentre esses recursos metodológicos que materializam-se nas situações desencadeadoras de aprendizagem, optamos pela história virtual do conceito. Além disso, as situações desencadeadoras de aprendizagem propostas para os estudantes participantes da pesquisa estão relacionadas com situações-problemas semelhantes às vividas pelo homem no decorrer da história, como a utilização de clepsidra e ampulheta para se medir o tempo.

Quanto às situações-problemas, Moura (2010, p. 106) afirma que:

Na AOE, a solução da situação-problema pelos estudantes deve ser realizada na coletividade. Isso se dá quando aos indivíduos são proporcionadas situações que exigem o compartilhamento das ações para a resolução de uma determinada situação que surge em certo contexto.

A AOE elaborada nessa pesquisa contém situações desencadeadoras de aprendizagem com o propósito de que os estudantes resolvam situações-problemas por meio do trabalho coletivo, onde são compartilhadas ações que procuram discutir soluções.

5.5 A atividade orientadora de ensino a partir do lógico-histórico sobre medição de tempo

A AOE proposta nesta pesquisa é elaborada mediante o movimento lógico-histórico a respeito de como o homem tratava as questões relacionadas à medição de tempo, a fim de que os estudantes se apropriem de um conhecimento produzido historicamente. A partir do levantamento dos documentos oficiais, PCNs e currículos, caracterizamos esta proposta como interdisciplinar, visto que o tema medição de tempo permeia documentos destinados a disciplina de Ciências e Matemática. Embora não tenhamos consultado documentos destinados a outras disciplinas, como de História, é possível que a AOE tenha outras interlocuções.

Apresentamos a relação da organização da AOE e o objetivo da pesquisa nas três etapas que seguem:

- 1ª Etapa – Uma primeira conversa: discussão sobre o tempo.

Essa primeira etapa consiste no estabelecimento de um diálogo, com os estudantes por meio de questões. Trata-se de um diagnóstico do conceito relacionado ao tempo. O objetivo dessa etapa é proporcionar a manifestação das reflexões dos estudantes sobre a compreensão que eles têm a respeito do tempo, ao relacionar necessidades humanas e produção de instrumentos de medidas.

- 2ª Etapa – Lógico-histórico sobre o tempo: as necessidades humanas e a criação dos instrumentos de medidas.

O objetivo dessa etapa é o de compreender o movimento do pensamento dos estudantes no processo de aprendizagem, em relação às situações desencadeadoras de aprendizagem propostas. As situações abordam ações do homem na Antiguidade e no Tempo Moderno de como a medição do tempo foi utilizada para suprimento de certas necessidades. Discussão de textos e de experimentos executados fazem parte desta etapa, detalhada mais adiante.

- 3ª Etapa: Síntese das discussões estabelecidas.

Essa etapa consiste no término da AOE com os estudantes participantes da pesquisa, por meio de um diálogo, com relação às respostas escritas das questões formuladas para eles. O objetivo é promover uma síntese da atividade realizada em sala de aula pelos estudantes e analisar como essa síntese se configura na formação do pensamento do conceito envolvido.

Para organizar a AOE, cada etapa foi estruturada em momentos. A seguir, elaboramos um quadro mostrando tal estrutura.

Quadro 26– Organização do ensino

1º Momento	Proporcionar reflexões aos estudantes sobre a concepção do tempo.
1ª Etapa	
2º Momento	Discutir sobre a necessidade do homem ao lidar com o

		tempo e a criação dos instrumentos de medida.
2ª Etapa	1º Momento	O tempo na Antiguidade - os astros, o relógio de Sol e a clepsidra: leitura de textos, conhecendo alguns instrumentos de medidas de tempo e experimento com a clepsidra.
	2º Momento	O tempo no Mundo Moderno - a criação das ampulhetas: experimento com a ampulheta e leitura de texto.
	3º Momento	O tempo no Mundo Moderno - a criação dos relógios mecânicos: leitura de texto e observação de imagens.
	4º Momento	O tempo no Mundo Moderno - a sociedade industrial: observação de imagens.
	5º Momento	O tempo no Mundo Moderno - a sociedade atual: discussão.
3ª Etapa		Síntese das situações desencadeadoras de aprendizagem.

Fonte: Elaborado pelo autor

- 1ª Etapa – Uma primeira conversa: discussão sobre o tempo.

Nessa etapa, o objetivo principal é diagnosticar o que os estudantes pensam a respeito do tempo.

1º Momento: Concepções sobre o tempo.

O objetivo de aprendizagem caracteriza-se em proporcionar reflexões aos estudantes sobre a concepção que eles têm a respeito do tempo. Para que isso seja

possível, elaboramos as seguintes questões norteadoras: “O que vocês compreendem por tempo?”, “Podemos controlar o tempo?”

Estas questões permitem que o professor organize uma discussão em relação ao movimento lógico-histórico sobre medição de tempo com os estudantes.

2º Momento: A necessidade humana: criação dos instrumentos de medição do tempo.

O objetivo de aprendizagem, nesse momento, é propor reflexões a respeito da necessidade humana do homem em resolver questões relacionadas ao tempo e sua medição, por meio das seguintes questões norteadoras: “Por que o homem começou a medir o tempo?”, “Vocês podem citar exemplos de situações que envolvam o tempo?”, “Qual(is) instrumento(s) de medida de tempo vocês conhecem?”, “Vocês costumam utilizar esse(s) instrumento(s)?”.

A partir desses dois momentos iniciais é que daremos continuidade no desenvolvimento das situações desencadeadoras de aprendizagem com elementos do movimento lógico-histórico do conceito de medição do tempo a fim de promover o desenvolvimento do pensamento teórico sobre esse conceito.

- 2ª Etapa – Lógico-histórico sobre o tempo: as necessidades humanas e a criação dos instrumentos de medidas.

Essa etapa possibilita ao professor investigar o movimento do pensamento dos estudantes a partir do lógico-histórico de medição do tempo, por meio da história virtual fundamentada na atividade orientadora de ensino. Cabe ressaltar, que essa etapa é dividida em cinco momentos.

1º Momento: O tempo na Antiguidade.

O objetivo de aprendizagem constituído aqui é o de levar os estudantes a compreenderem o porquê de o homem começar a se interessar por questões relacionadas ao tempo e conhecer alguns dos instrumentos de medição de tempo que são criados no decorrer da história.

Inicialmente, os estudantes fazem a leitura do texto intitulado “*As cheias do Rio Nilo*”, adaptado de Abetti (1992), para que, em grupos, venham a responder de forma escrita às seguintes questões: “Por que o egípcio sente a necessidade de

medir o tempo segundo o texto?”, “Como os egípcios estabeleceram uma forma de medir o tempo?”

Essas questões conduzem os estudantes à reflexão de como o homem estabeleceu uma relação entre os movimentos dos astros no céu com a cheia do rio Nilo, uma vez que necessita controlar o período de semeadura, plantio e colheita para a sua própria sobrevivência.

Após essa primeira discussão, os estudantes devem realizar a leitura do texto intitulado “*O clima no Egito Antigo e o Relógio de Sol*”, adaptado de Whitrow (1993), para observar o quanto o Sol era tido como um instrumento de medida de tempo para os egípcios, pois a sua sombra era utilizada para separar o dia da noite. Além disso, que por meio do aparecimento da estrela Sírius no céu, o homem, ao observá-la, traçou as doze divisões da duração do dia (período iluminado) e da noite resultando nas 24 divisões sobre a duração do dia. Nesse momento, os estudantes observam a imagem de um relógio de Sol para conhecer como são feitas as marcações que representam a hora.

A atividade orientadora de ensino tem como objetivo fazer com que o estudante prossiga na formação do pensamento teórico ao se apropriar desses novos conhecimentos historicamente produzidos pelo homem, como a criação das horas. Portanto, novas questões norteadoras, são feitas de forma oral: “Por que o homem criou o relógio de Sol?”, “O relógio podia ser usado o dia todo? Por quê?”.

Essas questões, por sua vez, são feitas para que os estudantes compreendam que a criação de um instrumento de medida de tempo objetiva suprir uma certa necessidade como a balança, por exemplo. Afinal, como constatado na perspectiva histórico-cultural, o homem criou instrumentos com função social para sua necessidade e assim modificou o espaço a sua volta. Além disso, essas questões contribuem para que os estudantes percebam que o homem criou os instrumentos de medida que se tornaram limitados em relação ao seu uso. A saber, o relógio de Sol que tinha a desvantagem por não poder ser utilizado no período noturno. E que por causa dessa limitação, houve a necessidade de se criar outro tipo de instrumento de medida que suprisse as desvantagens daquele até então criado.

A AOE, desse modo, é elaborada com situações desencadeadoras de aprendizagem que propiciaram aos estudantes realizarem relações entre um instrumento de medida com outro. Cabe ressaltar que a atividade orientadora de ensino é pensada de uma forma a evitar saltos do movimento lógico-histórico que o descaracterizasse. Ou seja, há uma sequência histórica de fatos que mostram as novas criações do homem em relação aos instrumentos de medida tendo como referência, outros citados anteriormente.

Na sequência da atividade orientadora de ensino, a discussão nesse momento, é a respeito das limitações e/ou desvantagens do relógio de Sol, que contribui para o surgimento de uma nova questão norteadora: “E no período noturno, como o homem fez para medir o tempo?”, juntamente com a apresentação de duas imagens com diferentes clepsidras. Com isso, os estudantes passam a conhecer esse novo instrumento de medição de tempo criado pelo homem e seu funcionamento técnico por meio da explicação do professor. Na sequência, a proposta para cada grupo é entregar uma clepsidra (semi-pronta) feita com garrafa *pet*, para dar continuidade à sua construção, incluindo a realização de uma graduação. Ressaltamos que a escolha da clepsidra pré-confeccionada foi porque primamos pela proteção aos estudantes, uma vez que as garrafas *pets* devem ser cortadas com estilete.

Como é proposto o movimento lógico-histórico sobre a medição do tempo, pensamos no preparo de alguns experimentos que fazem os estudantes vivenciar, de forma prática, a utilização desses instrumentos de medida de tempo criados pelo homem. Por isso, aos estudantes é proposto o seguinte experimento: Verificar o tempo de duração de uma música (“Aquarela” de Toquinho) por meio da utilização de uma clepsidra. Ao término, cada grupo deve registrar (de forma escrita) como fazem para identificar o tempo de duração da mesma, ressaltando que não podem usar um relógio ou celular para essa medição, ou seja, apenas a clepsidra.

Na sequência, a proposta é discutir a partir das questões: “A clepsidra poderia ser utilizada o dia todo? Por quê?”, “Qual a relação entre a quantidade de gotas e a passagem do nível da água entre as marcações da escala?”, “É possível medir as horas na clepsidra? Se sim, como? Se não, por quê?”, “Quais as limitações desse instrumento?”, “As clepsidras podiam ser utilizadas em regiões frias? Por quê?”. Essas questões servem para que os estudantes percebam novamente que

esse novo instrumento de medição de tempo criado pelo homem é limitado quanto ao seu uso por diversos fatores. Por causa dessas limitações são que os instrumentos necessitavam ser aperfeiçoados uma vez que o homem queria suprir suas necessidades humanas.

Além disso, pretendemos, com essa discussão, fazer com que os estudantes percebam que a clepsidra media as horas por causa do relógio de Sol criado anteriormente, desse modo, estabelecendo uma relação entre um instrumento com o outro.

2º Momento: O tempo no Mundo Moderno – a criação das ampulhetas.

O objetivo de aprendizagem desse momento é o de fazer os estudantes refletirem que por causa das limitações das clepsidras, o homem criou um novo instrumento de medida de tempo, por exemplo, a ampulheta e como se processa o seu funcionamento.

A priori, o professor mostra para os estudantes uma ampulheta feita com garrafa *pet* (ver figura 10) e os indaga em relação ao seu funcionamento.

Figura 10 – Ampulheta feita com garrafa *pet*



Fonte: Tirada pelo autor

A partir da explicação do funcionamento da ampulheta, a cada grupo é entregue uma ampulheta, também feita de garrafa *pet*. Essa por sua vez, estando

pronta, possibilita o professor ganhar mais tempo para a realização da situação desencadeadora de aprendizagem. O novo experimento é a verificação e o registro do tempo de duração de um desenho animado (no caso, escolhemos o “Fantástico Mundo de Bobby”, cujo episódio está relacionado ao ensino das formas geométricas) por meio da utilização de uma ampulheta.

A questão norteadora da discussão é: “Há uma relação entre o processo de medir o tempo usando uma clepsidra e uma ampulheta?”. Essa questão serve para que os estudantes reflitam a respeito de que, apesar desses instrumentos utilizarem substâncias diferentes, como a água e areia, possuem o mesmo princípio que é medir o tempo, e também pelo seu funcionamento se assemelhar quando se refere ao escoamento dessas substâncias de um compartimento a outro. Na sequência realiza-se outro experimento prático. Dessa vez, utilizam a ampulheta e a clepsidra para verificar e registrar o seu tempo de duração de um vídeo.

Após a discussão, nesse momento, o professor apresenta para os estudantes duas questões: “Como era possível medir horas na ampulheta?”, “Quais são as limitações da ampulheta?”. Por meio dessas questões, novamente procura-se fazer com que os estudantes reflitam a respeito da relação existente entre os instrumentos criados pelo homem, por exemplo, se é possível medir as horas através das ampulhetas por causa do relógio de Sol, uma vez que por meio dele é que o homem cria a unidade de medida de tempo hora. Além disso, observar que as ampulhetas, como os demais instrumentos criados pelo homem, também apresentam certas desvantagens em relação ao seu uso. Essas reflexões são necessárias, uma vez que despertam a formação do pensamento teórico dos estudantes nesse movimento lógico-histórico.

3º Momento: O tempo no Mundo Moderno – a criação do relógio mecânico.

Como objetivo de aprendizagem, apresentamos uma situação desencadeadora de aprendizagem que conduza os estudantes à reflexão de que as limitações das ampulhetas fazem o homem criar um novo instrumento de medida de tempo, por exemplo, o relógio mecânico, já que seu surgimento segundo a história, parece ter sido por causa da exigência dos mosteiros medievais que exigiam certa pontualidade.

Aos estudantes propõe-se a leitura do texto intitulado “*O advento do Relógio Mecânico*”, adaptado de Whitrow (1993) e, em seguida, a questão: “Por que o homem necessitou pensar na criação de um novo tipo de instrumento de medida de tempo?”. Em seguida, por meio da observação de quatro imagens de diferentes tipos de relógios mecânicos, sendo: um de bolso (ver figura 8), de torre, de pulso e o *astrarium* (figura 11), discute-se as questões: O que vocês observam nas imagens?, Qual a função desses objetos?, Esses objetos eram utilizados pelas pessoas da mesma forma?.

Figura 11 – Relógio de Torre

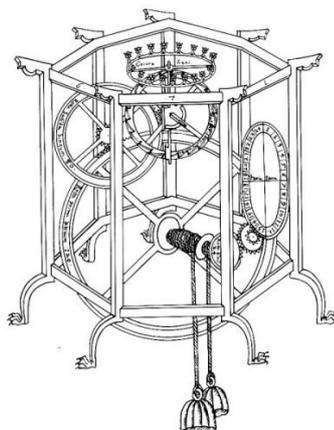


Fonte: https://cdn.pixabay.com/photo/2017/10/04/15/28/big-ben-2816565__340.jpg, acesso em 15/08/2017

Figura 12 – Relógio de Pulso



Fonte: https://cdn.pixabay.com/photo/2017/10/24/15/08/wrist-watch-2884851__340.jpg, acesso em 15/08/2017

Figura 13 – Astrarium

Fonte: Whitrow (1993, p. 124)

Este é o momento de propiciar aos estudantes uma reflexão a respeito da evolução dos relógios mecânicos com o passar do tempo e do quanto influenciaram socialmente o modo de vida das pessoas.

4º Momento: O tempo no Mundo Moderno – o papel do tempo na sociedade industrial.

Como objetivo de aprendizagem, temos como intencionalidade fazer os estudantes refletirem sobre a influência do tempo no trabalho e na vida das pessoas com o surgimento da Primeira Revolução Industrial, que ocorreu na Europa nos séculos XVIII e XIX.

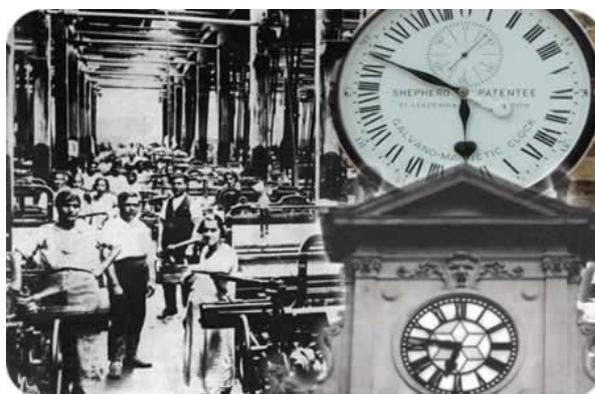
A atividade orientadora de ensino dá sequência por meio de uma discussão baseada na observação de três imagens que retratam o surgimento das indústrias e como os operários nelas trabalhavam, e das questões: Nesse período, como a medida de tempo passa a influenciar a vida das pessoas? Com o surgimento da Revolução Industrial, podemos afirmar que nas sociedades industriais Tempo é dinheiro?. . A seguir, apresentamos essas imagens:

Figura 14 – Indústria

Fonte: <http://riaoficinadomundo.blogspot.com.br/2010/03/o-que-foi-revolucao-industrial-ri.html>

Figura 15 – Operários trabalhando

Fonte: Retirada de <http://nossointerativo.blogspot.com.br/2015/06/como-revolucao-industrial-transformou-o.html>

Figura 16 – O tempo nas indústrias

Fonte: Retirada de <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/historiageral/fabricas-tempo-relogio.htm>

Essas questões servem para que os estudantes reflitam que o tempo assume um papel fundamental na organização da vida humana. Além disso, passa a ser visto como valioso, já que para os donos das indústrias quanto mais horas a fábrica funciona, mais produção de mercadorias tem, e conseqüentemente, mais lucros.

5º Momento: O tempo no Mundo Moderno – o papel do tempo na sociedade atual.

O objetivo de aprendizagem é propor aos estudantes uma reflexão a respeito do tempo na sociedade atual enquanto influência no modo de vida das pessoas e o quanto à forma como ele é medido tem relação com aquelas que surgem em períodos anteriores. Para isso, duas questões são feitas: “A forma como medimos o tempo tem influência dos povos que viveram em épocas anteriores?”, “Qual o papel do tempo nas nossas vidas?”. Essas questões, propiciam ao professor uma discussão em que é feita uma abordagem a respeito de que o conhecimento não é acabado, ou seja, uma vez que o conhecimento que temos a respeito do tempo se deve às ações humanas praticadas em épocas anteriores. Dessa forma, conduzimos os estudantes para a apropriação de um determinado conhecimento que foi produzido ao longo da história, por meio de uma interface entre história e ensino.

- 3ª Etapa – Síntese das discussões estabelecidas.

O objetivo de pesquisa dessa etapa é o de investigar qual o movimento do pensamento dos estudantes a partir do lógico-histórico de medição do tempo por meio das situações desencadeadoras de aprendizagem realizadas.

Nessa etapa, os estudantes individualmente respondem (de forma escrita) a quatro questões:

1) Quais foram os motivos que fizeram o homem começar a se preocupar com as questões relacionadas à medida do tempo e quais instrumentos o homem criou ao longo da história?

Tal questão é feita a fim de identificar o nível de compreensão dos estudantes com relação às ações executadas pelo homem em medir o tempo para suprir suas necessidades cotidianas. Com relação à criação dos instrumentos de medidas, procuramos identificar o nível de compreensão dos estudantes quanto ao lógico-histórico de medição de tempo.

2) Quais eram as vantagens e desvantagens de utilizar a ampulheta em relação ao relógio de Sol e a clepsidra?

Esta questão, por sua vez, serve para identificar se os estudantes compreendem a síntese das limitações dos instrumentos criados pelo homem ao longo da história, e o funcionamento de tais.

3) O que os instrumentos medem?

Por meio desta questão, o professor pode identificar se os estudantes são capazes de dissertar a relação da grandeza e o papel dos instrumentos.

4) O que vocês compreendem por tempo?

Apesar da questão não se relacionar ao objetivo da pesquisa, entendemos que ela possa fornecer indícios para o desenvolvimento de outros trabalhos acadêmicos que abordam o conceito de tempo.

Por meio deste questionário, é possível realizar uma discussão que contemple, de um modo geral, os principais temas que são discutidos nas aulas. Para posterior análise dos resultados, este questionário deve ser respondido de forma individual.

Tais questões permitem uma discussão geral sobre o lógico-histórico da medição de tempo, desse modo, o professor finaliza a pesquisa com os estudantes em sala de aula. Contudo, em relação às questões propostas nessa AOE, cabe ressaltar que é utilizada uma linguagem adequada a estudantes do 6º ano.

6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este tópico consiste em apresentar as ações didáticas desenvolvidas pelo professor, uma vez que se almejou investigar detalhadamente a formação do pensamento dos estudantes em relação à apropriação de conceitos de medição de tempo a partir dos pressupostos da psicologia histórico-cultural e do movimento lógico-histórico, em especial, dos pensamentos empírico e teórico.

A AOE foi desenvolvida com os estudantes (que haviam sido convidados para participar da pesquisa) durante duas semanas, no período de 11/08/2017 até 25/08/2017, totalizando 16 aulas (o equivalente a 800 minutos). Com relação à assiduidade na realização das situações desencadeadoras de aprendizagem, em média, por dia, tivemos a participação de 30 estudantes.

Os grupos, durante a realização da atividade orientadora de ensino, se mantiveram os mesmos. A professora responsável pela turma solicitou que os próprios estudantes formassem os grupos, uma vez que eles já se conheciam. Esse fato foi relevante, visto que proporcionou condições favoráveis à manifestação do pensamento pelos estudantes.

Sete grupos foram formados. Na primeira aula, o professor entregou um gravador para cada grupo, porém ao transcrever os áudios constatou que o ruído causado pela grande quantidade de estudantes dificultaria as demais transcrições. Mediante a isso, o mesmo optou em fazer a gravação com apenas um gravador. Com relação à quantidade de integrantes por grupo, isso variou em cerca de 5 estudantes no mínimo e 6 no máximo, pois em quase todos os dias sempre alguém faltava nas aulas.

1ª Etapa

O primeiro momento propôs uma discussão para que os estudantes manifestassem suas reflexões, por meio de questões relacionadas ao tempo, que foram respondidas de forma oral.

A primeira questão foi sobre o que eles compreendiam por tempo. Das sete respostas obtidas pelos estudantes, seis delas assemelharam-se pelo fato de estarem vinculadas às unidades de medidas de tempo e apenas uma diferiu-se das

demais, pois o estudante relacionou-a ao clima. Foram obtidas as seguintes respostas relacionadas com as unidades de medidas de tempo: “É o passar das horas, o dia e a noite”, “As horas do relógio”, “O passar dos anos”, “Décadas”, “Anos”, “O tempo sobre horas, meses, semanas, anos” (GA_11082017). As respostas dos estudantes foram baseadas em exemplos que refletiram juízos procedentes da cotidianidade, como foi possível de ser observado, a partir do momento que os estudantes utilizaram as seguintes palavras: anos, décadas, semanas, meses, dia/noite. Estas respostas, por sua vez, estavam coerentes com os currículos conforme apresentado no capítulo 3.

O estudante que associou sua resposta ao clima fez a seguinte afirmação: “O tempo é chuva”. Esta resposta também refletiu um juízo procedente do cotidiano a partir do momento que o estudante relacionou o tempo com a palavra chuva.

Com relação às falas dos estudantes, o professor percebeu que muitos apresentaram-se de forma introspectiva ao manifestar suas opiniões, fato este, que provavelmente ocorreu por ser o início da AOE. Entretanto, para reverter tal situação, foi necessário instigá-los para que participassem das ações propostas. Para tanto, o professor orientou-os sobre a necessidade de eles participarem da pesquisa, uma vez que não existiam respostas certas nem erradas e que ninguém perderia nota. Assim a participação deveria ocorrer de forma voluntária. Por meio da fala do professor, os estudantes aparentemente tranquilizaram-se e, a partir disso, passaram a manifestar suas opiniões com mais frequência.

Na sequência, outra questão foi feita para os estudantes: “Podemos controlar o tempo?” (FP_11082017). Das cinco respostas obtidas por eles, duas assemelharam-se a não possibilidade do controle do tempo. Em contrapartida, as demais concordaram que o homem pode controlá-lo. Dentre as respostas obtidas e que se relacionaram ao não controle do tempo, os estudantes explicitaram: “Não, porque nós não conseguimos parar ele [sic]”, “O tempo é automático, ou ele vai ou ele já passa” (GA_11082014). Tais respostas, referiram-se ao tempo como algo externo ao ser humano e observável, devido à relação expressa com características de ser “automático” e impossível de parar. Por meio destas respostas, percebemos que houve movimento no pensamento mais próximo do conceito de tempo do que da medida de tempo, se levarmos em consideração o fato de que a percepção que temos do tempo representa sucessões de eventos que nos dão a ideia de presente,

passado e futuro. As demais respostas, referiram-se à possibilidade de controle da medida do tempo. Os estudantes explicitaram: “Nós podemos fazer o relógio parar tirando a pilha, mas o tempo vai continuar andando”, “Desligando o relógio em Brasília”, “Nós podemos controlar, por exemplo, o tempo de uma aula que é de 50 minutos” (GA_11082017). Os estudantes relacionaram suas respostas ao controle do tempo por meio da utilização dos instrumentos de medida de tempo conhecidos e, desse modo, refletiram juízos provenientes do cotidiano. A resposta “Desligando o relógio em Brasília” elucida que o controle do tempo ocorre pelo funcionamento do instrumento de medida. Todavia, para o outro estudante, o tempo pode ser controlado, desde que se relacione a um período de duração, no caso, 50 minutos. Ou seja, a relação do tempo geral está particularizada no controle de um evento.

Posteriormente, o professor fez a seguinte pergunta: “Por que o homem começou a medir o tempo?” (FP_11082014). Neste momento, cinco estudantes manifestaram suas opiniões, relacionando-as com as seguintes temáticas: clima e organização das atividades cotidianas. Dentre as respostas apresentadas, duas associaram-se ao clima: “Se for chover já dá para saber o dia que vai chover e se for [sic] calor já dá para saber o dia que vai fazer calor”, “Tem dia que dá para saber o Sol de chuva” (GA_11082014). Estas respostas, por sua vez, relacionaram-se ao fato do tempo associar-se às condições climáticas. Os demais estudantes, no caso três, explicitaram suas opiniões relacionando-as com a medição do tempo voltada para a organização da vida cotidiana do homem, a saber: “Para poder controlar as atividades do dia”, “Para eles não se perder [sic] nas horas”, “Para se organizar na sua rotina” (GA_11082017). As respostas destes estudantes foram coerentes com a ideia geral do movimento lógico-histórico desenvolvido (com base no levantamento bibliográfico) de como o tempo passou a ser medido pelo homem, pelo fato de criar a necessidade de controlar duração de certas ações da vida. Desse modo, estas respostas refletiram um movimento no pensamento que expressa generalizações feitas a partir da cotidianidade e, portanto, do pensamento empírico. Consideramos que há possibilidades didáticas para discutir com os estudantes a partir destas respostas, direcionando ao movimento do pensamento teórico, uma vez que este último se processa por meio da apropriação dos conceitos elaborados historicamente. Dias (2007, p. 50) afirma que “é na atividade produtiva dos instrumentos, materiais ou ideais, que o homem desenvolve o pensamento teórico”,

ou seja, para que o controle da sucessão de eventos viesse a suprir as necessidades criadas pelo próprio homem, ele teve que criar estratégias para medir o tempo, a exemplo, por meio da criação dos diversos instrumentos de medidas.

Posteriormente, os estudantes responderam a seguinte questão: “Qual(is) instrumento(s) de medida de tempo vocês conhecem?” (FP_11082017). Das seis respostas explicitadas, quatro relacionavam-se ao que havia sido perguntado, no caso, aos instrumentos de medidas e as outras duas com as unidades de medidas de tempo. As respostas nas quais os estudantes citaram os instrumentos de medidas foram: “O relógio”, “O cronômetro”, “O calendário”, “A ampulheta” (GA_11082017). Certamente, observando estas respostas, entendemos que os estudantes compreenderam a questão, pois citaram exemplos de instrumentos de medidas por eles conhecidos. As duas respostas dos outros estudantes foram: “O mês”, “Dia e noite” (GA_11082017). Por meio destas respostas, percebemos que dois estudantes não souberam diferenciar os instrumentos de medidas de tempo com as unidades de medidas de tempo. Segundo o PCN do ensino fundamental I, das séries iniciais (ver quadro 3), estas unidades de medidas de tempo são objetivos de ensino nesse nível escolar. A questão feita já induzia os estudantes a respondê-la por meio de exemplos. Desse modo, pudemos avaliar o que conheciam sobre instrumentos de medida de tempo, como também observar a dificuldade de compreensão entre instrumento e unidade de medida expresso por dois deles, que alertam o professor para intervenções didáticas.

Uma nova questão foi feita pelo professor: “Vocês costumam utilizar esse(s) instrumento(s)?” (FP_11082017). Um dos estudantes respondeu o seguinte: “O relógio solar” (GA_11082017). Nesse momento, o professor o questionou: “Mas você usa o relógio solar? Poderia me dar um exemplo?” (FP_19082017). Imediatamente, o estudante respondeu: “Quando eu vou brincar na casa de um amigo, a minha mãe fala assim: Quando o Sol se pôr, é para você voltar para a casa. Eu saio para fora [sic] e olho para o céu, e se tiver a noite eu tenho que voltar para a casa” (GA_11082017). A resposta deste estudante também refletiu um juízo procedente do seu cotidiano, já que ele utilizou a posição do Sol no céu como orientação para saber o momento que deveria retornar para a sua casa. Cabe ressaltar que ao observar os estudantes exemplificarem o que lhes era perguntado, por meio dos objetos a sua volta, este estudante conseguiu relacionar a medição do tempo por

meio da observação do Sol, prática essa, que começou a ser executada no Egito Antigo (3100 a.C.), por exemplo.

2ª Etapa

Em grupos, os estudantes fizeram a leitura do texto intitulado “*As cheias do Rio Nilo*”, adaptado de Abetti (1992) e, em seguida, responderam por escrito a seguinte questão: “Segundo o texto, por que o egípcio sente a necessidade de medir o tempo?”. Dos sete grupos participantes, as respostas obtidas assemelharam-se ao suprimento das necessidades humanas.

G1: “As inundações periódicas do Nilo eram de suma importância para os egípcios, pois o ano agrícola se iniciava com a sua cheia”.

G2: “Era importante porque quando as águas do Rio Nilo baixavam alguns sedimentos ajudava [sic] as plantas ficar mais fortes”.

G3: “Eles mediam para saber as cheias do Rio Nilo”.

G4: “Para saber quando era tempo da inundação, semeadura e tempo da colheita”.

G5: “Para fazer suas atividades do dia a dia”.

G6: “O tempo era importante para eles saber [sic] o período da colheita e de plantar”.

G7: “Os egípcios sabiam o início da cheia do Rio Nilo porque coincidia com o aparecimento no céu da estrela Sírius”.

Se observarmos estas respostas, constatamos que os grupos G1, G2, G4, G6 e G7 fizeram cópias de trechos do texto relacionados coerentemente com o que havia sido perguntado. Estas respostas, por sua vez, mostraram-se completas no sentido de explicitarem as necessidades humanas. Tanto o G3 quanto o G5 deram respostas incompletas, já que não explicitaram a necessidade questionada.

Na sequência, os estudantes foram indagados a respeito de como os egípcios estabeleceram uma forma de medir o tempo. Das 7 respostas obtidas, pelos grupos, identificamos que elas se relacionavam: aos astros no céu e a seus movimentos, como também, às estações do ano.

G1: “Eles dividiam o ano civil em três estações – chamadas tempo de inundação, tempo de semeadura e tempo de colheita”.

G2: “Observando as estações do ano”.

G3: “Pela repetição das estações, movimento do Sol, de estrelas. Assim, foi formado o calendário”.

G4: “Olhando o céu e a estrela Sírius”.

G5: “O movimento do Sol e de outras estrelas para que eles criassem um calendário”.

G6: “Eles conseguiam se organizar no tempo pela ajuda do movimento do Sol e das outras estrelas para conseguir criar um calendário”.

G7: “Essa estrela era considerada como a mais brilhante do céu, sendo vista não apenas de noite, mas também de manhã”.

As respostas dos grupos G1 e G2 relacionaram-se às estações do ano. O G3 fez a relação com o movimento dos astros e das estações. Já os grupos, G4, G5 e G6, assemelharam suas respostas a partir do momento que as relacionaram com os movimentos dos astros, como a observação da posição que o Sol ocupava no céu durante o dia. Estas respostas estavam coerentes com o texto, já que a estratégia humana em se medir o tempo iniciou-se através da observação dos astros no céu, para posteriormente pensar-se na criação dos instrumentos de medidas. O G7 copiou trecho do texto sem fazer reflexão.

Observou-se pelas respostas que alguns grupos apresentaram dificuldade quanto a leitura, interpretação do texto e expressão escrita. Esses elementos podem subsidiar o ensino sobre leitura e produção de texto. Todavia, como esse não foi o objetivo desta pesquisa, não abordamos esse assunto com os estudantes.

Na sequência, os estudantes, em grupos, leram o texto intitulado “*O clima no Egito Antigo e o Relógio de Sol*”, adaptado de Whitrow (1993). Este texto embasou uma reflexão a respeito da criação do primeiro instrumento físico de medida de tempo, no caso, o relógio de Sol.

Após a leitura do texto, os estudantes foram indagados: “Por que o homem criou o relógio de Sol?” (FP_11082017). Apesar de não estar explícito no texto, esta

questão desencadeou uma reflexão a respeito dos motivos que levaram o homem a se preocupar com a criação deste instrumento de medição de tempo, uma vez que anterior a ele, a medição do tempo era feita por meio da observação dos astros. Quanto a esta questão, cinco estudantes oralmente afirmaram: “Para eles saber [sic] as horas”, “Para saber as horas de sair para ver a plantação”, “Para ele ir para o trabalho”, “A hora dele comer”, “Ele criou o relógio de Sol para se organizar de dia” (GA_11082017). As quatro últimas respostas relacionam-se à necessidade de medição do tempo com alguma ação humana específica, como o momento de ver a plantação, de ir ao trabalho ou de comer e, uma outra, mais genérica, de organizar o dia todo. A primeira resposta não explicita o pensamento do porquê saber as horas. Às vezes a omissão reflete algo que é comum aos interlocutores e que não precisa ser dito. Aqui não iremos aprofundar essa vertente de análise. Observamos nas respostas com a citação específica da ação, as associações relacionadas mais estritamente ao texto “*O clima no Egito Antigo e o Relógio de Sol*”, adaptado de Whitrow (1993), e outras mais a sua cotidianidade. O que nos mostra dois movimentos do pensamento, o primeiro que o estudante interage com a situação mais explicitamente e outro, que apresenta uma interpretação do texto. Juntamente com a resposta mais geral, “Para eles saber [sic] as horas”, esses movimentos do pensamento explícitos, no coletivo, possibilitam que todos possam se apropriar dessas formas de pensamento na formação de conceito.

Consoante as afirmações explicitadas pelos estudantes, conclui-se que eles apresentaram pensamentos procedentes de suas próprias reflexões, proporcionando, desse modo, a formação do conceito, se levarmos em consideração que tais afirmações não foram reproduzidas no texto lido, pois segundo o mesmo, o relógio de Sol foi criado pelo homem simplesmente para que a divisão do dia em 24 horas fosse feita.

Na sequência, o professor fez o seguinte questionamento: “O relógio de Sol podia ser usado o dia todo? Por quê?” (FP_14082017). Dentre as respostas dos três estudantes, que se manifestaram oralmente, duas assemelharam-se pelo fato de relacionarem o uso do relógio de Sol com base nas condições da luz solar: “O relógio de Sol não podia ser utilizado o dia todo porque o céu poderia estar nublado”, “Porque se estivesse de noite não daria para usar” (GA_14082017). Apenas a terceira resposta, não se relacionava com a pergunta que havia sido feita, no caso,

“O relógio de Sol funcionava pela estrela Sírius” (GA_14082017). As duas primeiras respostas refletiram o movimento do pensamento ligados à limitação do instrumento de medida criado pelo homem, já que tal informação não consta no texto lido anteriormente. Diante dessas constatações, essas afirmações serviram para que eles, posteriormente, compreendessem a necessidade do homem em criar os demais instrumentos de medidas de tempo. A terceira resposta, por sua vez, refletiu um pensamento diferente ao texto, pois o estudante respondeu à pergunta trazendo elementos discutidos anteriormente, no caso, a respeito da estrela Sírius.

Prosseguindo nas discussões, coletiva e oralmente, os estudantes tiveram que responder a seguinte pergunta: “E no período noturno, como o homem fez para medir o tempo?” (FP_14082017). Nesse momento, apenas um estudante manifestou-se dizendo: “Vendo as estrelas” (GA_14082017). Essa resposta reflete uma dedução, pois inferimos que o estudante tomou como base o que fora discutido anteriormente. Esta resposta foi coerente, tendo em vista que o texto abordado na AOE apontava que as estrelas também eram observadas, por exemplo, a Sírius.

No momento seguinte, o professor fez as seguintes perguntas para os estudantes: “O que vocês observam nas imagens?”, “Vocês já viram esses objetos?”, “Vocês imaginam para que eles servem?” (FP_14082017). Com base nessas questões e observações dos estudantes das imagens das clepsidras (ver figuras 3 e 4) de formato cilíndrico e cônico, apresentadas pelo professor, obtivemos as seguintes respostas: “Um negócio de beber água”, “É parecido com aquele negócio que cai terrinha”, “É um negócio de marcar as horas” (GA_14082017). As três respostas demonstraram um pensamento comparativo, pois eles associaram as imagens visualizadas com objetos já conhecidos, por meio das características externas presentes, caracterizando, segundo Davidov (1988), um pensamento empírico. Por exemplo, quando o estudante comparou a clepsidra de formato cilíndrico com um filtro de barro para se beber água e o outro ao comparar a clepsidra de formato cônico com uma ampulheta. Quando o estudante afirmou que a imagem “É um negócio de marcar as horas”, supomos que ele tenha feito essa associação pelo fato de ao observar a imagem no slide, ter identificado na clepsidra de formato cônico, os 12 números que compunham a sua graduação, representando, cada um deles, a unidade de tempo hora, associados com a divisão das 12 partes formadas pela trajetória da sombra, visto no texto, *O clima no Egito*

Antigo e o Relógio de Sol, adaptado de Whitrow (1993). Em seguida, outro estudante manifestou-se dizendo: “Conforme vai descendo a água, essas marcações são para ver as horas” (GA_14082017). Essa resposta, por sua vez, refletiu um pensamento dedutivo, no sentido de formação da afirmação, porém hipotético no sentido científico, pois apesar de sua fala estar coerente, o mesmo não tinha subsídios para comprová-la, uma vez que o professor não havia falado sobre o significado dos 12 números representados na graduação da clepsidra.

Após a discussão anterior, outros estudantes manifestaram-se dizendo: “Cada parte representa 50 minutos que vão dar uma hora”, “Aqui são segundos e quando a água vai descendo vai dar os minutos”, “Eu acho que cada gotinha pode ser um segundo” (GA_14082017). Estas respostas evidenciaram a elaboração de hipóteses, refletidas por juízos relacionados às unidades de tempo conhecidas por eles, no caso horas, minutos e segundos, e também por meio de relações como, por exemplo, o fato de considerar que o volume de água de uma gotinha ser equivalente a um segundo. Conforme observado, um dos estudantes mostrou incoerentemente uma relação entre horas e minutos se relacionada a que usamos, ao afirmar que uma hora equivalia a 50 minutos. A relação da medida do tempo em minutos e segundos não foi apresentada no texto, logo, se levarmos em consideração o percurso lógico-histórico da AOE, a unidade de medida até então era desconhecida pelo homem.

Um dos estudantes, que até então não havia se manifestado, fez a seguinte afirmação: “Eles fizeram essas 12 marcações para marcar as horas da noite porque como o relógio de Sol não funcionava, era uma forma deles medirem as horas no período da noite” (GA_14082017). Esta resposta refletiu o movimento do pensamento associativo, já que o estudante associou as 12 marcações da clepsidra com as 12 horas do dia relacionadas ao relógio de Sol, comparando, então, este instrumento de medida mais recente com aquele que havia sido criado anteriormente. Além disso, considerou somente como unidade de medida de tempo a hora, que havia sido criada no relógio de Sol, desse modo, inferimos que essa síntese encaminha o movimento do pensamento teórico sobre medição do tempo. Esta resposta, contribuiu para que outros estudantes, no caso três, manifestassem as seguintes opiniões: “Um relógio”, “Um relógio de água”, “É uma espécie de uma ampulheta com água, pois a água sai daqui e cai ali” (GA_14082017). Tais

respostas eram como sínteses do que compreenderam sobre as imagens que representavam relógios de água.

As discussões, neste momento, serviram para que os estudantes percebessem que as clepsidras foram criadas a fim de medir as horas noturnas. Quanto a isto, um estudante fez a seguinte afirmação: “Mas ela poderia ser utilizada durante o dia porque não precisa do Sol” (GA_14082017). A resposta deste estudante evidenciou uma dedução, já que apesar das discussões estarem relacionadas à medição do tempo no período noturno, ele conseguiu perceber que a clepsidra poderia ser utilizada tanto no período da noite quanto no dia e, portanto, não era mais necessário o relógio de Sol. Esse movimento do pensamento, na compreensão da superação do relógio de água em relação ao de Sol, é que permite o desenvolvimento do pensamento teórico que pode se estender para outras situações, enquanto movimento do pensamento generalizante, não necessariamente ligadas a situações sistematizadas de ensino. Porém, reafirmamos que essa foi a intencionalidade da AOE, quanto a aprendizagem.

Por meio desta resposta, um outro estudante afirmou: “Professor, o relógio de água não podia ser utilizado durante todo o dia porque se tivesse um dia muito quente, o Sol iria fazer a água evaporar” (GA_14082017). A fala deste estudante mostrou a limitação em relação ao seu funcionamento, sendo uma de suas limitações causadas por causa das condições climáticas, sem o professor manifestar-se a respeito. Tal estudante poderia ter sido influenciado pela resposta anterior do seu colega ao afirmar que o relógio de água podia ser utilizado o dia todo por não depender do Sol. Essa é também a intencionalidade da AOE, fundamentada na perspectiva histórico-cultural, segundo a qual as relações interpessoais (atividades coletivas) precedem as intrapsíquicas (atividades individuais). Segundo Rubtsov (1996, p. 134), “[...] a aptidão para a aprendizagem é, na verdade, resultado de uma determinada interiorização, de maneira que a atividade de aprendizagem se apresenta, essencialmente, sob a forma de uma atividade realizada em comum”.

A fala do estudante que revela uma dedução da limitação da clepsidra sem ser diretamente questionado indica o movimento do pensamento que busca situações limitadoras na medição com os instrumentos criados. Esse movimento pode ocorrer em outros momentos e situações, ou seja, movimento do pensamento

que permite ao estudante caminhar para reflexões que caracterizem o pensamento teórico.

Ainda com relação à limitação da clepsidra, que surgiu a partir da fala do estudante, o professor fez a seguinte pergunta: “Já que esse relógio de água tem limitação, ele funcionaria em regiões muito frias?” (FP_14082017). Nesse momento, dois estudantes manifestaram-se dizendo: “la congelar a água”, “A água não passaria de um lugar para o outro” (GA_14082017). As respostas dos estudantes foram coerentes com a pergunta pelo fato deles terem citado novas limitações do relógio de água e revelaram, assim, juízos diretamente relacionados com o que acontece com a água em regiões muito frias.

As associações realizadas pelos estudantes, considerando-se o nível de ensino, permitiram relações com a área de Ciências que estuda os estados físicos da água. Embora não mencionado para esses estudantes, no produto da presente pesquisa recomendamos que os professores verbalizem o valor desse conhecimento e ressaltem que embora eles tenham na escola, principalmente a partir do 6º ano, disciplinas de certas áreas do conhecimento, isso não significa que elas se desenvolveram e se desenvolvem separadamente.

Dando prosseguimento à AOE, os estudantes foram indagados: “Como o homem fez para medir as horas na clepsidra?” (FP_14082017). Em seguida, dois estudantes explicitaram as seguintes respostas: “Ele pegou a medida das horas do relógio de Sol e foi colocando nesse”, “Para conseguir fazer as marcações das horas aqui, ele teve que pegar as marcações e usar a ideia das horas que descobriu no relógio de Sol” (GA_14082017). Estas falas evidenciaram que eles relacionaram dois instrumentos de medição com princípios de funcionamentos totalmente diferentes, no entanto, além disso, a relação entre eles era estabelecida por utilizarem a mesma unidade de medida de tempo, no caso, as horas. Estes estudantes perceberam que as horas só puderam ser medidas na clepsidra, graças ao relógio de Sol, a partir do qual elas foram criadas. De fato, pode-se constatar que estes estudantes estavam compreendendo o movimento lógico-histórico de medição de tempo, mesmo que não tivessem explicitado pormenorizadamente.

Com relação ao funcionamento da clepsidra, os estudantes foram assim questionados: “Quanto mais água se coloca no recipiente de cima o que vai

acontecer?” (FP_14082017). Um estudante respondeu: “Aumenta a pressão” (GA_14082017), em seguida, o professor questionou novamente: “Quanto maior a pressão o que acontece?” (FP_14082017). Um estudante afirmou: “Sai mais água” (GA_14082017). Apesar das respostas estarem corretas, estes estudantes provavelmente utilizaram hipóteses (por observarem o professor despejando um certo volume de água na clepsidra), pois pelos documentos oficiais analisados, eles ainda não estudaram os conceitos de pressão e vazão. Em seguida, um estudante afirmou: “Conforme tinha mais água, a pressão era maior, caía mais água contando um determinado período de tempo. Conforme a água ia baixando, essa quantidade ia diminuindo e o tempo seria diferente” (GA_14082017). A resposta do estudante evidenciou que ele obteve a compreensão do funcionamento da clepsidra, a partir do momento que o professor explicou o seu funcionamento (quanto maior a altura da coluna de água no recipiente superior, maior a pressão exercida, aumentando, conseqüentemente, a vazão da água para o recipiente inferior da clepsidra). A adição do conceito de pressão nas respostas, mesmo que intuitivamente, indica que os estudantes estão levando em conta outros elementos que necessitam ser avaliados na medição. Esse é mais um elemento que forma o sistema de relações do pensamento teórico sobre medir o tempo com a clepsidra.

Ainda, no primeiro momento da segunda etapa, dando continuidade às ações, quanto a criação da graduação das clepsidras, constatamos que os grupos, de um modo geral, conseguiram construí-la. Em relação às medidas da distância entre uma marcação e outra na graduação, percebemos que os estudantes conseguiram fazê-las (figura 17) não por saberem usar a régua graduada, mas pelo fato do professor ter mostrado para os mesmos um exemplo de uma graduação pronta feita de 1 em 1 centímetro. Tal conclusão ficou perceptível porque os grupos fizeram a graduação idêntica a utilizada pelo professor. Entretanto, eles haviam sido orientados que poderiam criar a própria graduação.

Figura 17 – Estudantes elaborando a graduação da clepsidra



Fonte: Tiradas pelo autor

Após a realização do experimento prático com a clepsidra, para determinar o período de tempo de uma música, obtivemos as respostas de seis grupos. Desse total, observamos que quatro grupos apresentaram respostas semelhantes, no caso, o G1, G2, G3 e G4, em que relacionaram o período de tempo da música com uma unidade de medida por eles conhecida, no caso, o minuto, como podemos observar a seguir.

G1: “Cada risco feito é um minuto, a água chegou até o segundo risco que forma dois minutos, como o tempo da música”.

G2: “Usando a medida da clepsidra, a música deu aproximadamente 1 minuto e meio”.

G3: “Ao decorrer da música percebemos que teve somente 3 linhas e demorou basicamente 3 minutos, cada aproximadamente 1 minuto”.

G4: “demorou 2,3 minutos para acabar a música...”.

Quanto a resposta do G4 só conseguimos fazer a leitura desse trecho por causa da letra ilegível apresentada no restante do texto (ver em anexo).

Observamos que esses quatro grupos, ao fazerem seus registros escritos, apresentaram seus juízos, que, em síntese, admitiram a distância entre uma marcação e outra na graduação ser de 1 minuto. O volume formado pela água escoada, de um compartimento ao outro por meio de um orifício foi o que eles atribuíram ser o tempo de duração da música. A percepção coerente com o movimento lógico-histórico, deveu-se ao funcionamento desse instrumento de medida no que se refere à utilização da água, que indicava a passagem das horas

ao formar certo volume entre as marcações da graduação no compartimento inferior da clepsidra. Entretanto, os estudantes afirmaram que a distância entre as marcações equivalia a 1 minuto, sendo que essa unidade de tempo não era conhecida pelo homem quando criou a clepsidra, mas sim a hora. Assim, nota-se que o pensamento expresso pelos grupos se associou à unidade de tempo que conheciam, no caso, o minuto. A possibilidade de considerarem o tempo em minuto pode ter ocorrido pelos seguintes motivos: ao elaborar a graduação de suas clepsidras, utilizaram 1 centímetro de distância entre uma marcação e outra, associando essa medida de comprimento a unidade de medida de tempo, criando, assim o minuto. Outro motivo, foi o de associarem o tempo da música por aquelas ouvidas no meio social, em que a maior parte delas têm o tempo de duração em minutos. Quaisquer desses dois motivos são condizentes com o senso de grandeza do experimento, pois a percepção do tempo decorrido entre as marcas não poderia ser uma hora. Quanto ao senso de grandeza, Dias (2007, p. 81) destaca que é “a variação quantitativa da qualidade escolhida como numeral objeto (do agrupamento) repete o processo mental do senso numérico, só que para a grandeza escolhida – tamanho, tonalidade”.

De acordo com as respostas dadas por meio dos registros desses grupos, consideramos que ocorreu uma generalização empírica a partir da hipótese criada pelos estudantes sem qualquer verificação experimental ou dedução somente com bases abstratas ao afirmarem que a distância entre uma marcação e outra era de 1 minuto. Apesar disso, a necessidade de compreender uma equivalência, bem como essa equivalência conter uma unidade de medição, foi explicitada pelos estudantes. Sabemos que o modo de fazer isso, difere das medidas de grandezas geométricas abordadas na matemática: comprimento, área e volume. Nestas, a grandeza que compõe o instrumento que mede é a mesma do que se quer mensurar. Com relação a isso, Dias (2007, p. 96) afirma que “na criação da medida está presente o pensamento de *discretização* da grandeza contínua ao efetuar o processo de *contagem*, ou seja, quantas vezes a unidade cabe no tamanho do que se quer medir”.

Se considerarmos, didaticamente, o minuto como criação dos estudantes, cuja materialização desse tempo decorrido medido por meio da clepsidra, seja o volume de água escoado entre uma marcação e outra, temos nesta dedução um

caminho para o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes que indicamos para o produto deste trabalho. Primeiramente, uma discussão por meio da relação entre as grandezas volume (da água) e unidade de minuto. E, a seguir, a relação desse minuto criado com o relógio de Sol que marca as horas.

Dando continuidade à análise das respostas, consideramos semelhantes as produzidas pelos grupos G5 e G6.

G5: “Olhando a água pingar e vendo o resultado mais ou menos pela medida marcada na fita”.

G6: “A gente viu o tempo olhando as marcações, a água vai pingando e parando na marcação que se refere a um tempo”.

O enfoque das respostas desses grupos foi no movimento da água para determinar o tempo de duração da música. Ao observarem a água pingar do compartimento superior ao inferior da clepsidra, e, conseqüentemente, ao constatarem a diminuição do volume de água no compartimento superior, os estudantes deduziram que poderia ser mensurado pela escala feita por eles. Certamente, esses grupos se diferiram dos demais, uma vez que eles não relacionaram diretamente o tempo de duração da música com nenhuma unidade de medida. Os estudantes conseguiram fazer relações entre o processo de gotejamento e o tempo decorrido. O pensamento expresso no texto do G6 considera o próprio escoamento da água como o ritmo de passagem do tempo, e este pode ser medido pela escala, sem uso ou criação de qualquer outra unidade para o tempo. Além disso, na expressão “a gente viu o tempo olhando as marcações, a água vai pingando e parando na marcação que se refere a um tempo” é promissor para discussões filosóficas, já que o tempo não é material.

Os textos de G5 e G6 contêm ideias que não são explicitados nos outros textos, como o enfoque no movimento por meio do gotejamento. Essa característica concorda com a percepção que temos do tempo decorrido, de movimento. Didaticamente, para o produto, é o que indicamos para discussões que encaminhem o pensamento teórico, relacionar o movimento dos astros, o gotejamento na clepsidra e o tempo decorrido de um evento. Pois o pensamento teórico, segundo Moura (2010, p. 74), “[...] não opera com representações gerais, mas sim com os próprios conceitos”.

Quando os estudantes apenas observavam o objeto pela sua função social imediata, o pensamento permaneceu empírico. E pelas respostas desses dois grupos, percebemos o potencial didático para o desenvolvimento do pensamento teórico. Após a realização do experimento, um estudante fez a seguinte afirmação: “Conforme o relógio de água começou a ter problemas, o homem criou outro tipo de relógio” (GA_15082017). A resposta deste estudante refletiu um movimento do pensamento condizente com a proposta da AOE, de superação de uma criação humana, no caso de instrumentos de medida de tempo, diante de uma limitação que gerou assim novas necessidades. Ou seja, ao homem coube o papel de sempre inovar em suas criações, já que procurava suprir suas necessidades conforme a sociedade ia se transformando com o passar do tempo.

A fala do estudante, citada anteriormente, propiciou a continuidade da AOE. Em seguida, o professor mostrou para os estudantes uma ampulheta feita com garrafa *pet* e os questionou da seguinte forma: “Por que o homem criou a ampulheta?” (FP_16082017). Nesse momento, três estudantes explicitaram suas respostas: “A ampulheta podia ser usada a qualquer momento do dia. Não precisa do Sol e nem precisa de água”, “Eles precisavam criar um relógio que não tivesse nenhum tipo de desvantagem e que pudesse ser utilizado a qualquer momento”, “Criou a ampulheta porque não tem problema nenhum” (GA_16082017). A fala dos estudantes evidenciou um processo de comparação dos instrumentos de medição do tempo apresentados, concluindo que a ampulheta não apresentava desvantagens em relação ao seu uso.

A primeira resposta especifica o fato do relógio não depender nem do Sol nem da água, pois durante a AOE já foi possível refletir sobre as limitações do relógio de Sol e da clepsidra. A segunda resposta possui um pensamento generalizante, pois o estudante afirma que este instrumento de medida não possui nenhuma desvantagem.

As falas anteriores fizeram com que uma estudante se manifestasse dizendo: “Mas podia ter desvantagem se o material onde ficava a areia poderia furar ou quebrar. Se a ampulheta quebrasse, isso seria uma desvantagem” (GA_16082017). A estudante associou a desvantagem da ampulheta ao compará-la com os demais instrumentos de medidas já discutidos, podendo desse modo, ter adquirido uma percepção de que as criações humanas foram limitadas quando nos referimos ao

seu funcionamento. A partir dessa conclusão, foi possível abordar as desvantagens em se utilizar uma ampulheta.

Por conseguinte, os estudantes foram questionados da seguinte maneira: “Este instrumento precisava ser manipulado por alguém?” (FP_16082017). Dois estudantes manifestaram suas opiniões, que se assemelharam: “Sim, mas às vezes ele podia esquecer de virar a ampulheta”, “Nesse esquecer de virar a ampulheta, passou um certo tempo” (GA_16082017). As falas dos estudantes foram coerentes, já que perceberam a necessidade deste instrumento ser manipulado. Outro estudante na sequência disse: “Todos os relógios criados pelo homem têm desvantagens. Inclusive o de ponteiro que a gente usa. Se ele não tiver a pilha, não funciona”. Este estudante também fez uma comparação entre os diversos instrumentos de medidas criados pelo homem, só que dessa vez avançou na história ao citar um tipo de relógio moderno, no caso, o relógio mecânico que não havia até então sido levado para discussão. Mediante tal reflexão, dizemos que ocorreu o movimento no pensamento associado ao lógico-histórico da medição do tempo e limitações dos instrumentos.

Na sequência, os estudantes foram indagados a responder a seguinte questão: “Como a ampulheta funciona?” (FP_16082017). Obtivemos a participação de dois estudantes que responderam: “Quando a areia cai ela marca um certo tempo”, “É tipo um relógio de água. Daí você vai ter a vazão da areia e não da água” (GA_16082017). Novamente as falas dos estudantes evidenciam um processo de comparação entre instrumentos de medida. Apesar disso, um dos estudantes conseguiu fazer uma relação entre o princípio de funcionamento da clepsidra e da ampulheta ao afirmar que em ambos os instrumentos ocorreu um processo de vazão. Em seguida, o professor propôs a seguinte questão: “Como o homem fez para medir as horas com as ampulhetas?” (FP_16082017). Um estudante respondeu: “Ele olhava para o relógio de Sol. Enquanto a sombra se movia até completar uma hora era o tanto de areia que representava uma hora” (GA_16082017). A fala do estudante refletiu um movimento no pensamento ao trazer elementos discutidos anteriormente, no caso, o fato da hora ter sido criada no relógio de Sol.

Com relação ao experimento com o uso da ampulheta, para se determinar o tempo de duração do desenho animado, obtivemos as respostas de seis grupos.

Desse total, o G1 associou sua resposta com um tempo estimado, ao afirmar que: “Dá para ver o tempo mais ou menos porque a areia escorreu de uma garrafa para a outra e pelo o que nós vimos, deu quase a garrafa inteira”. Esta resposta, mostra que o G1 não se preocupou em determinar o período de tempo do desenho de forma precisa, já que utilizaram as expressões “mais ou menos” e “deu quase”.

As respostas dos grupos G2, G3, G4 e G5 foram:

G2: “A quantidade aproximada foi de 12 dedos”.

G3: O equivalente a areia caindo, dá 2 garrafas ou 19 minutos”.

G4: “O período do desenho foi aproximadamente 5 minutos. Marcamos o tempo com os dedos”.

G5: “Deu 13 e meia ampulheta”.

Estas respostas, por sua vez, refletiram juízos procedentes de uma comparação e de uma dedução, já que fizeram a associação que reflete procedimentos de medida. Por exemplo, isso foi possível de ser comprovado por causa da seguinte fala de um estudante: “Nós imaginamos, como se cada dedo equivalesse a 1 minuto” (GA_21082017).

Ao analisar a resposta do G5, percebemos que a sua estratégia foi a de utilizar o volume de areia por meio da contagem de ampulhetas. Já o G3, ao ser questionado pelo professor como chegaram a determinada resposta, respondeu: “Nós medimos a areia com a régua. Deu 9 centímetros e meio. Como nós usamos duas ampulhetas, nós multiplicamos por 2 que deram 19 minutos” (GA_21082017). Não diferente dos outros grupos, este ao invés de relacionar a unidade minuto com os dedos, fizeram o mesmo, só que dessa vez relacionando à unidade de medida de comprimento, no caso, como se 1 centímetro equivalesse a 1 minuto. A figura 18 mostra os estudantes utilizando uma régua para medir a altura que a porção de areia ocupa no recipiente.

Figura 18 – Estudantes realizando o experimento com a ampulheta



Fonte: Tirada pelo autor

O G6 seguiu a mesma linha de raciocínio do G3, ao afirmar: “O nosso grupo usou uma régua para medir os centímetros”.

Na aula seguinte, dando continuidade na AOE, ao abordar o período da Idade Média (476-1492 d.C.), o professor indagou os estudantes: “Por que o homem precisou pensar na criação de um novo instrumento de medida de tempo?” (FP_22082017). Um dos estudantes manifestou-se dizendo: “Para não perder o horário” (GA_22082017). Em seguida, o professor fez uma nova pergunta: “Se a Igreja utilizasse a ampulheta, ela conseguiria fazer com que eles administrassem bem o tempo?” (FP_22082017). Repentinamente, um estudante se manifestou: “É por isso que eles inventaram aqueles relógios grandes que ficavam nas torres das igrejas” (GA_22082017). A resposta do estudante indica que ele percebeu a relação da necessidade de se criar um relógio que poderia ser visto a distância.

Com relação aos relógios mecânicos, em especial o relógio de pulso, os estudantes foram questionados: “Cite uma vantagem de se utilizar o relógio de pulso” (FP_22082017). Um estudante imediatamente respondeu: “A vantagem era porque a pessoa poderia carregar o relógio com ela e ele não era tão pesado quanto o relógio de torre que não poderia ser transportado por ser pesado e ficava parado” (GA_22082017). A resposta indica que o estudante refletiu sobre as vantagens e desvantagens em relação à utilidade dos relógios e suas características físicas, como o seu tamanho e a massa. Provavelmente, ao fazer essa relação, o estudante

compreendeu que os relógios foram se modernizando com o passar do tempo para facilitar a vida do homem quanto a sua organização em suas atividades diárias.

Em relação ao relógio de torre, outro estudante se manifestou: “A vantagem deste relógio aqui de torre é que quando você está num lugar e esquece o relógio de pulso, para você saber as horas era só olhar para ele” (GA_22082017). A resposta deste estudante mostrou que ele não se preocupou com a característica do objeto (relógio), mas com sua função social que era a de informar as horas e minutos para a sociedade, já que ficava em um lugar em que as pessoas poderiam vê-lo.

Ao ser abordada, na AOE, a Primeira Revolução Industrial (séc. XVIII e séc. XIX), um estudante, assim que visualizou a imagem apresentada pelo professor (ver figura 15), fez a seguinte afirmação: “Aquele relógio ali na imagem serve para controlar o tempo de trabalho das pessoas na fábrica? Horário de entrar e sair?” (GA_22082017). A resposta refletiu um conhecimento do estudante, uma vez que o professor não havia comentado a respeito do tempo de trabalho dos operários nas fábricas e indústrias, mas apenas o que havia sido a Primeira Revolução Industrial.

Aproveitando este momento, o professor fez a seguinte indagação: “Com o surgimento da Primeira Revolução Industrial, podemos afirmar que nas sociedades industriais Tempo é dinheiro?” (FP_22082017). Neste momento, dois estudantes explicitaram suas opiniões, afirmando: “Sim, pois as pessoas vão receber um salário pelo tempo que elas trabalham”, “Os donos das fábricas também vão ganhar dinheiro se a fábrica funcionar várias horas” (GA_22082017). As respostas dos estudantes refletiram pensamentos sob o ponto de vista do operário e sob o ponto de vista do dono da fábrica, a partir do momento que conseguiram fazer as seguintes relações: para sobreviver, o homem teve que separar um tempo de sua vida destinado ao trabalho e, dessa forma, prover o sustento para si próprio ou para a família, e também, ao relacionar tempo de funcionamento da fábrica e lucro obtido, ou seja, quanto mais horas a fábrica funcionava, maior seria a produção e, conseqüentemente, maior o lucro.

Na sequência, os estudantes foram questionados: “Qual o papel do tempo nas nossas vidas?” (FP_22082017). Obtivemos quatro respostas que se relacionaram à organização da vida do homem. A primeira resposta dita pelo estudante foi: “O tempo serve para organizar a vida das pessoas hoje como

organizava antigamente” (GA_22082017). A resposta, indica o movimento de reflexão, ao comparar a organização da vida em períodos históricos distintos. Inferimos que ele sintetizou a relação sobre medição do tempo e os meios que o homem fez para organizar a vida.

As demais respostas foram: “Para trabalhar”, “A pessoa vai saber a hora que tem que acordar”, “Comer, dormir” (GA_22082017). Em relação às demais falas, compreendemos que os estudantes refletiram juízos procedentes do cotidiano, pois deram exemplos de ações que as pessoas executam no dia a dia.

Por conseguinte o professor fez uma síntese sobre medição do tempo, em que os estudantes deveriam individualmente responder a quatro questões: “Quais foram os motivos que fizeram o homem começar a se preocupar com as questões relacionadas à medida de tempo e quais os instrumentos que o homem criou para medir o tempo ao longo da história?”, “Quais eram as vantagens e desvantagens de utilizar a ampulheta em relação ao relógio de Sol e a clepsidra?”, “O que os instrumentos medem?”, “O que vocês compreendem por tempo?”.

A questão 1 (Quais foram os motivos que fizeram o homem começar a se preocupar com as questões relacionadas à medida de tempo e quais os instrumentos que o homem criou para medir o tempo ao longo da história?) propiciou que os estudantes fizessem considerações sobre o movimento lógico-histórico da medição do tempo por meio da atividade orientadora de ensino desenvolvida. Para a análise dessa questão, separamos as respostas em categorias: quanto aos motivos, relacionados à organização da vida cotidiana e quanto aos instrumentos, os citados; a resposta parcial caracteriza os motivos ou os instrumentos citados; incoerente, para a resposta que não se relaciona com a pergunta; em branco para as não respondidas.

Tabela 1 - Quais foram os motivos que fizeram o homem começar a se preocupar com as questões relacionadas à medida de tempo e quais os instrumentos que o homem criou para medir o tempo ao longo da história?

Respostas	Número de Estudantes
Organizar a vida e citação de instrumentos	24
Resposta Parcial	4
Incoerente	2
Em branco	1

Fonte: Elaborado pelo autor

Com base nas informações da tabela acima, identificamos que 24 estudantes relacionaram suas respostas com a organização da vida do homem e citaram alguns dos instrumentos de medidas por ele criados. Desse total, selecionamos cinco respostas, já que as demais eram semelhantes, são elas: “Ele começou a lidar com o tempo para organizar as atividades do ser humano. O homem criou o relógio de Sol, a clepsidra, a ampulheta, o relógio de bolso e o relógio de pulso” (FE_25082017), “Que ele precisava se organizar na sua vida e o tempo é uma forma de organização. Os instrumentos são: o relógio de água e a ampulheta” (FE_25082017), “Para se organizar. O relógio de Sol, o de água, a ampulheta e o digital” (FE_25082017), “Para o homem ser mais organizado. A ampulheta, relógio de Sol, clepsidra e o relógio digital” (FE_25082017), “Para dividir o tempo para realizar as suas tarefas. O relógio de Sol, relógio de água e a ampulheta” (FE_25082017). Inferimos, desse modo, que tais respostas, corroboraram para que os estudantes compreendessem a ideia do movimento lógico-histórico da medição do tempo (que consistia em propiciar por meio da história que a medição do tempo ocorreu de diversas formas) por meio da criação dos instrumentos de medidas, sendo estes os responsáveis por suprir as necessidades humanas. Além disso, os estudantes conseguiram exemplificar os instrumentos de medidas que foram estudados em sala de aula, apesar de alguns não se lembrarem de todos eles.

Diante da tabela 1, observamos que somente quatro estudantes responderam à pergunta de forma parcial, uma vez que citaram apenas os instrumentos de

medidas apresentados no movimento lógico-histórico desenvolvido. Entretanto, a questão solicitava duas respostas, desse modo, caracterizando-a como incompleta. O estudante que deu uma resposta incoerente fez a seguinte afirmação: “Criou machados e espadas” (FE_25082017). Esta resposta refletiu um juízo proveniente da sua imaginação, pois em nenhum momento da atividade orientadora de ensino, tais instrumentos foram citados, já que o nosso enfoque foi a abordagem dos instrumentos de medição do tempo.

Cabe ressaltar que a questão 1 foi de difícil compreensão por parte de alguns estudantes, já que após a sua leitura, diziam não ter compreendido o que a mesma solicitava. Devido a essa situação, o professor necessitou intervir na leitura. Mesmo com a intervenção feita pelo professor, dois estudantes deixaram suas respostas em branco. Uma hipótese para isso, pode ter ocorrido pelo fato deles não terem compreendido o movimento lógico-histórico de medição de tempo, ou por terem se ausentado em alguma aula, já que nem todos os estudantes foram assíduos quanto a participação da pesquisa.

A questão 2 (Quais eram as vantagens e desvantagens de utilizar a ampulheta em relação ao relógio de Sol e a clepsidra?) foi feita para que os estudantes refletissem a respeito das limitações apresentadas pelos instrumentos quanto ao seu funcionamento, condição essa, que fez o homem criar novos instrumentos de medida com o passar do tempo para suprimento de suas necessidades.

Para a análise desta questão, separamos as respostas nas seguintes categorias: coerente, para os apontamentos em relação às vantagens e desvantagens dos instrumentos; incoerente, quando não foram citadas as vantagens e desvantagens dos instrumentos citados; em branco para as não respondidas.

Tabela 2 - Quais eram as vantagens e desvantagens de utilizar a ampulheta em relação ao relógio de Sol e à clepsidra?

Respostas	Número de Estudantes
Coerente	18
Incoerente	8
Em branco	5

Fonte: Elaborado pelo autor

Após fazer a análise das respostas dos estudantes quanto a essa questão, optamos por não citar todas elas pelo fato de assemelharem-se. Dentre as respostas que se enquadram na categoria coerente, foram selecionadas: “O relógio de Sol não pode ser usado a noite e a ampulheta pode ser utilizada a noite, mas a ampulheta precisa ser virada constantemente e pode ser esquecida e assim pode passar o tempo sem as pessoas verem. A clepsidra pode evaporar a água. A ampulheta não tem esse problema, mas a ampulheta pode ser quebrada facilmente” (FE_25082017), “Desvantagem: o relógio de Sol não dá para medir a noite, mas só de dia e a ampulheta dá para medir de dia e de noite. Vantagem: que os dois medem o tempo. Desvantagem: que a ampulheta tem que ficar observando para a hora terminar, virar. A vantagem eu não sei” (FE_25082017), “Vantagens: a ampulheta pode usar nos dias e nas noites, já o relógio de Sol só de dia e o relógio de água também pode usar de dia e de noite. Desvantagens: a ampulheta tem que ficar virando toda hora. Já o relógio de Sol só usa de dia e a clepsidra tem que ficar colocando água” (FE_25082017), “Vantagens: serve para o dia e a noite e pode carregar para os lugares. Desvantagens: tem que ficar virando e quebra ou racha” (FE_25082017), “Desvantagem: ampulheta é menos precisa para conseguir ver as horas. Vantagem: é que a ampulheta não congela, não evapora e etc” (FE_25082017). As respostas desses estudantes, por sua vez, corroboram que ocorreu movimento no pensamento, pois conseguiram, por meio da comparação dos instrumentos identificar as vantagens e desvantagens do uso da ampulheta relacionando-a com o relógio de Sol e a clepsidra quanto ao seu funcionamento para suprir a necessidade do homem. Por meio das informações contidas na tabela 2,

pode-se dizer que os estudantes, de um modo geral, compreenderam o movimento lógico-histórico da medição de tempo.

Ainda com relação às informações da tabela 2, inferimos que 8 estudantes forneceram respostas incoerentes: “Cada uma mede diferente da outra” (FE_25082017), “A ampulheta tem areia, o relógio de Sol de acordo com o movimento ele muda de posição e a clepsidra tem água e você sabe quanto tempo dá” (FE_25082017), “A ampulheta conforme você vira cai a areia e você vê o horário. O relógio de Sol você vê a sombra da varetinha e já sabe a hora, e a clepsidra tem os números, aí você coloca a água e vai chegar num certo número e você vai saber” (FE_25082017). Ao analisar estas respostas, percebemos que os estudantes demonstraram dificuldade para interpretar a questão, pois abordaram o funcionamento dos instrumentos de medidas e não fizeram referência ao que a pergunta solicitava.

Do total de estudantes que responderam essa questão, percebemos que cinco deles deixaram as respostas em branco. A hipótese que justifica esse fato pode ter ocorrido pela falta de compreensão do movimento lógico-histórico ou pela ausência dos estudantes nas aulas.

Para a questão 3 (O que os instrumentos medem?), categorizamos as respostas dos estudantes em: o tempo, para as respostas relacionadas somente a esta grandeza. Exemplos de unidades de medidas de tempo, para as respostas que citam as unidades; incoerente quando a resposta cita instrumentos de medidas.

Tabela 3 – O que os instrumentos medem?

Respostas	Número de Estudantes
O tempo	13
Exemplos de unidades de medidas de tempo	16
Incoerente	1
Em branco	1

Fonte: Elaborado pelo autor

Após fazer a análise das respostas dos estudantes quanto a essa questão, devido à semelhança do conteúdo das respostas, optamos por não citar todas.

Com base nas informações da tabela 3, percebemos que 13 estudantes restringiram suas respostas apenas a uma grandeza mensurável, no caso, o tempo. Como exemplo, obtivemos as seguintes respostas: “Medem o tempo” (FE_25082017), “Medem o tempo com os instrumentos” (FE_25082017), “O tempo do mundo” (FE_25082017), “O tempo” (FE_25082017). Entretanto, a pergunta não tinha relação apenas com a grandeza tempo, pelo contrário, era uma pergunta que abrangia as demais grandezas mensuráveis. Contudo, ao afirmarem que os instrumentos medem o tempo, como hipótese, compreendemos que isso pode ter acontecido pelo fato da atividade orientadora de ensino desenvolvida para os estudantes abranger o movimento lógico-histórico de medição do tempo.

Analisando a tabela 3, percebemos que 16 estudantes utilizaram exemplos de unidades de medida de tempo como resposta para a pergunta: “Horas e até dias” (FE_25082017), “Horas, minutos, segundos, quando pode chover” (FE_25082017), “Dias, horas, anos, etc” (FE_25082017), “Dia, noite, etc” (FE_25082017). Estas respostas evidenciaram que os estudantes restringiram o seu pensamento àquelas que foram discutidas na atividade orientadora de ensino.

Do total de estudantes, um apresentou uma resposta que foi categorizada como incoerente, uma vez que ele não respondeu o que lhe havia sido perguntado: “Relógio de Sol e clepsidra” (FE_25082017). Esta resposta, por sua vez, mostra que o estudante se distanciou do que havia sido perguntado.

Nessa questão, apenas um estudante deixou a resposta em branco. Provavelmente, as hipóteses para a atitude do estudante tenham sido as mesmas citadas nas questões anteriores.

A questão 4 (O que vocês compreendem por tempo?) subsidiou um diagnóstico quanto ao movimento do pensamento dos estudantes, uma vez que na primeira etapa da atividade orientadora de ensino, a mesma já havia sido feita. Para essa questão, categorizamos as respostas: equivalência entre grandezas e unidades, para os estudantes que ainda não compreenderam a diferença entre a grandeza e suas respectivas unidades de medidas; organizar a vida do homem, para

aqueles que concebem o tempo sob esse viés; em branco para as não respondidas.

Tabela 4 – O que vocês compreendem por tempo?

Respostas	Número de Estudantes
Equivalência entre grandeza e unidades	21
Organizar a vida do homem	9
Em branco	1

Fonte: Elaborado pelo autor

Por meio da análise e comparação das respostas da primeira e terceira etapa, percebemos que 21 estudantes continuaram com a mesma opinião a respeito do que compreendiam por tempo. As respostas refletiram juízos procedentes do cotidiano como podemos verificar nas respostas apresentadas a seguir: “As horas, os dias” (FE_25082017), “Tempo é hora, minuto, segundos, meses, anos, séculos, milênios, etc”. (FE_25082017), “Tempo para mim é para marcar os dias, as horas, meses e anos” (FE_25082017), “A sucessão dos anos, dias, horas, etc” (FE_25082017). Além disso, ressaltamos que tais estudantes não conseguem diferenciar a grandeza das suas respectivas unidades de medidas, como é o caso, do estudante que afirma que o “Tempo é hora, minuto, segundos, meses, anos, séculos, milênios, etc”, como, por exemplo, o tempo e a hora serem equivalentes.

Do total de estudantes, vimos que 9 obtiveram respostas semelhantes. Para eles: “O tempo é para a gente organizar a nossa vida” (FE_25082017), “O tempo é o que as pessoas usam para entrar e sair dos lugares, hora de comer, hora de ir para a escola e etc” (FE_25082017), “O tempo foi uma grande conquista. Ótimo para saber as horas” (FE_25082017), “O tempo são números que servem para organizar a vida do homem” (FE_25082017). Estes, relacionaram suas respostas com o movimento lógico-histórico de medição de tempo, já que as suas falas eram condizentes com as discussões realizadas, pois foi discutido sobre as necessidades humanas de sobrevivência. Do total de estudantes, somente 1 deixou sua resposta em branco.

Em suma, a síntese, de um modo geral, evidenciou, pelas análises feitas, que os estudantes tiveram dificuldade para interpretar as questões reflexivas

(relacionadas ao movimento lógico-histórico). Segundo a professora responsável pela turma, os estudantes não estavam acostumados a responder este tipo de questionário, e muitos não eram alfabetizados. Outra hipótese é o fato da forma como o currículo escolar é estruturado, já que pelas análises feitas nos documentos oficiais, identificamos que os conceitos relacionados ao ensino do tempo, tem sido abordado de forma empírica (ver capítulo 3), na educação infantil e no ensino fundamental I. Devido a essa realidade, entendemos que os estudantes não estão sendo preparados para o desenvolvimento do conhecimento teórico, cabendo a escola, a responsabilidade em fornecer um ensino de qualidade.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O pressuposto desta pesquisa surgiu a partir de estudos realizados no grupo de pesquisa em História e Epistemologia na Educação Matemática (HEEMa), cujo enfoque tem sido desenvolver uma interface entre história, ensino e aprendizagem da matemática.

Atualmente, as discussões do grupo têm se direcionado às potencialidades didáticas de documentos originais antigos, sobretudo, entre os séculos XV a XVII, no que tange a instrumentos matemáticos. Além disso, nesse contexto, é estudado como se processa a formação do pensamento no homem, diante das necessidades por ele criadas.

A interface discutida no grupo está sintetizada na articulação entre “o movimento do pensamento na formação de conceitos e o contexto no qual tais conceitos foram desenvolvidos” (SAITO; DIAS, 2013, p. 89). A articulação, no que se refere à formação de conceitos, tem por base o movimento lógico-histórico abordados por Kopnin (1978). São nesses princípios metodológicos que essa pesquisa se organiza em relação à medição do tempo. O movimento lógico-histórico de medição de tempo teve como direcionamento a abordagem dos seguintes temas: suprimento das necessidades humanas e instrumentos de medição de tempo.

A escolha do conceito de medição do tempo deveu-se pelo fato do mesmo estar presente no currículo de matemática, no qual procurou-se fazer uma análise dos documentos oficiais para investigarmos como essa temática tem sido proposta. Para isso, analisamos os seguintes documentos oficiais: Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil (RCNEI), Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Matemática e de Ciências (ensino fundamental I e ensino fundamental II), Proposta Curricular do Estado de São Paulo (PCESP) de matemática e ciências (ensino fundamental II), Proposta Curricular do Estado de São Paulo de física (ensino médio), e Orientação Curricular do estado de São Paulo (OCESP) para o ensino fundamental (anos iniciais) de matemática.

A análise feita, nos documentos citados e nos livros didáticos, possibilita inferir que o conceito de tempo tem sido ensinado de forma restrita (ver capítulo 3). A teoria e os exercícios apresentados não propiciam aos estudantes uma reflexão

do movimento lógico-histórico, ou seja, dos conceitos historicamente produzidos pelo homem.

Foi nesse contexto que surgiu a questão de investigação desta pesquisa: Qual o movimento do pensamento que se pode inferir por meio da elaboração de uma atividade orientadora de ensino baseada no movimento lógico-histórico de medição de tempo?. Desta questão, originou-se o objetivo geral que é o de investigar o movimento do pensamento de estudantes do 6º ano do ensino fundamental II a partir de uma atividade orientadora de ensino com ênfase no movimento lógico-histórico de medição de tempo. Pelo fato da presente pesquisa inserir-se no programa de mestrado profissional para Educação Básica, o produto, nomeado caderno didático, contém a Atividade Orientadora de Ensino e o movimento lógico-histórico elaborado, cujo enfoque são instrumentos de medida do tempo relacionados ao contexto sócio-histórico em que foram criados.

Mediante esses pontos, entendemos que o produto dessa dissertação foi desenvolvido como uma contribuição ao desenvolvimento do pensamento teórico para que os estudantes, por meio do movimento lógico-histórico, compreendam que o homem considerou o tempo como uma grandeza mensurável a partir do momento que busca estratégias para suprimento de suas necessidades cotidianas.

Embora a AOE tenha sido desenvolvida com estudantes do 6º ano, concluintes do primeiro ciclo do ensino fundamental I, pode ser utilizada em outros níveis de ensino, a critério do professor. Inclusive podendo ser rediscutido, alterado, adaptado, pois não se trata de um produto engessado.

A atividade orientadora de ensino foi elaborada a partir de estudo histórico sobre instrumentos de medição do tempo, cuja síntese compôs um movimento lógico-histórico sobre o assunto. A organização do ensino teve por base os princípios teórico-metodológicos da AOE descritos por Moura (2010), os quais se fundamentam, como esta pesquisa, na perspectiva histórico-cultural.

Com relação às análises do movimento do pensamento em relação ao conceito de medição do tempo, elas foram feitas a partir dos registros orais e escritos dos estudantes durante a atividade orientadora de ensino, sobretudo, de cada situação desencadeadora de aprendizagem: Concepções sobre o tempo; A

necessidade humana: a criação dos instrumentos de medidas; Leitura do Texto *As cheias do Rio Nilo*; Leitura do Texto “*O clima no Egito Antigo*” e o “*Relógio de Sol*”; Observação das clepsidras; Experimento com Clepsidra; Experimento com Ampulheta; Experimento com Clepsidra e Ampulheta; Leitura do texto “*O advento do Relógio Mecânico*”; Observação das imagens relacionadas a Primeira Revolução Industrial e Síntese das discussões estabelecidas: fechamento.

O desenvolvimento da AOE, junto aos estudantes, possibilitou tanto avaliar a AOE elaborada quanto os aspectos da formação do pensamento sobre medição de tempo de um grupo de estudantes do 6º ano de uma escola estadual pública do município de Bauru.

A atividade orientadora de ensino, por sua vez, foi elaborada em três etapas.

Na 1ª Etapa os estudantes puderam manifestar suas concepções, com relação ao conceito de tempo e formas que o homem criou para medi-lo. As respostas dos estudantes, por sua vez, refletem juízos relacionados aos instrumentos de medidas que fazem parte de suas vidas e aproximam-se daquelas apresentadas nos documentos oficiais.

A 2ª etapa proporcionou aos estudantes conhecer um movimento lógico-histórico de medição de tempo por meio dos instrumentos de medidas criados pelo homem como forma de suprir suas necessidades. Essa interface entre história e ensino de matemática permitiu a expressão do pensamento dos estudantes sobre os conceitos de medição de tempo. Ao trazer novos elementos para os estudantes, percebemos que eles acompanharam o desenvolvimento da AOE, já que as situações desencadeadoras de aprendizagem possibilitaram momentos de reflexão, por exemplo, quando o estudante faz a relação de um momento anterior com um atual. O movimento lógico-histórico possibilitou a construção de um pensamento para avaliar as limitações de um certo instrumento para uma determinada necessidade em um determinado período histórico. Além disso, esta etapa forneceu indícios da formação de pensamentos complexos, que desenvolvem o pensamento teórico, como é o caso da comparação de dois instrumentos de medidas que têm uma unidade de medida mediadora dessa comparação, como por exemplo, o relógio de Sol e a clepsidra, ambos medirem a hora. Cabe ressaltar que apesar de alguns estudantes não diferenciarem a grandeza e suas unidades de medida, o pensamento

possibilitou no coletivo a compreensão de ideias que se relacionaram com a AOE. E por fim, o fato dos estudantes acompanharem a atividade proposta, já exercitaram um pensamento de superação de determinado instrumento, que revela um potencial para o desenvolvimento do pensamento teórico.

A 3ª etapa, que teve o objetivo de contribuir com o desenvolvimento do pensamento de síntese dos estudantes sobre o conceito abordado, possibilitou aos mesmos refletirem sobre as discussões realizadas durante a AOE, como um todo. Esse momento serviu para o professor realizar uma avaliação formativa, visando que os estudantes estabelecessem relações mais abrangentes, por meio das seguintes questões: Quais foram os motivos que fizeram o homem começar a se preocupar com as questões relacionadas à medida de tempo e quais os instrumentos que o homem criou para medir o tempo ao longo da história? Quais eram as vantagens e desvantagens de utilizar a ampulheta em relação ao relógio de Sol e a clepsidra? O que os instrumentos medem? O que vocês compreendem por tempo? As duas primeiras questões relacionam-se ao movimento lógico-histórico, porém com relações mais complexas, exigindo dos estudantes reflexão para respondê-las. Por meio das análises feitas, no lógico-histórico da medição do tempo, inferimos que os estudantes confundem grandeza com unidades de medidas. Quanto às outras duas questões, entendemos que elas servirão para pesquisas futuras em termos de desenvolvimento de generalização teórica do que é medir. Além disso, também possibilitam rediscutir o tempo enquanto grandeza mensurável.

As análises, por sua vez, foram fundamentadas em aspectos do pensamento empírico e teórico (DAVIDOV, 1988) a fim de compreender o movimento do pensamento sobre a medição do tempo e, com isso, as potencialidades de aprendizagem com AOE elaborada a partir do movimento lógico-histórico de medição de tempo sintetizado com as contribuições sobretudo de Kopnin (1978), Dias (2007) e Moura (2010).

Cabe ressaltar que, essa pesquisa de campo, sob a metodologia colaborativa, possibilitou fazer algumas considerações a respeito da organização do ensino. Os estudantes demonstraram dificuldade quanto a escrita e leitura de textos. Além disso, não estavam acostumados a responder perguntas que exigiam reflexão, sem contar a existência, na classe, de estudantes com dificuldades de leitura. Apesar da

pesquisa não analisar sob pressupostos teóricos estes fatores, entendemos que os mesmos podem ter contribuído para que os estudantes apresentassem dificuldade para interpretar os textos sobre o movimento lógico-histórico de medição de tempo.

E, por fim, essa dissertação suscitou aspectos que poderão servir para o desenvolvimento de pesquisas futuras como, por exemplo, a compreensão do conceito de tempo sob o viés filosófico e a organização do ensino para a formação do pensamento teórico. Além disso, os resultados obtidos nessa pesquisa podem contribuir com a interface entre história e ensino de matemática, enriquecer os estudos relacionados à formação do pensamento de estudantes, sobretudo, relacionados à formação de conceitos teóricos e servir como reflexão e futuros estudos que visem a melhoria da educação básica.

REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia**. Tradução: Alfredo Bosi. 5ª edição. – São Paulo: Martins Fontes, 2007.

ALBERTI, L. B, 1404-1472. **Matemática Lúdica** / Leon Battista Alberti; edição apresentada e comentada por Pierre Souffrin; tradução, André Telles. – Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2006.

BOYER, C. B. **História da Matemática**; tradução: Elza F. Gomide. São Paulo, Edgar Blucher, 1974.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: introdução aos parâmetros curriculares nacionais/ Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências Naturais/ Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Matemática/ Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Matemática/ Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil**/ Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1998. 3v: il.

BRASIL. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. **Currículo do Estado de São Paulo**: Ciências da Natureza e suas tecnologias/ Secretaria da Educação; - São Paulo: SEE, 2010.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Orientação Curricular do Estado de São Paulo**: Matemática – anos iniciais do ensino fundamental. Coordenadoria de Gestão da Educação Básica. – São Paulo, 2014.

BRITO, A. J. Tempo, História e Educação Matemática. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 30, n. 55, p. 390-401, ago. 2016.

CAJORI, F. **Uma história da Matemática**; tradução de Lázaro Coutinho. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2007.

CARAÇA, B. de. J. **Conceitos Fundamentais da Matemática**. 7ª ed. Lisboa: Editora Gradiva, 2010.

CONTADOR, P. R. M. **Matemática, uma breve história** – vol 1. Paulo Roberto Martins Contador. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.

CRESWELL, J.W. **Projeto de pesquisa: método qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. São Paulo: Artmed, 2007.

DAVYDOV, V. V. **La enseñanza escolar y El desarrollo psíquico**. Havana: Editorial Progreso, 1988.

DAVIDOV, V. V. **Tipos de generalización en la enseñanza**. Havana: Pueblo y Educación, 1982.

DIAS, M. S. **Apropriação de conceitos pedagógicos e didáticos na formação do professor de matemática**. Bauru/SP: Departamento de Educação – FC-UNESP, 3.jun.2013. 54 p. Relatório científico, Edital 14/2012 PROPe-UNESP.

DIAS, M. S. **Formação da imagem conceitual da reta real: um estudo do desenvolvimento do conceito na perspectiva lógico-histórica**. Tese. 2007. 252 f. (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

DIAS, M. da S.; SAITO, F. Interface entre história da matemática e ensino: uma aproximação entre historiografia e perspectiva lógico-histórica. In: IV Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, 2009, Brasília. **Anais do IV Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**. Brasília: SBEM, 2009. p. G05-G05.

ELIAS, N. **Sobre o tempo**. Norbert Elias; editado por Michael Schroter; tradução: Vera Ribeiro; revisão técnica: Andrea Daher. – Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed. 1998.

EVES, H. **Introdução à história da matemática**. Howard Eves; tradução Hygino H. Domingues. 5ª ed. – Campinas: Editora da UNICAMP, 2011.

FERREIRA, V. M. R.; ARCO-VERDE, Y. F. de. S. **Chrónos & Kairós: o tempo nos tempos de escola**. Educar, Curitiba, n. 17, p. 63-78. 2001. Editora da UFPR.

HOGBEN, L. **Maravilhas da Matemática**. 2. Ed, trad. Paulo M. da Silva, Roberto Bun e Henrique C. Pfeifer. Porto Alegre: Globo, 1970.

IBIAPINA, I. M. L de M. **Pesquisa Colaborativa: Investigação, formação e produção de conhecimentos** – vol 17. Brasília: Liber Livro, 2008.

JOSEPH, I, M. **O Trivium**. As Artes Liberais da Lógica, da Gramática e da Retórica. Entendendo a Natureza e a Função da Linguagem. Philadelphia: Paul Dry Books, Inc., 2002.

KOPININ, P. V. **A dialética como lógica e teoria do conhecimento**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

LEONTIEV, A. **O homem e a cultura**. In **O desenvolvimento do psiquismo**. São Paulo: Editora Moraes Ltd, s/d. p. 277-302.

LEONTIEV, A. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In: VIGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 7ª ed. São Paulo: Ed. Ícone, 2001. p. 59-83.

MOURA, M. O. et al. In: MOURA, M. O. (org). **A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural**. Brasília: LiberLivro, 2010.

NOGUEIRA, S.; CANALLE, J. B. G. **Astronomia**: ensino fundamental e médio. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009. 232 p.: il. – (Coleção Explorando o ensino; v. 11).

PARENTE, C. M. D. A construção dos tempos escolares. **Educação em Revista**. Belo Horizonte, MG. v. 26. n. 2, p. 135-156, ago. 2010.

PIRES, C. M. C.; RODRIGUES, I. C. **Nosso livro de Matemática, 4º ano**: ensino fundamental – anos iniciais. 2ª Edição – São Paulo: Zé-Zapt Editora, 2014.

PIRES, C. M. C.; RODRIGUES, I. C. **Nosso livro de Matemática, 5º ano**: ensino fundamental – anos iniciais. 2ª Edição – São Paulo: Zé-Zapt Editora, 2014.

REGO, T. C. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. 12ª Edição. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995. – (Educação e conhecimento).

ROQUE, T. **História da Matemática**: Uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas. 1ª Edição – Rio de Janeiro: Editora Zahar, 2012. 511 p.

RUBTSOV, V. A atividade de aprendizado e os problemas referentes à formação do pensamento teórico dos escolares. In: GARNIER, C.; BEDNARZ, N.; ULANOVSKAYA, I. (Org.). **Após Vygotsky e Piaget: perspectivas social e construtivista escolas russa e ocidental**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SAITO, F. **História da matemática e suas re(construções) contextuais**. 1ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015. v. 1. 262p – (Coleção história da matemática para professores).

SANTOS, L. R. **Leon Battista Alberti (1404-1472) e a medida do tempo em sua obra Matemática Lúdica**. 2014. 72 f. Dissertação (Mestrado em Educação

Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC – SP, São Paulo, 2014.

SMITH, D. E. **History of Mathematics**. New York: Dover Publications, Inc. 1958.

SOUZA, P. H. **Tempo, Ciência, História e Educação**: um diálogo entre a cultura e o perfil epistemológico. 2008. 236 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo – USP. Instituto de Física – Departamento de Física Experimental.

TONELLI, M. J. Sentidos do Tempo e de Trabalho na Vida Cotidiana. **O&S** – v.15 – n. 45 – Abril/Junho – 2008.

TOZONI-REIS, M. F. de C. **Metodologia da pesquisa**. 2ª edição. Curitiba: IESDE, 2009.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 4 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

WHITROW, G. J. **O que é tempo?** Uma visão clássica sobre a natureza do tempo / G. J. Whitrow; com introdução de J. T. Fraser e M. P. Soulsby; tradução: Maria Ignez Duque Estrada. – Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2005.

WHITROW, G. J. **O tempo na história**: concepções de tempo da pré-história aos nossos dias / G. J. Whitrow; tradução, Maria Luiza X. de A. Borges. – Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1993.

ANEXO

Respostas dos estudantes a respeito do experimento com clepsidra

Grupo 1

O grupo deverá registrar por escrito como fizeram o experimento.

Cada rirra feita é um minuto, a água chegou até a segunda rirra que formou duas milímetros, como tempo da música.

Fonte: Cópia tirada pelo autor

Grupo 2

O grupo deverá registrar por escrito como fizeram o experimento.

Usando a medida da clepsidra, a música deu aproximadamente 1 minuto e meio.

Fonte: Cópia tirada pelo autor

Grupo 3

O grupo deverá registrar por escrito como fizeram o experimento.

As decimas da música pareciam que fez 2 minutos e 3 linhas e demorou basicamente 3 minutos, cada da aproximadamente 1 minuto.

Fonte: Cópia tirada pelo autor

Grupo 4

O grupo deverá registrar por escrito como fizeram o experimento.

demorou aproximadamente 3 minutos e 30 segundos, a música acabou quando chegou ao fim da música que usamos com a música e cantamos com a música.

Fonte: Cópia tirada pelo autor

Grupo 5

O grupo deverá registrar por escrito como fizeram o experimento.

Observar as sigas (pumpas) e verificar
 o resultado (emais) de cada emais
 pela medição (marcada) no foto.

Fonte: Cópia tirada pelo autor

Grupo 6

O grupo deverá registrar por escrito como fizeram o experimento.

Agente viu a tempo olhando as marcações, a
 água está pingando e falando da marcação que
 se refere ao um tempo

Fonte: Cópia tirada pelo autor

CADERNO DIDÁTICO

UMA ATIVIDADE ORIENTADORA DE ENSINO A
PARTIR DO MOVIMENTO LÓGICO-HISTÓRICO
DE MEDIÇÃO DO TEMPO

Edvaldo Alves de Moraes

Marisa da Silva Dias

Apoio:

Universidade Estadual Paulista – UNESP

Faculdade de Ciências

Programa de Mestrado Profissional – Docência para a Educação Básica

Supervisão geral:

Prof.^a Dr.^a Marisa da Silva Dias

Elaboração:

Edvaldo Alves de Moraes

Design do material:

Edvaldo Alves de Moraes

Ilustrações:

Imagens elaboradas e fotografadas pelo autor

Moraes, Edvaldo Alves de.

Uma atividade orientadora de ensino a partir do movimento lógico-histórico de medição do tempo. / Edvaldo Alves de Moraes; orientadora: Marisa da Silva Dias. - Bauru : UNESP, 2018

52 f.: il.

Produto educacional elaborado como parte das exigências do Mestrado Profissional em Docência para a Educação Básica da Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru
Disponível em: www.fc.unesp.br/posdocencia

1. Instrumentos de medida. 2. Medição do tempo. 3. Atividade Orientadora de Ensino. 4. História da Matemática. 5. Educação Matemática. I. Dias, Marisa da Silva. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	4
2 CADERNO DIDÁTICO: UMA ATIVIDADE ORIENTADORA DE ENSINO A PARTIR DO MOVIMENTO LÓGICO-HISTÓRICO DE MEDIÇÃO DO TEMPO	6
2.1 Considerações a respeito da atividade orientadora de ensino desenvolvida.....	17
REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA.....	18
ANEXO.....	23

1 APRESENTAÇÃO

Este Caderno Didático traz contribuições para o ensino da medição do tempo. Tal produção destina-se, em especial, a professores de matemática que buscam fazer uma interface entre história e ensino de matemática. Cabe ressaltar, que esta produção, por ter sido desenvolvida sob o viés interdisciplinar, poderá ser utilizada por professores das demais áreas do conhecimento, como, por exemplo, história e ciências.

O Caderno Didático aqui apresentado, por sua vez, é um recorte da dissertação *Interface entre História e Ensino de Matemática: um movimento lógico-histórico da medição do tempo e a Atividade Orientadora de Ensino*, de Edvaldo Alves de Moraes, sob a orientação da Prof.^a Dra. Marisa da Silva Dias, do programa de pós-graduação Docência para a Educação Básica, da Faculdade de Ciências – Universidade Estadual Paulista (UNESP). Entretanto, ressaltamos para uma melhor compreensão desse produto, a leitura completa da dissertação, levando-se em consideração que o Caderno Didático é o produto final, caracterizado como parte integrante da pesquisa.

Este Caderno Didático, fundamentado na psicologia histórico-cultural e na atividade orientadora de ensino, mostra-se como um suporte para que o professor organize o ensino de forma que os estudantes se apropriem do conhecimento.

A proposta de Atividade Orientadora de Ensino tem por base o movimento lógico-histórico¹ (desde a pré-história até os dias atuais) sobre medição de tempo com enfoque nos instrumentos inventados pelo ser humano como suprimento de suas necessidades.

As contribuições aqui descritas partiram da atividade orientadora de ensino realizada com estudantes do 6º ano do ensino fundamental II de uma

¹ Esclarecimentos desses conceitos em: MORAES, E. A. Procedimentos Metodológicos. In: MORAES, E. A. **Interface entre História e Ensino de Matemática: um movimento lógico-histórico da medição do tempo e a Atividade Orientadora de Ensino**. Dissertação. 2018. (Mestrado em Docência para a Educação Básica) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2018. p. 73-99.

escola estadual, localizada na cidade de Bauru, interior de São Paulo. No Caderno não consta como os estudantes foram organizados para o desenvolvimento de cada etapa, porém o leitor pode ter essas informações no texto da dissertação.

Apesar do Caderno Didático, *a priori*, ter sido pensado para os estudantes do 6º ano, queremos enfatizar que o mesmo pode ser desenvolvido com as demais séries, cabendo ao professor fazer as possíveis adaptações, caso seja necessário.

Em anexo encontra-se o capítulo da dissertação intitulado Movimento lógico-histórico: o homem e os instrumentos de medição do tempo, para que o professor possa discutir com os estudantes ou eles mesmos possam ler. Alguns detalhes foram omitidos da proposta da Atividade Orientadora de Ensino para não sobrecarregar os textos de informações, devido a faixa etária em que ela foi desenvolvida.

2 CADERNO DIDÁTICO: UMA ATIVIDADE ORIENTADORA DE ENSINO A PARTIR DO MOVIMENTO LÓGICO-HISTÓRICO DE MEDIÇÃO DO TEMPO

Com o intuito de proporcionar condições aos estudantes à apropriação do conhecimento produzido historicamente pelo homem, organizamos a Atividade Orientadora de ensino (AOE) em três etapas.

1ª Etapa – Uma primeira conversa: discussão sobre o tempo

1º Momento: Concepções sobre o tempo

Este objetivo de aprendizagem caracteriza-se em proporcionar aos estudantes reflexões sobre a concepção que eles têm do tempo². Além disso, o coletivo (estudantes e professor) cria um repertório de respostas que possam ser discutidas neste ou em outro momento oportuno.

Situação desencadeadora de aprendizagem³

Questões norteadoras: O que vocês compreendem por tempo? Podemos controlar o tempo?

2º Momento: A necessidade humana: criação dos instrumentos de medição do tempo

O objetivo de aprendizagem nesse momento é caracterizado pelo fato de propor aos estudantes, por meio de questões norteadoras, uma reflexão a respeito da necessidade humana de medir a duração de eventos, sendo que a partir disso, cria diferentes instrumentos de medidas.

Situação desencadeadora de aprendizagem

² Esta proposta não discute questões filosóficas sobre o que é tempo.

³ Segundo Moura (2010), as situações desencadeadoras de aprendizagem servem para que os estudantes sejam mobilizados, de modo que suas ações sejam executadas para a busca da solução de um problema possibilitando-os a apropriação dos conhecimentos.

Questões norteadoras: Por que o homem começou a medir o tempo? Vocês podem citar exemplos de situações que envolvam a medição de tempo? Qual(is) instrumento(s) de medida de tempo vocês conhecem? Vocês costumam utilizar esse(s) instrumento(s)?

2ª Etapa – Lógico-histórico sobre o tempo: as necessidades humanas e a criação dos instrumentos de medidas

1º Momento: O tempo na Antiguidade

O objetivo de aprendizagem é proporcionar aos estudantes a compreensão do porquê de o homem começar a se interessar por questões relacionadas à medição do tempo e conhecer alguns dos instrumentos de medição de tempo que foram criados no decorrer da história.

Situação desencadeadora de aprendizagem

A partir da leitura do texto “*As cheias do Rio Nilo*” discutir as questões: Por que o egípcio sente a necessidade de medir o tempo? Como os egípcios estabeleceram formas de medir o tempo?

As cheias do Rio Nilo

No decorrer da história, o rio Nilo sempre desempenhou um papel fundamental para diversas nações, especialmente para a civilização egípcia.

Os egípcios eram considerados um povo camponês, dedicados à agricultura. Por meio da observação do movimento do Nilo foi que os egípcios garantiam uma boa colheita.

O ano civil era dividido em três estações convencionais – chamadas tempo de inundação, tempo de semeadura e tempo de colheita.

As inundações periódicas do Nilo eram de suma importância para os egípcios, pois o ano agrícola se iniciava com a sua cheia. Durante esse período o nível do rio aumentava por causa das chuvas, deixando os campos inundados. Além disso, a cheia do Nilo fazia com que uma grande quantidade de sedimentos fosse deixada ao longo de suas margens.

Quando as águas do rio baixavam, esses sedimentos serviam como adubo natural para a terra, que se tornava fértil para o plantio. Iniciava-se então o período da semeadura. Nesse período, os egípcios plantavam alguns alimentos, como trigo e cevada. Após o plantio, era necessário esperar a germinação e maturação dos grãos.

Depois disso, o último período, era o momento da colheita e estocagem dos alimentos. Após o término desse período, o ciclo então se repetia, dando início a um novo ano.

A repetição das estações foi percebida pelos egípcios graças ao estudo do movimento do Sol e de outras estrelas. As observações do movimento dos astros no céu foi o que os permitiu a criar um calendário.

Os egípcios sabiam o início da cheia do rio Nilo porque coincidia com o aparecimento no céu da estrela Sírius. Essa estrela era considerada como a mais brilhante do céu sendo vista não apenas de noite, mas também de manhã.

Fonte: Texto adaptado de ABETTI (1992, p. 33)

Situação desencadeadora de aprendizagem

A partir da leitura do texto “*O clima no Egito Antigo e o Relógio de Sol*” discutir: Por que o homem criou o relógio de Sol? O relógio podia ser usado o dia todo? Por quê? E no período noturno, como o homem mediu o tempo?

O clima no Egito Antigo e o Relógio de Sol

Em toda a longa história do Egito, seu clima seco pouco se modificou. Quase não havia chuvas. A irrigação da terra árida dependia das enchentes anuais do rio Nilo.

Num país de céu quase sem nuvens, como o Egito, a observação do Sol era um útil recurso para determinar os momentos do dia.

O Sol era usado para indicar um tempo particular no período iluminado, por referência à sua posição no céu.

Observando o movimento da sombra provocada pelo Sol, os egípcios descobriram que havia um momento em que o Sol ficava a pino no céu, sem projetar sombras para os lados. Esse momento ficou conhecido como meio-dia.

Os egípcios então dividiram o restante da trajetória da sombra em 12 partes: seis antes do meio-dia (manhã) e seis depois (tarde). Estava criada a divisão do dia em 24 partes (horas) – a outra metade, claro, era a noite. Para fazer essa marcação da trajetória da sombra, os egípcios criaram o relógio de Sol.

O primeiro relógio de Sol foi chamado de *gnomon*. Em sua forma mais simples, consiste de uma vara fincada no chão que, iluminada pelo Sol, projeta uma sombra que se move com o passar do dia.

Fonte: Texto adaptado de Whitrow (1993)

Situação desencadeadora de aprendizagem

Ao observar as imagens de clepsidras⁴, questionar os estudantes: O que vocês observam nas imagens? Vocês já viram esse objeto? Vocês imaginam para que ele serve?



Fonte:
<http://www.mundodosrelogios.com/tiposrelogios.htm>



Fonte:
<http://www.vocesabia.net/ciencia/o-que-e-uma-clepsidra/>

Situação desencadeadora de aprendizagem

Montagem⁵ da Clepsidra.

Realização do experimento com clepsidra.

EXPERIMENTO COM CLEPSIDRA

TEMPO DE DURAÇÃO DE UMA MÚSICA

Ouvir a música “Aquarela”, de Toquinho, e identificar o seu tempo de duração utilizando uma clepsidra.

Registro por escrito de como o experimento foi feito.

⁴ Segundo Whitrow (1993) a clepsidra ou relógio de água foi um instrumento de medição criado pelos egípcios para medir o tempo durante a noite, entretanto, podendo ser utilizado durante o dia.

⁵ Para a montagem da clepsidra, acesse: <https://www.youtube.com/watch?v=YHAHxTXuIBU>

Discussão a respeito das respostas dos estudantes quanto ao experimento realizado.

Questões norteadoras: A clepsidra poderia ser utilizada o dia todo? Por quê? Qual a relação entre a quantidade de gotas e a passagem do nível da água entre as marcações da escala? É possível medir as horas na clepsidra? Se sim, como? Se não, por quê? Quais as limitações desse instrumento? As clepsidras podiam ser utilizadas em regiões frias? Por quê?

2º Momento: O tempo no Mundo Moderno – a criação das ampulhetas

O objetivo de aprendizagem é que os estudantes conheçam as limitações das clepsidras, fato este, que fez o homem criar um novo instrumento de medida de tempo, no caso, a ampulheta, e como era o seu funcionamento.

Situação desencadeadora de aprendizagem

Conhecendo o funcionamento de uma ampulheta por meio do seu manuseio.

Realização do experimento com uma ampulheta.

EXPERIMENTO COM AMPULHETA

TEMPO DE DURAÇÃO DE UM DESENHO ANIMADO

Assistir o desenho animado “Fantástico mundo de Bobby”⁶ e identificar o seu tempo de duração utilizando uma ampulheta. Registro por escrito de como o experimento foi feito.

Discussão a respeito das respostas dos estudantes quanto ao experimento realizado.

Situação desencadeadora de aprendizagem

⁶ Esse desenho se encontra em <https://www.youtube.com/watch?v=fOckHCytg9M&t=89s>

Questão norteadora: Há uma relação entre o processo de medir o tempo usando uma clepsidra e uma ampulheta?

Realização do experimento com clepsidra e ampulheta.

EXPERIMENTO COM CLEPSIDRA E AMPULHETA

QUAL O TEMPO DE DURAÇÃO DO VÍDEO CÔMICO?

Observe a seguinte situação:

Ramassés faz a edição de um programa de entretenimento na TV História. O programa tem quatro blocos de duração total. Quando há “estouro”, isto é, quando o tempo ultrapassa o permitido, Ramassés precisa fazer cortes nos blocos do programa. O último bloco é sempre o que tem o menor tempo de duração. Nesse bloco, Ramassés deixa para apresentar alguns vídeos cômicos para que os telespectadores se divirtam. O tempo do último bloco do programa pode ser medido por uma clepsidra ou por uma ampulheta, afinal ambas servem para a medição do tempo.

Em certo dia, o diretor do programa disse para Ramassés que deveria apresentar um vídeo cômico que não estourasse o tempo do último bloco do programa.

Ramassés assim o fez. Para verificar o tempo de duração dele antes de exibi-lo no programa, ele a mediu com uma clepsidra e, em seguida, com uma ampulheta para se sentir mais seguro.

Mediante tais informações, faça como Ramassés. Verifique o tempo de duração desse vídeo cômico utilizando uma clepsidra e uma ampulheta.

Registro por escrito de como o experimento foi feito.

Discussão a respeito das respostas dos estudantes quanto ao experimento realizado.

Questões norteadoras: Como era possível medir horas na ampulheta? Quais são as limitações da ampulheta?

3º Momento: O tempo no Mundo Moderno – a criação do relógio mecânico

O objetivo de aprendizagem é a reflexão sobre as limitações das ampulhetas que fizeram o homem criar um novo instrumento de medida de tempo, no caso, o relógio mecânico, já que seu surgimento, segundo a história,

parece ter sido por causa dos mosteiros medievais que exigiam certa pontualidade, considerando também as condições proporcionadas pela revolução industrial.

Situação desencadeadora de aprendizagem

A partir da leitura do Texto “*O advento do Relógio Mecânico*”, discutir: Por que o homem necessitou pensar na criação de um novo tipo de instrumento de medida de tempo?

O advento do Relógio Mecânico

É provável que o estímulo para o desenvolvimento do relógio mecânico tenha nascido, em boa parte, das necessidades vividas nos mosteiros medievais, em que a pontualidade era uma virtude rigorosamente prescrita e o atraso na chegada a um serviço divino ou a uma refeição era punido.

Tal exigência de pontualidade era para ajudar a manter a disciplina da vida monástica que exigia a regulação estrita do tempo.

Seja como for, parece indiscutível que o desenvolvimento do relógio mecânico deve ser atribuído antes de mais nada à Igreja, que formava pessoas com nível de instrução diferenciada.

Fonte: Texto adaptado de Whitrow (1993)

A partir da observação dos relógios mecânicos seguintes, discutir: O que se observa nas imagens? Qual a função desses objetos? Esses objetos eram utilizados pelas pessoas da mesma forma?

Relógio de Torre



Fonte:

https://cdn.pixabay.com/photo/2017/10/04/15/28/big-ben-2816565__340.jpg

Relógio de Algibeira



Fonte:

<https://br.pinterest.com/explore/rel%C3%B3gios-de-bolso/>

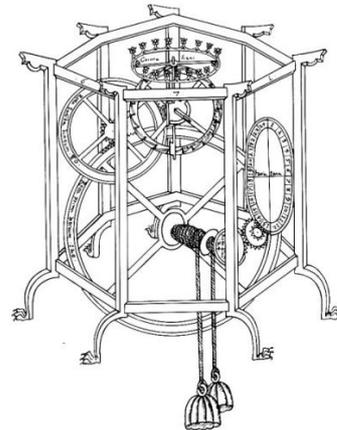
Relógio de Pulso



Fonte:

https://cdn.pixabay.com/photo/2017/10/24/15/08/wrist-watch-2884851__340.jpg, acesso em 15/08/2017

Astrarium



Fonte: Whitrow (1993, p. 124)

4º Momento: O tempo no Mundo Moderno – o papel do tempo na sociedade industrial

O objetivo de aprendizagem é a apropriação do conhecimento sobre a influência da medição do tempo no trabalho e na vida das pessoas com o surgimento da Primeira Revolução Industrial.

Situação desencadeadora de aprendizagem

A partir da observação das três imagens seguintes, relacionadas às indústrias, discutir: O que se observa nas imagens? Qual a função desses objetos? Esses objetos eram utilizados pelas pessoas da mesma forma? Nesse período, como a medida de tempo passa a influenciar a vida das pessoas? Com o surgimento da Revolução Industrial, podemos afirmar que nas sociedades industriais Tempo é dinheiro?

Indústria



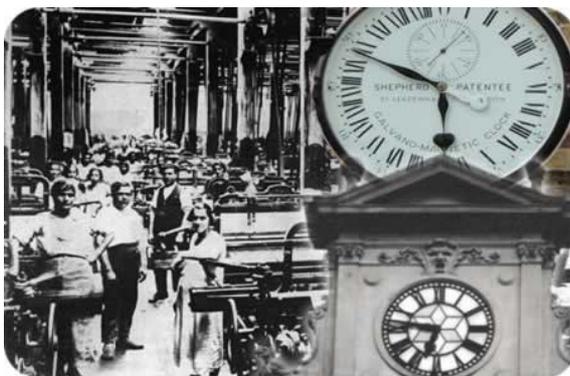
Fonte: <http://riaoficinadomundo.blogspot.com.br/2010/03/o-que-foi-revolucao-industrial-ri.html>

Operários trabalhando



Fonte: <http://nossointerativo.blogspot.com.br/2015/06/como-revolucao-industrial-transformou-o.html>

O tempo nas indústrias



Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/historiageral/fabricas-tempo-relogio.htm>

5º Momento: O tempo no Mundo Moderno – o papel do tempo na sociedade atual

O objetivo de aprendizagem é refletir a respeito do tempo na sociedade atual enquanto influência no modo de vida das pessoas, e o quanto a forma como ele é medido tem relação com aquelas que surgiram em períodos anteriores.

Situação desencadeadora de aprendizagem

Questões norteadoras: A forma como medimos o tempo tem influência dos povos que viveram em épocas anteriores? Qual o papel da medição do tempo em nossas vidas?

3ª Etapa – Síntese das discussões estabelecidas

O objetivo de aprendizagem é o de avaliar (avaliação formativa), a partir dos períodos históricos abordados na segunda etapa, a compreensão dos estudantes com relação às discussões realizadas nas etapas anteriores sobre medição do tempo, por meio das questões norteadoras apresentadas logo a seguir.

Avaliação

Questões norteadoras: Quais foram os motivos que fizeram o homem começar a refletir sobre as questões relacionadas à medida do tempo e quais os instrumentos que o homem criou para medir o tempo ao longo da história? Quais eram as vantagens e desvantagens de utilizar a ampulheta em relação ao relógio de Sol e a clepsidra? O que os instrumentos medem?

Reflexão

Questões norteadoras: O que é tempo? Tempo e medição do tempo (desenvolvida pela humanidade) tem o mesmo significado?

2.1 Considerações a respeito da atividade orientadora de ensino desenvolvida

Utilização de uma linguagem adequada para os estudantes participantes da pesquisa;

Organização do movimento lógico-histórico para conceber uma organização coerente com o conhecimento produzido historicamente pelo homem;

Perguntas que induzam os estudantes a refletirem sobre questões relacionadas ao tempo. Promover um diálogo com a história;

Estabelecimento de uma interface entre história da matemática e ensino;

Contribuição para a formação do pensamento nos estudantes enquanto apropriação de conhecimento.

REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA

ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia**. Tradução: Alfredo Bosi. 5ª edição. – São Paulo: Martins Fontes, 2007.

ABETTI, G. **Historia de la astronomia**. México, 1992. Editora Fondo de Cultura Economica. Tercera edición.

ALBERTI, L. B, 1404-1472. **Matemática Lúdica** / Leon Battista Alberti; edição apresentada e comentada por Pierre Souffrin; tradução, André Telles. – Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2006.

BOYER, C. B. **História da Matemática**; tradução: Elza F. Gomide. São Paulo, Edgar Blucher, 1974.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: introdução aos parâmetros curriculares nacionais/ Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências Naturais/ Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Matemática/ Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Matemática/ Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil**/ Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1998. 3v: il.

BRASIL. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. **Currículo do Estado de São Paulo**: Ciências da Natureza e suas tecnologias/ Secretaria da Educação; - São Paulo: SEE, 2010.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Orientação Curricular do Estado de São Paulo**: Matemática – anos iniciais do ensino fundamental. Coordenadoria de Gestão da Educação Básica. – São Paulo, 2014.

BRITO, A. J. Tempo, História e Educação Matemática. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 30, n. 55, p. 390-401, ago. 2016.

CAJORI, F. **Uma história da Matemática**; tradução de Lázaro Coutinho. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2007.

CARAÇA, B. de. J. **Conceitos Fundamentais da Matemática**. 7ª ed. Lisboa: Editora Gradiva, 2010.

CONTADOR, P. R. M. **Matemática, uma breve história** – vol 1. Paulo Roberto Martins Contador. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.

CRESWELL, J.W. **Projeto de pesquisa**: método qualitativo, quantitativo e misto. 2. ed. São Paulo: Artmed, 2007.

DAVYDOV, V. V. **La enseñanza escolar y El desarrollo psíquico**. Havana: Editorial Progreso, 1988.

DAVIDOV, V. V. **Tipos de generalización en la enseñanza**. Havana: Pueblo y Educación, 1982.

DIAS, M. S. **Apropriação de conceitos pedagógicos e didáticos na formação do professor de matemática**. Bauru/SP: Departamento de Educação – FC-UNESP, 3.jun.2013. 54 p. Relatório científico, Edital 14/2012 PROPe-UNESP.

DIAS, M. S. **Formação da imagem conceitual da reta real**: um estudo do desenvolvimento do conceito na perspectiva lógico-histórica. Tese. 2007. 252 f. (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

DIAS, M. da. S.; SAITO, F. Interface entre história da matemática e ensino: uma aproximação entre historiografia e perspectiva lógico-histórica. In: IV Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, 2009, Brasília. **Anais do IV Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**. Brasília: SBEM, 2009. p. G05-G05.

ELIAS, N. **Sobre o tempo**. Norbert Elias; editado por Michael Schroter; tradução: Vera Ribeiro; revisão técnica: Andrea Daher. – Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed. 1998.

EVES, H. **Introdução à história da matemática**. Howard Eves; tradução Higinio H. Domingues. 5ª ed. – Campinas: Editora da UNICAMP, 2011.

FERREIRA, V. M. R.; ARCO-VERDE, Y. F. de S. **Chrónos & Kairós: o tempo nos tempos de escola.** Educar, Curitiba, n. 17, p. 63-78. 2001. Editora da UFPR.

HOGBEN, L. **Maravilhas da Matemática.** 2. Ed, trad. Paulo M. da Silva, Roberto Bun e Henrique C. Pfeifer. Porto Alegre, Globo, 1970.

IBIAPINA, I. M. L de M. **Pesquisa Colaborativa: Investigação, formação e produção de conhecimentos – vol 17.** Brasília: Liber Livro, 2008.

JOSEPH, I, M. **O Trivium.** As Artes Liberais da Lógica, da Gramática e da Retórica. Entendendo a Natureza e a Função da Linguagem. Philadelphia: Paul Dry Books, Inc., 2002.

KOPININ, P. V. **A dialética como lógica e teoria do conhecimento.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

LEONTIEV, A. **O homem e a cultura.** In **O desenvolvimento do psiquismo.** São Paulo: Editora Moraes Ltd, s/d. p. 277-302.

LEONTIEV, A. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In: VIGOTISKY, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem.** 7ª ed. São Paulo: Ed. Ícone, 2001. p. 59-83.

MORAES, E. A. **Interface entre história e ensino de matemática: um movimento lógico-histórico da medição do tempo e a atividade orientadora de ensino.** Dissertação. 2018. 137 f. (Mestrado em Docência para a Educação Básica) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2018.

MOURA, M. O. et al. In: MOURA, M. O. (org). **A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural.** Brasília: LiberLivro, 2010.

NOGUEIRA, S.; CANALLE, J. B. G. **Astronomia: ensino fundamental e médio.** Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009. 232 p.: il. – (Coleção Explorando o ensino; v. 11).

PARENTE, C. M. D. A construção dos tempos escolares. **Educação em Revista.** Belo Horizonte, MG. v. 26. n. 2, p. 135-156, ago. 2010.

PIRES, C. M. C.; RODRIGUES, I. C. **Nosso livro de Matemática, 4º ano: ensino fundamental – anos iniciais.** 2ª Edição – São Paulo: Zé-Zapt Editora, 2014.

PIRES, C. M. C.; RODRIGUES, I. C. **Nosso livro de Matemática, 5º ano:** ensino fundamental – anos iniciais. 2ª Edição – São Paulo: Zé-Zapt Editora, 2014.

REGO, T. C. **Vygotsky:** uma perspectiva histórico-cultural da educação. 12ª Edição. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995. – (Educação e conhecimento).

ROQUE, T. **História da Matemática:** Uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas. 1ª Edição. Editora Zahar, 2012. 511 p.

RUBTSOV, V. A atividade de aprendizado e os problemas referentes à formação do pensamento teórico dos escolares. In: GARNIER, C.; BEDNARZ, N.; ULANOVSKAYA, I. (Org.). **Após Vygotsky e Piaget: perspectivas social e construtivista escolas russa e ocidental.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SAITO, F. **História da matemática e suas re(construções) contextuais.** 1ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015. v. 1. 262p – (Coleção história da matemática para professores).

SANTOS, L. R. **Leon Battista Alberti (1404-1472) e a medida do tempo em sua obra Matemática Lúdica.** 2014. 72 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC – SP, São Paulo, 2014.

SMITH, D. E. **History of Mathematics.** New York: Dover Publications, Inc. 1958.

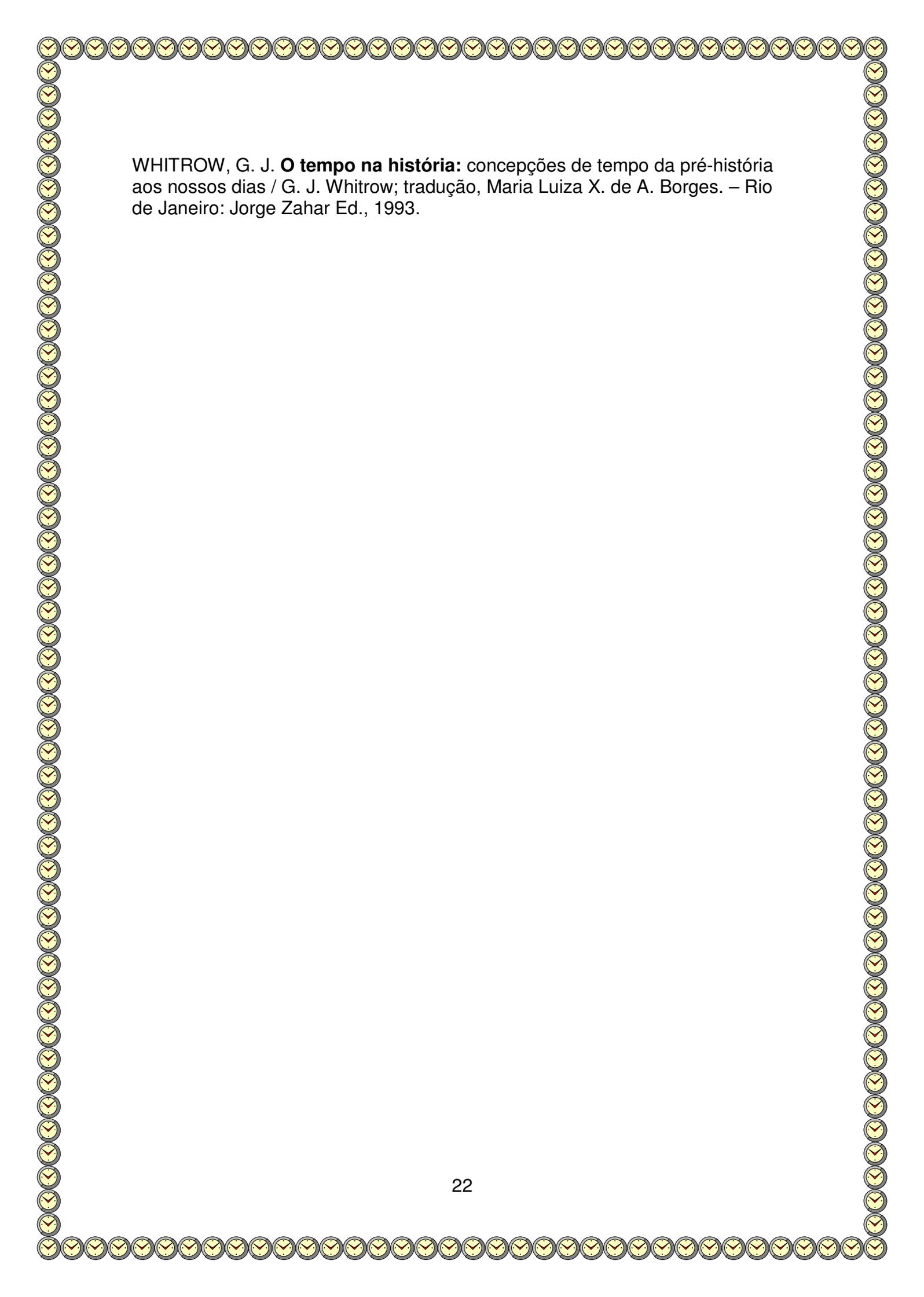
SOUZA, P. H. **Tempo, Ciência, História e Educação:** um diálogo entre a cultura e o perfil epistemológico. 2008. 236 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo – USP. Instituto de Física – Departamento de Física Experimental.

TONELLI, M. J. Sentidos do Tempo e de Trabalho na Vida Cotidiana. **O&S** – v.15 – n. 45 – Abril/Junho – 2008.

TOZONI-REIS, M. F. de C. **Metodologia da pesquisa.** 2ª edição. Curitiba, 2009. 136 páginas.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** 4 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

WHITROW, G. J. **O que é tempo?** Uma visão clássica sobre a natureza do tempo / G. J. Whitrow; com introdução de J. T. Fraser e M. P. Soulsby; tradução: Maria Ignez Duque Estrada. – Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2005.

A decorative border consisting of a continuous line of small, stylized clock faces. Each clock face is yellow with black hands and a black outline, arranged in a rectangular frame around the page.

WHITROW, G. J. **O tempo na história:** concepções de tempo da pré-história aos nossos dias / G. J. Whitrow; tradução, Maria Luiza X. de A. Borges. – Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1993.

ANEXO

O conteúdo deste anexo é o capítulo 4 da *dissertação Interface entre história e ensino de matemática: um movimento lógico-histórico da medição do tempo e a atividade orientadora de ensino*, por se tratar de um componente do caderno didático.

4 MOVIMENTO LÓGICO-HISTÓRICO: O HOMEM E OS INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO DO TEMPO

Neste capítulo, pretendemos construir um texto que expresse um movimento lógico-histórico de como o homem resolvia questões relacionadas à medição do tempo, principalmente às formas de medição e aos instrumentos, e como se apresentava a matemática de cada época. Para dissertar a respeito destas temáticas, utilizaremos as contribuições de: Smith (1958), Hogben (1970), Boyer (1974), Kopnin (1978), Whitrow⁷ (1993; 2005), Elias (1998), Joseph (2002), Cajori (2007), Dias (2007), Eves (2011), Roque (2012), Contador (2012) e Saito (2015). Por meio desse movimento, desenvolveremos uma atividade orientadora de ensino bem como o produto da pesquisa.

A priori, antes de abordarmos a história da medição do tempo feita pelo homem, faremos uma breve consideração a respeito do movimento lógico-histórico, utilizando a definição de Kopnin:

Por histórico subentende-se o processo de mudança do objeto, as etapas de seu surgimento e desenvolvimento. O histórico atua como objeto do pensamento, o reflexo do histórico, como conteúdo. O pensamento visa à reprodução do processo histórico real em toda a sua objetividade, complexidade e contrariedade. O lógico é o meio através do qual o pensamento realiza essa tarefa, mas é o reflexo do histórico em forma teórica (1978, p. 183).

⁷ G. J. Whitrow (1912-2000) foi professor da Universidade de Londres e pesquisador do Imperial College of Science and Technology, também em Londres. Presidiu a Sociedade Internacional para o Estudo do Tempo e diversas outras sociedades científicas. Escreveu inúmeros livros, entre os quais *O tempo na história*, publicado no Brasil por Jorge Zahar Editor (Whitrow, 2005, p. 6).

O lógico é responsável pela organização dos processos no qual se forma o pensamento. Por meio do histórico, podemos identificar a produção de conhecimento em seus diferentes processos, no caso, as ações utilizadas pelo homem para a criação dos instrumentos de medição de tempo com o intuito de suprir suas necessidades. “O histórico é o objeto do pensamento”, aqui, constituído pelo estudo das obras históricas a fim de compreender processos que envolvem o desenvolvimento de tais instrumentos.

Para Dias (2007, p. 47):

Com a abordagem lógico-histórica, pode-se ter a compreensão, por exemplo, da inexistência de verdades absolutas, concepções frequentes de estudantes em relação à matemática, gerada pelo método de ensino que aborda somente a lógica formal.

O ensino que tem por base somente a lógica formal contribui para que o estudante acredite em uma matemática pronta, uma vez que ele não é incitado a se apropriar de um conhecimento elaborado pelo homem ao longo da história. Portanto, ao professor, como já disse Moura (2010), cabe a responsabilidade de organizar o ensino que permita aos estudantes a apropriação do conhecimento por meio da formação do pensamento teórico.

4.1 O tempo (vida civil) e o nosso sentido de tempo

Neste tópico, serão apresentadas algumas considerações sobre o tempo e a vida civil na Antiguidade, incluindo como se processa o nosso sentido de tempo com relação ao passado, presente e futuro. Para tanto, recorreremos às obras de história (fonte de informações).

Whitrow (2005) salienta que no período medieval, a ascensão de uma economia monetária fez com que o ritmo de vida das pessoas aumentasse, uma vez que a sociedade passava a ser movida pelo dinheiro. Isso contribuiu para que o tempo se tornasse cada dia mais valioso, afinal, para os homens, o tempo era dinheiro.

Em pleno século XXI, percebemos que essa expressão “tempo é dinheiro”, ainda é muito utilizada pelas pessoas, principalmente tratando-se de uma sociedade capitalista, na qual ter dinheiro é sinônimo de sobrevivência.

Whitrow (1993, p. 31) afirma que:

Hoje somos governados por horários e muitos de nós carregamos agendas não para lembrar o que fizemos, mas para nos assegurarmos de que estamos no lugar certo, na hora certa. Temos uma necessidade sempre crescente de aderir a determinadas rotinas, de modo que as complexas operações de nossa sociedade possam ocorrer de maneira regular e efetiva.

Filosofando, a partir das reflexões do autor, fica notório o quanto somos dominados pelo tempo e como é difícil se desvincular dele, uma vez que nos tornamos dependentes. Em meio a tantos compromissos, precisamos aprender a administrar o tempo para que nosso dia seja aproveitado da melhor forma possível.

Elias (1998, p. 15) afirma que:

Assim como os relógios e os barcos, o tempo é algo que se desenvolveu em relação a determinadas intenções e a tarefas específicas dos homens. Nos dias atuais, o “tempo” é um instrumento indispensável para realizarmos uma multiplicidade de tarefas variadas.

Não só as formas de medir o tempo se desenvolvem para o fim de suprir as necessidades humanas de organizar suas tarefas, mas também o quanto a ele estamos submissos quando nos referimos ao modo de vida que levamos, quantas tarefas queremos fazer em um determinado período de tempo.

Whitrow (1993, p. 16) afirma que “O horário que seguimos na vida civil é baseado na rotação da Terra, que nos dá o nosso dia, como o movimento da Terra em torno do Sol nos dá o nosso ano”. Além disso, Whitrow (1993, p. 16) reforça que “o modo como o dia terrestre é dividido em horas, minutos e segundos é puramente convencional”.

Com relação ao nosso sentido de tempo, Whitrow (1993, p. 17) afirma que “nossa experiência direta do tempo é sempre do presente”, isso ocorre, devido as experiências que vivenciamos naquele determinado momento.

Dependendo da atividade que realizamos, podemos ter percepções diferentes de sua duração. Podemos passar o mesmo período de tempo em uma praia ou trabalhando e, sem usar quaisquer instrumentos, dizer que um período é maior ou menor que outro. Whitrow (1993, p. 17) relata que “nosso sentido de duração é afetado não apenas pelo grau em que concentramos nossa atenção no que estamos fazendo, mas por nosso estado físico geral”. Um exemplo que podemos destacar em relação ao nosso sentido de duração temporal é a idade que possuímos, uma vez que ela parece passar cada vez mais rápido conforme vamos envelhecendo. Whitrow (1993) relata também que o ser humano ao relacionar suas experiências do presente com as do passado, ou a algum desejo que almeja para o seu futuro, vivenciará uma situação de duração.

Embora tenhamos percepções de duração do tempo diferentes, dependendo das atividades que exercemos, temos o costume de consultar instrumentos de medidas do tempo, principalmente quando as mesmas influenciam diretamente outras pessoas.

4.2 Sobre o tempo e as bases naturais de medição

Neste tópico, apresentaremos alguns métodos que eram utilizados para registrar e medir o tempo segundo as necessidades humanas.

Whitrow (1993) relata que desde os primórdios, o homem criara métodos para registrar e medir o tempo. Segundo registros históricos, o método considerado mais antigo para a contagem do tempo foi aquele em que os dias eram contados por meio das auroras. Os povos antigos utilizavam métodos que estavam relacionados aos diversos fenômenos naturais, por exemplo, fenômenos celestes, variações climáticas, entre outros. A posição do Sol no céu permitia que algumas tribos encontrassem a altura do dia. Quando o Sol ainda não havia nascido, os povos utilizavam o canto do galo que servia como um indicador de tempo, momento para acordar.

Um instrumento de medida de tempo que conhecemos é o cronômetro. Com o avanço da tecnologia, alguns cronômetros foram sendo aperfeiçoados como aqueles inseridos nos celulares, por exemplo.

Porém, o primeiro cronômetro, segundo Whitrow, foi a Lua:

As estrelas, porém, se podem ajudar o homem a determinar as estações, não lhe permitem dividir o ano em partes. Em seu lugar, usou-se a Lua para produzir uma unidade temporal entre o ano e o dia. Mais ainda, diversamente das fases naturais e das estrelas, o crescimento e decrescimento da Lua forneciam um meio de computar o tempo. A Lua pode ser considerada, portanto, o primeiro cronômetro, já que sua aparência continuamente cambiante chamou atenção para o aspecto de duração do tempo (1993, p. 30).

A observação do movimento da Lua, bem como sua aparição no céu, que se dava por meio de formas variadas, como o seu crescimento e decrescimento, permitiu ao homem computar o tempo, já que existia uma certa periodicidade em relação a essas aparições no céu. Essas aparições, por sua vez, consistem no que conhecemos como as fases da Lua.

Elias (1998, p. 43) afirma que:

Se o sacerdote observa o curso do Sol e da Lua, não é porque se interesse pela astronomia, mas porque as mudanças da luminosidade do céu – e através delas, talvez certos poderes invisíveis – lhe dizem quando seu povo deve dar início à semeadura. Elas também lhe indicam quando devem começar as cerimônias para os rituais, os sacrifícios e, quem sabe, também os cantos e danças que granjearão para os homens o concurso dos deuses, e lhes permitirão produzir seu alimento e se precaver contra qualquer espécie de perigo.

Esse cronômetro natural, além de computar o tempo, direcionava os povos às práticas da semeadura e contribuía com as cerimônias religiosas.

Elias (1998) relata que os movimentos dos corpos celestes (Sol, Lua e estrelas) foram historicamente considerados como os instrumentos mais antigos de medição de tempo, já que nossos ancestrais, utilizavam o sono como o que conhecemos por noite, a de Lua quando nos referimos a mês, e por fim, a colheita ou semeadura quando falaríamos ano.

4.3 O tempo na Pré-História

Aqui serão relatados como os povos primitivos depreendiam questões voltadas sobre o tempo como forma de organizar o suprimento das necessidades cotidianas.

Whitrow (1993) relata que no período Paleolítico, ou Idade da Pedra Lascada (c. 5 milhões-3000 a.C.), as marcas encontradas nas paredes das cavernas estavam relacionadas aos astros e aos calendários. Ainda expõe que nesse mesmo período, os homens começaram a praticar rituais sazonais a partir do momento que perceberam que em determinadas épocas do ano, animais e plantas são menos prolíficos que em outras. Para Eves (2011), de acordo com o modo de vida que levavam, nesse período histórico, eles não tinham tempo para ponderar questões de filosofia e ciência, desse modo, não constam avanços científicos relacionados à matemática. Boyer (1974) e Smith (1958) salientam que nos primeiros tempos da raça humana, o homem passou a ter noções primitivas relacionadas aos conceitos de grandeza, números e formas como parte da sua vida diária, por exemplo, ao perceber a dissemelhança entre a forma arredondada da Lua e a forma retilínea de um pinheiro.

No Egito Antigo (3100 a.C.), segundo registros históricos, esse período foi marcado por eventos de cunho natural e social, causados pela utilização do rio Nilo que tinha como objetivo suprir as necessidades humanas dos egípcios.

Segundo Whitrow (2005, p. 20):

No Egito, onde tudo dependia do Nilo, a coroação de um novo faraó era programada para coincidir com a subida do rio, no início do verão, ou com o recuo das águas, no outono, quando os campos fertilizados estavam prontos para serem semeados.

Por meio do movimento do rio Nilo, os egípcios desempenharam ações que contribuíram para o desenvolvimento da matemática, que estava relacionada a uma ciência prática ligada à agricultura e à engenharia as quais necessitavam da aritmética (distribuição de alimentos) e da mensuração

(divisão de terras e da instituição de práticas financeiras para a arrecadação de taxas). Segundo Boyer (1974), podemos atribuir aos egípcios a autoria da criação de um sistema de numeração hieroglífica de base dez. Tal sistema, por sua vez, contribuiu para o processo de contagem e de medição desta civilização, por exemplo, a construção das pirâmides. Smith (1958) e Eves (2011) retratam que o controle das inundações do rio Nilo fez com que os egípcios transformassem as terras em regiões agricultáveis ricas para o plantio e posterior colheita. Quanto a divisão destas terras, para Cajori (2007), isso só foi possível graças ao cálculo de áreas de figuras poligonais e não poligonais por eles descobertos.

Os egípcios, além de desenvolverem a matemática, importavam-se com as questões religiosas. Quanto a esse aspecto, Whitrow (1993) afirma que os egípcios acreditavam em deuses criadores de um mundo imutável. Tal crença contribuiu para que eles não concebessem o tempo direcionado para o passado e para o futuro. Contudo, isso não foi empecilho para que contribuíssem com a ciência do tempo. Segundo Whitrow (2005, p. 20), “os primeiros calendários tendiam a associar-se basicamente à religião, pois era importante para que festividades e sacrifícios fossem celebrados em datas fixas”.

A partir desses calendários religiosos, os egípcios criaram outro tipo de calendário. Dessa vez, foi criado o ano civil. Segundo Whitrow (1993, p. 41):

O ano civil era dividido em três “estações” convencionais – chamadas tempo da inundação, tempo da sementeira e tempo da colheita – e cada uma delas era dividida em quatro meses, evidentemente também convencionais e sem conexão com a Lua.

Para Whitrow (1993), esse calendário egípcio faz referência ao que usufruímos nos dias atuais. É interessante ressaltar que atualmente o calendário se associa não apenas às questões religiosas e sociais, mas também com as econômicas e culturais. No Brasil, por exemplo, em relação ao período da safra dos alimentos que interfere muito a economia do país e o carnaval que é comemorado por diversas culturas. E por fim, as diversas datas comemorativas, sendo algumas nacionais, regionais e internacionais.

Como já apresentado anteriormente, um dos métodos utilizados pelos povos para medir o tempo era por meio dos fenômenos naturais. Os egípcios também utilizavam o Sol para esse fim.

Whitrow (1993, p. 41) afirma que:

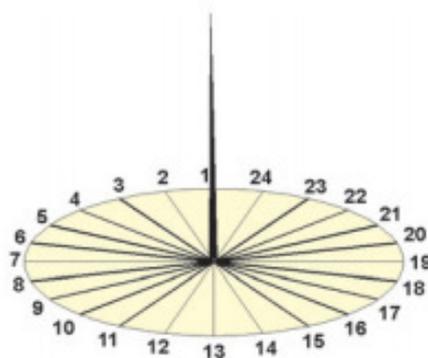
Num país de céu quase sem nuvens, como o Egito, a observação do Sol era um útil recurso para determinar os momentos do dia, de modo que não surpreende que o mais antigo relógio solar conhecido tenha sido encontrado ali.

Os relógios de Sol⁸ foram considerados instrumentos de medida de tempo. Segundo Whitrow (1993), o primeiro relógio de Sol, de acordo com os registros históricos, foi criado pelos egípcios e denominado de *gnomon* (artefato representado por uma vara cravada verticalmente ao chão). Eles observaram o movimento da sombra projetada pela vareta, com isso, fizeram algumas marcações no chão, que representavam as horas.

Além do *gnomon*, existiram outros tipos de relógio de Sol, por exemplo, o equatorial e o quadrante solar.

Para Canalle e Coelho (2009), os relógios solares poderiam ser construídos de diversas maneiras, como é o caso do relógio de Sol Equatorial, que pode ser observado na figura 1.

Figura 1 – Relógio de Sol Equatorial



Fonte: Canalle e Coelho (2009, p.73)

⁸ Para maiores informações sobre o relógio de Sol, acesse: <http://www.oba.org.br/site/>

No relógio de Sol Equatorial, o disco com as horas está sempre paralelo ao plano do equador terrestre e o ponteiro fica sempre paralelo ao eixo de rotação terrestre.

Segundo Hogben (1970, p. 64):

A grande antiguidade da maneira simples de se traçar um ângulo de 60° , permite que imaginemos a razão da escolha da hora como unidade de tempo. A divisão do dia de trabalho, pela direção da sombra solar, em intervalos não separados por nenhum fenômeno natural, depende da escolha de uma unidade angular com que se possa calibrar o relógio de sombra. Em uma hora, a esfera celeste (ou a Terra, como dizemos nós) descreve, em torno de seu eixo, um ângulo de $360^\circ:24 = 15^\circ$.

Esse ângulo de 15° representa, desse modo, o arco descrito pelo Sol em torno do eixo celeste, no intervalo de uma hora. A criação desse instrumento de medição do tempo propiciou ao homem compreender o tempo não apenas se referindo à divisão do dia e da noite, mas sim com uma unidade de tempo menor, a hora.

Os egípcios, após a criação do *gnomon*, segundo Whitrow (1993), criaram outro tipo de relógio de Sol que foi utilizado pelo faraó Tutmés III, no caso, o quadrante solar. Esse instrumento de medida de tempo não utilizava o comprimento da sombra como o anterior, mas sim a direção em que o Sol ocupava. Mas mesmo inventando esse instrumento, os egípcios estavam distantes para compreender as sutilezas envolvidas na construção do mesmo, uma vez que necessitava ser calibrado para as latitudes dos diferentes lugares em que seria usado. Apresentamos esse instrumento na figura 2.

Figura 2 – Quadrante Solar



Fonte: <http://www.mustshop.it/prodotto.asp?idart=857>, acesso em 25/05/2017.

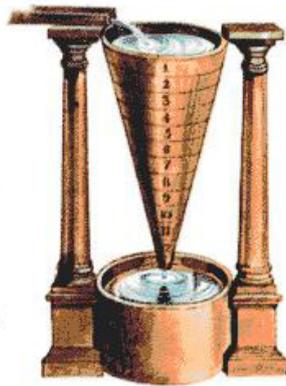
Esses relógios de Sol eram utilizados para suprir as necessidades dos egípcios em suas atividades durante a luz do dia. Concordamos com Contador (2012) que, esses tipos de relógios apresentavam certa inconveniência, já que só funcionavam com a presença do Sol. Mediante essa circunstância, para medir o tempo no período noturno, os egípcios tiveram que criar outro tipo de relógio. Assim, Whitrow afirma que:

Para ter um meio de medir o tempo durante a noite, os egípcios inventaram também o relógio de água, ou “clepsidra”, como os gregos posteriormente o denominariam. Foram desenvolvidos dois tipos principais, em que a água fluía para fora ou para dentro, respectivamente, de um vaso graduado. Os relógios em que a água fluía para dentro eram geralmente cilíndricos e os outros tinham a forma de um cone invertido, com um pequeno buraco na base ou perto dela, sendo a hora indicada pelo nível da água (1993, p.42).

A necessidade do homem em medir o tempo o levou a criar novos instrumentos. Esses por sua vez, evoluíram com o passar do tempo devido às limitações que tinham quanto ao seu uso, no caso, a clepsidra que é criada para suprir a limitação do relógio de Sol que não podia ser utilizado no período noturno, como afirmado anteriormente. Outro fator que ressaltamos é que a partir da unidade de tempo “hora”, descoberta pelos egípcios ao construir o relógio de Sol, é que foi possível medir o tempo na clepsidra também com essa mesma unidade.

A seguir, apresentamos ilustrações (figuras 3 e 4) de dois relógios de água, sendo um em formato cônico e o outro em formato cilíndrico.

Figura 3 – Relógio de Água (em formato cônico)



Fonte: <http://www.mundodosrelogios.com/tiposrelogios.htm>, acesso em 25/05/2017.

Figura 4 – Relógio de Água (em formato cilíndrico)



Fonte: <http://www.vocesabia.net/ciencia/o-que-e-uma-clepsidra/>, acesso em 25/05/2017

Em relação à medição das horas pelas clepsidras, Whitrow (1993) relata que os egípcios controlavam a velocidade do fluxo da água, uma vez que perceberam que a sua vazão variava conforme o volume de água colocada dentro do recipiente superior da clepsidra e de sua forma. Tal situação ocorre uma vez que, com o escoamento da água, à medida que o seu nível abaixa, a pressão também se reduz, desse modo, conseqüentemente era diminuída a sua vazão, prejudicando então a medição do tempo.

A partir do conhecimento do funcionamento desses instrumentos de medida de tempo, observamos que os egípcios contribuíram consideravelmente para a organização de suas tarefas, levando em

consideração que essas criações surgiram com o propósito de cultivo ou plantio, hora de começar a trabalhar e hora de parar.

Além disso, Whitrow (1993) salienta que a divisão do dia em 24 horas na qual conhecemos surge no Egito Antigo, pelo fato de dividirem a noite em 12 horas e o dia também. Por causa disso, o modo de vida que levamos é influenciado pelo conhecimento desse povo.

Os babilônios como os egípcios, também dependiam do tempo para a realização das atividades cotidianas, de plantio e colheita dos alimentos, como do cuidado com a agricultura.

Para Roque (2012), os babilônios utilizaram a escrita não apenas para registrar quantidades dos rebanhos, mas também para os insumos relacionados à sobrevivência, e sobretudo, para a organização da vida em sociedade. Foi um período marcado pelo surgimento da matemática agrária e comercial.

Com a expansão do comércio, a matemática passou a ser vista como necessária para o controle da economia e das cobranças para fins lucrativos. A respeito disso, Cajori (2007) retrata que as exigências do comércio fizeram com que os babilônios desenvolvessem uma nova classe, no caso, a dos escribas. Estes, por sua vez, recebiam instruções quanto a escrita e a matemática (aritmética, equações do 2º grau, ligadas a aplicações práticas). Para Boyer (1974), outros cálculos foram descobertos por essa civilização, como a adição e multiplicação de números decimais, fato que contribuiu, substancialmente, para o desenvolvimento da matemática.

Ainda sobre medida, Eves (2011) complementa que a geometria também assumiu um papel fundamental na vida dos babilônios pelo fato de se relacionar com mensuração prática de terras que eram vendidas e com o cálculo da área do retângulo, da área do triângulo retângulo e isósceles, entre outras.

Os babilônios também observavam os astros no céu para medirem o tempo. A respeito disso, Whitrow destaca que:

Os céus eram estudados não só em busca de presságios, mas também com interesse no calendário. A base do calendário babilônico parece ter sido sempre lunar. O mês tinha início quando o novo crescente lunar voltava a se tornar visível pela primeira vez após o pôr-do-sol. Conseqüentemente, o dia babilônico começava a anoitecer. Um mês lunar assim definido devia conter um número inteiro de dias, mas por vezes eram 29 e por vezes 30. Para resolver esse problema, era preciso investigar o movimento do Sol [...], mas as investigações mais detalhadas referiam-se à Lua, já que ela era a base do calendário (1993, p. 46).

Podemos dizer, então, que as civilizações antigas (egípcias e babilônicas) utilizavam os corpos celestes como instrumentos de medição de tempo, entretanto, cada uma a princípio criou sua própria forma, por exemplo, os babilônios que consideravam o início do dia após o pôr-do-sol.

Outra característica marcante dos babilônios relaciona-se com a divisão do círculo. Whitrow ressalta que:

A invenção do zodíaco, o cinturão à volta do céu em que se situam o Sol, a Lua e os planetas, ocorreu também nessa época. Sabe-se que os 12 signos zodiacais, todos com a mesma duração de 30 dias, já estavam em uso logo após 500 a.C. Essa divisão do céu acabou por ser estendida à divisão do círculo, levando assim ao costume que hoje temos de dividir o ângulo completo (bidimensional) em torno de um ponto em 360 graus (1993, p. 46).

Ao observarmos a figura abaixo, podemos ter a noção da representação da divisão do círculo no céu formado pelas constelações.

Figura 5 – Zodíaco



Fonte: <http://www.consultarcpfgratisbr.com/compreender-saber-sobre-signos-do-zodiaco-anos-mes-dia-data-hora-certa/>, acesso em 25/05/2017

Devido essa criação, podemos dizer que a compreensão que temos em relação à medida de um ângulo de uma volta completa, deve-se a essa civilização. Outra influência para nós e os judeus, trata-se da quantidade de dias em uma semana. Contador afirma que:

As quatro fases da Lua se completam em 28 dias, durando cada uma delas 7 dias, outra influência divina, é exatamente o resultado de $3 + 4$, daí a escolha de 7 dias para a semana. O número 7 ou número da plenitude, pois era o resultado da junção do número divino com o número humano, teve seu lugar de destaque entre vários povos, como os persas, babilônios, chineses, caldeus, egípcios etc. (2012, p. 55).

Contador (2012) relata o significado desses números, sendo o 3 considerado divino por representar a qualidade da divindade, sendo três os lados do triângulo que estavam relacionados a deuses. Já o número 4, era considerado humano, uma vez que estava relacionado aos elementos fundamentais (água, ar, fogo e terra). O costume de considerar a semana com 7 dias, segundo Whitrow (1993), vai sendo adotado no mundo com o passar do tempo.

4.4 O tempo na Antiguidade Clássica

Nesse tópico abordaremos como os povos compreendiam as questões acerca do tempo na Antiguidade Clássica⁹ (século VIII a.E.C. e a queda do Império Romano do Ocidente no século V).

Roque (2012) ressalta que não existem registros históricos confiáveis a ponto de estabelecerem a transição da matemática egípcia e babilônica para a grega. Entretanto, dentre os livros de história da matemática lidos, percebemos que esse período foi marcado por um grande avanço no ensino, inclusive na matemática enquanto ciência.

⁹ Termo utilizado por Whitrow (1993, p. 52).

O desenvolvimento da matemática, desse modo, segundo Smith (1958), ocorreu a partir do momento em que os filósofos começaram a estudá-la, para solucionar problemas relacionados ao seu cotidiano.

Além da matemática, os filósofos também demonstraram interesse em estudar o tempo. Este, por sua vez, foi concebido de diversas maneiras, uma vez que cada filósofo passou a defini-lo conforme a sua crença, como podemos observar no quadro 22.

Quadro 22 – A concepção de tempo segundo alguns filósofos da Antiguidade Clássica

Anaximandro (610 a.C. – 547 a.C.)	O tempo era concebido como um juiz, uma vez que todas as coisas criadas, deveriam morrer, compensando-se umas às outras por sua injustiça, de acordo com a sentença do Tempo.
Pitágoras (582 a.C. – 497 a.C.)	O tempo era a “alma” ou os elementos procriativos, do universo.
Parmênides (530 a.C. – 460 a.C.)	O tempo não pode pertencer a nada que seja verdadeiramente real, pois tempo e mudança, implicam que uma mesma coisa, pode possuir propriedades contraditórias, por exemplo, quente e fria, dependendo do tempo.
Platão (427 a.C. – 347 a.C.)	O tempo é produzido pelas revoluções da esfera celeste, sendo ele indissociável ao universo, uma vez que um era essencial ao outro.
Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.)	O tempo pode ser encarado como um processo de contagem associado com nossa percepção do “antes” e do “depois” no movimento e na mudança. A relação entre tempo e mudança é recíproca: sem mudança o tempo não poderia ocorrer.

Fonte: Adaptado de Whitrow (1993)

Ainda com relação aos gregos, além dos grandes filósofos, Whitrow (1993) salienta que várias cidades gregas possuíam o seu próprio calendário. Esse, era lunissolar (meses medidos de acordo com as fases da Lua, mas que tinha uma correspondência com o Sol), já que grande parte das festas religiosas gregas ocorriam na fase da Lua Cheia, sempre no momento certo do ano, por estar relacionada à agricultura. Saito (2015) complementa que a astronomia também era útil para as navegações e para as artes militares na civilização grega.

Os gregos utilizaram alguns instrumentos de medição de tempo assim como os egípcios. A saber, Whitrow (1993) relata que os gregos também fizeram uso dos relógios de Sol (*gnomons*) e dos relógios de água (*clepsidras*).

Whitrow (1993) afirma que no Israel Antigo (por volta de 1209 a.C.) o povo hebreu tinha a sua forma de conceber o tempo, desse modo, sofreu forte influência dos babilônios e sumérios com relação à medição do tempo. Por essa razão, o calendário baseava-se na Lua. Quando a Lua Crescente se tornava visível, os hebreus davam início ao mês chamado de hebraico. Além da Lua Crescente, a Lua Cheia e a Lua Nova tinham grande significação para as festas religiosas. Enquanto os fariseus utilizavam o ano lunar, os saduceus aderiam ao ano lunissolar, o mesmo adotado pelos gregos.

A Roma Imperial (3500 a.C. – 476 d.C.) foi o período em que se originou o cristianismo. Para a maior parte dos gregos e romanos, o tempo era dominado pelo presente e passado; já para o cristianismo a atenção do homem era dirigida para o futuro, levando-se em consideração que segundo Whitrow (1993, p. 81), “o tempo, para os cristãos, começaria com a Criação e terminaria com a Segunda Vinda de Cristo. A história do mundo era limitada por esses dois eventos”.

Nesse período, da Roma Imperial, também podemos mencionar alguns instrumentos de medição de tempo utilizados pelos romanos. Segundo Whitrow (1993, p. 81):

O primeiro quadrante solar de Roma – trazido da Sicília em 263 a.C., durante a primeira guerra púnica, e erigido no Fórum –, por exemplo, era inexato, porque indicava o tempo apropriado a seu local de

origem, mais de quatro graus ao sul. Só em 164 a.C., quase um século depois, construiu-se um quadrante solar público adequado à latitude de Roma. Em 158 a.C., uma clepsidra pública foi erguida em Roma por Cipião Nasica. A introdução de relógios nos tribunais romanos, segundo o costume grego, levou alguns advogados inescrupulosos a subornarem o encarregado pela clepsidra para que regulasse o suprimento de água em seu favor. Por meio de César, ficamos sabendo que usavam relógios de água em acampamentos militares para medir o tempo das sentinelas noturnas. Segundo São Marcos (13:35), estas eram quatro, marcadas pelo anoitecer, a meia-noite, o canto do galo e a manhã.

Os romanos também faziam uso dos instrumentos de medição de tempo para suas atividades cotidianas, apesar de alguns serem utilizados a fim de contribuir para a disseminação da corrupção, por exemplo, como citado, os advogados que queriam ser beneficiados nas sentenças jurídicas, subornavam o guardião da clepsidra para que controlasse a vazão da água, desse modo, adquiriam mais tempo para a defesa ou acusação nas sentenças.

Por conseguinte, o relógio passou a ser visto como símbolo de status para aqueles que o possuía. Whitrow (1993) afirma que os membros ricos pertencentes às classes mais altas tinham clepsidras particulares que eram cuidadas por escravos escolhidos a dedo, que deveriam controlar o seu tempo de acordo com as atividades que desempenhavam durante o dia todo.

O nosso calendário atual sofreu influências desse período, imposto por Júlio César em 1º de janeiro de 45 a.C. Segundo Whitrow (1993, p. 82):

César aboliu também o ano lunar e o mês intercalar e baseou seu calendário inteiramente no Sol. Fixou o verdadeiro ano em 365 dias e 1/4 e introduziu o ano bissexto de 366 dias de quatro em quatro anos, o ano civil comum comendo-se de 365 dias. Estabeleceu que janeiro, março, maio, julho, setembro e novembro teriam todos 31 dias e os demais 30, exceto fevereiro, que normalmente teria 29 dias e, nos anos bissextos, 30.

Desse episódio é que hoje consideramos o ano bissexto ocorrer de 4 em 4 anos e meses terem 29, 30 ou 31 dias. A necessidade de estipular uma quantidade certa de dias para os meses surgiu devido a existência de abuso político. Whitrow (1993) alega que antes da duração dos meses terem uma regra específica, a maior parte dos governantes prolongava os dias a fim de

estenderem seus mandatos ou quando interessados em elegerem-se novamente, poderiam apressar a eleição.

E de onde vem a ideia de considerar o domingo como o primeiro dia da semana?

Whitrow relata que:

Os cristãos, dada a origem judaica de sua religião, de início aderiram à semana judaica de sete dias, que, exceto o sabá, eram numerados, mas não nomeados. Acabaram, contudo, por ser influenciados pelas crenças astrológicas de convertidos do paganismo e adotaram a semana planetária. A semana planetária foi oficialmente adotada em 321 d.C., pelo imperador Constantino, que seguiu também a prática cristã de considerar o domingo, em vez do sábado, como o primeiro dia da semana (1993, p. 85).

Por meio do exposto, podemos dizer que esse período trouxe grandes influências no nosso modo de vida, quando nos referimos à forma como conhecemos a “semana” bem como pela quantidade de dias que é composta.

Os romanos também contribuíram com o desenvolvimento de uma matemática prática. Para Cajori (2007), a matemática dos romanos não veio apenas dos gregos, mas oriunda de fontes bem mais antigas. Contudo, de onde e como se originou é motivo de dúvida.

Segundo Saito (2015, p. 109):

As matemáticas práticas referiam-se ao conhecimento matemático utilizado pelos contadores, arquitetos, agrimensores etc. para resolver problemas de ordem prática. Elas interessavam aos romanos, principalmente às elites, para administrar suas propriedades e bens e para realizar transações comerciais.

Os romanos, com isso, criaram aplicações de uma matemática transmitida e ensinada por aqueles que exerciam um determinado ofício como arquiteto, construtor, contador, entre outros.

4.5 O tempo na Idade Média

Discorreremos, aqui, algumas considerações a respeito de como o homem concebia as questões relacionadas ao tempo no período denominado de Idade Média (476-1492 d.C.).

Na Europa Medieval, Whitrow (1993) relata que o número 4 era visto como precioso por se relacionar com os seguintes fenômenos naturais: as quatro estações (primavera, verão, outono e inverno) e os quatro pontos cardeais (norte, sul, leste e oeste).

Outra característica do número 4, segundo Whitrow (1993) foi continuar atribuindo-lhe grande significação, uma vez que era utilizado para representar os pratos servidos em um jantar de peixe para o amo e seus respectivos hóspedes. Desse jantar, por meio dos pratos servidos, é que surgem os nomes das quatro estações que conhecemos, conforme cita Whitrow (1993). O significado de cada uma delas é apresentado no quadro 23:

Quadro 23 – O significado das Quatro Estações

Estação	Significado
Primavera	Ao ser servido o primeiro prato, os convidados contemplavam a representação de um jovem galante, de pé sobre uma nuvem (simbolizando o “ar”) no início da primavera (associada ao humor sanguíneo).
Verão	Enquanto o segundo prato era servido, a representação de um guerreiro era contemplada pelos convidados, em meio ao fogo (associado ao verão e ao humor colérico).
Outono	O terceiro prato ao ser servido, fazia com que os convidados fossem confrontados ao visualizarem a forma de um homem com uma foice na mão, de pé num rio (significando água e humor fleumático associado ao outono e a época da colheita).
Inverno	Esse quarto prato, ao ser servido, representava o inverno na forma de um homem com os cabelos grisalhos, fraco e velho, sentado sobre a pedra fria e dura (significando o elemento “terra” e o humor melancólico).

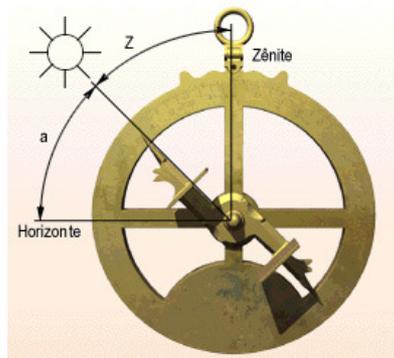
Fonte: Adaptado de Whitrow (1993)

Whitrow (1993) relata que a cada prato servido, os convidados vislumbravam neles os quatro serviços do festim relacionados à sua própria vida.

Nesse período, Whitrow (1993) salienta que a astronomia era vista com bastante interesse pelos homens, uma vez que contribuía para o controle dos eventos terrestres. O instrumento utilizado para esse fim foi o astrolábio.

Observa-se, a seguir, um modelo desse instrumento de medição de tempo.

Figura 6 – Astrolábio



Fonte: <http://www.efecade.com.br/astrolabio-para-que-servia/>

Para Whitrow, o astrolábio:

Consistia de uma placa circular de metal (em geral bronze) com a borda graduada. Era marcada com uma linha de referência (ou diâmetro) e articulada a seu centro havia uma linha giratória (ou ponteiro). Modelos portáteis podiam ser pendurados num aro preso à borda, de tal modo que a linha de referência ficava na horizontal. Dirigindo o ponteiro para uma estrela específica, podia-se ler sua altitude a partir da escala da borda com precisão de cerca de um grau. Para qualquer latitude dada, a estrela Polar tem de fato uma altitude constante e as outras parecem girar à sua volta em decorrência da rotação diária da Terra. Na frente do astrolábio havia uma fina placa (o tímpano), onde estava gravada uma projeção estereográfica das linhas de altitude e azimute (distância angular ao longo do horizonte), como se apresentariam a um observador numa determinada latitude. Um mapa das estrelas com interstícios em projeção estereográfica (conhecido como *rete*) ficava em frente ao tímpano e podia ser girado com a mão sobre as linhas de altitude e azimute (1993, p. 94).

De acordo com Whitrow (1993), o astrolábio era utilizado para determinar a hora precisa do dia ou da noite por meio da observação da altura

do Sol ou de uma das estrelas. Esse instrumento teve origem no mundo islâmico.

A Idade Média (476-1492 d.C.) foi um período marcado pela grande dificuldade na medição do tempo. Whitrow (1993) relata que isso ocorria porque os homens não estavam bem equipados para medir o tempo, uma vez que possuir um relógio de água custava caro e pelo fato de que em diversas regiões da Europa, os quadrantes solares eram inadequados devido a grande frequência de céu nublado. Além disso, as igrejas eram as principais interessadas pela divisão e medição do tempo por causa da instituição dos registros paroquiais com a indicação das datas de nascimento das pessoas.

Outra curiosidade desse período, quanto à medição do tempo, foi em relação ao ofício dos ferreiros. A respeito disso, Whitrow (1993, p. 103) afirma que:

O desenvolvimento e a elaboração de armadura de metal para a proteção na guerra e nos torneios deu considerável impulso ao ofício de ferreiro. Isto estava fadado a ter particular importância para a medição do tempo, porque o ferreiro foi o precursor dos construtores do primeiro relógio mecânico.

Com isso, observamos que esse novo ofício, se tornaria primordial para a sociedade em relação a fabricação de instrumentos de medição do tempo, uma vez que o primeiro relógio mecânico estava por vir.

Outro marco da Idade Média, para Joseph (2002), foi o surgimento das Artes Liberais que compunham o *trivium* e o *quadrivium*.

Para Saito (2015, p. 38):

O *trivium* era composto por três disciplinas, gramática, lógica e retórica, e o *quadrivium*, por quatro, aritmética, geometria, música e astronomia. Essas disciplinas compunham o que passou a ser conhecido por “sete artes liberais” e opunham-se às outras artes servis.

Com relação às disciplinas, Joseph (2002) salienta que o *trivium*, por sua vez, era considerado como as três artes da linguagem pertinentes à mente,

enquanto, que o *quadrivium* era considerado como as quatro artes da quantidade pertinentes à matéria. Além disso, tais artes, formavam a base tradicional da educação, cada uma constituindo um campo do conhecimento.

Para compreendermos o *trivium* e o *quadrivium*, elaboramos os quadros 24 e 25.

Quadro 24 – O *Trivium*

Lógica	Gramática	Retórica
Arte de pensar.	Arte de inventar e combinar símbolos.	Arte de comunicar.

Fonte: Adaptado de Joseph (2002)

Quadro 25 – O *Quadrivium*

Aritmética	Geometria	Astronomia	Música
Ciência dos números: prática de realizar cálculos e computadores para resolver problemas do cotidiano.	Ciência das figuras: designa o que conhecemos por geometria plana.	Ciência dos sólidos em movimento: calculava a posição dos astros e investigava a natureza do movimento celeste.	Ciência das proporções e razões: investigava o movimento sonoro relacionado à audição.

Fonte: Adaptado de Saito (2015)

Como complemento às informações apresentadas no quadro 25, Saito (2015, p. 123) afirma que “todas as disciplinas do *quadrivium* (aritmética, música, geometria e astronomia) foram cultivadas pelos medievais cristãos”. Tais disciplinas, serviam ao homem como um recurso prático e utilitário como, por exemplo, a aritmética que era usada para as transações comerciais.

E, por fim, cabe ressaltar que em relação à matemática, quanto às preocupações dos romanos em aprendê-la, Eves (2011, p. 289) relata que eles “nunca tiveram inclinação para a matemática abstrata; ao contrário, somente os

aspectos práticos da matemática, ligados ao comércio e à engenharia civil, lhes interessavam”.

4.6 O tempo no Mundo Moderno

Apresentaremos algumas considerações a respeito da criação das ampulhetas e dos relógios mecânicos que foram criadas no período histórico denominado Mundo Moderno (século XIV em diante).

Whitrow (1993) relata que no início do século XIII, as clepsidras em regiões frias deixavam de funcionar, já que a água congelava e, desse modo, impedia a vazão da mesma de um recipiente para o outro. A desvantagem em utilizar esse tipo de instrumento de medição de tempo levou o homem a criar outro tipo de relógio. Por conseguinte, as ampulhetas ou relógios de areia foram criados no século XIV.

Segundo Whitrow (1993), as ampulhetas foram instrumentos de medição de períodos curtos e foram usadas nas embarcações para medir o período de vigilância dos marinheiros que ficavam responsáveis em manuseá-la. Entretanto, assim que foram criadas, o homem percebeu que ao servirem para a medição de períodos curtos, mostravam certas desvantagens em relação ao seu uso. Além disso, Whitrow (1993) destaca que as ampulhetas não mediam o tempo de forma precisa, uma vez que a pessoa que ficava responsável em manuseá-la muita das vezes por distração ou por sono, esquecia de virar a ampulheta para medir um novo período de tempo. Tal situação passava a ser vista como outra desvantagem em sua utilização.

A partir das desvantagens percebidas pelo homem nas ampulhetas, o mesmo compreende a necessidade de criar outro instrumento de medição de tempo que viesse suprir as falhas apresentadas pelo anterior. Desse modo, são criados os relógios mecânicos. Todavia, há registros históricos que afirmam que os relógios mecânicos podem ter sido criados para suprimento de outras necessidades.

Segundo Whitrow (1993, p. 120):

É provável que o estímulo para o desenvolvimento do relógio mecânico tenha nascido em boa parte das necessidades vividas nos mosteiros medievais, em que a pontualidade era uma virtude rigorosamente prescrita e o atraso na chegada a um serviço divino ou a uma refeição era punido. Tal exigência de pontualidade não se devia a nenhum desejo de “poupar tempo” – era para ajudar a manter a disciplina da vida monástica que a regulação estrita do tempo era necessária.

O homem, por conseguinte, devido as questões de pontualidade e de precisão, recorre à utilização de um relógio que lhe forneça tais características. Nos mosteiros, os monges, tendo em vista a disciplina, necessitavam se organizar em relação ao tempo despendido em suas atividades. Whitrow (1993) afirma que a Igreja foi responsável pela criação do relógio mecânico que era conhecido apenas por pessoas a ela ligadas (que conheciam a matemática de rodas dentadas concatenadas em maquinismos astronômicos), ou seja, aquelas com alto nível de instrução.

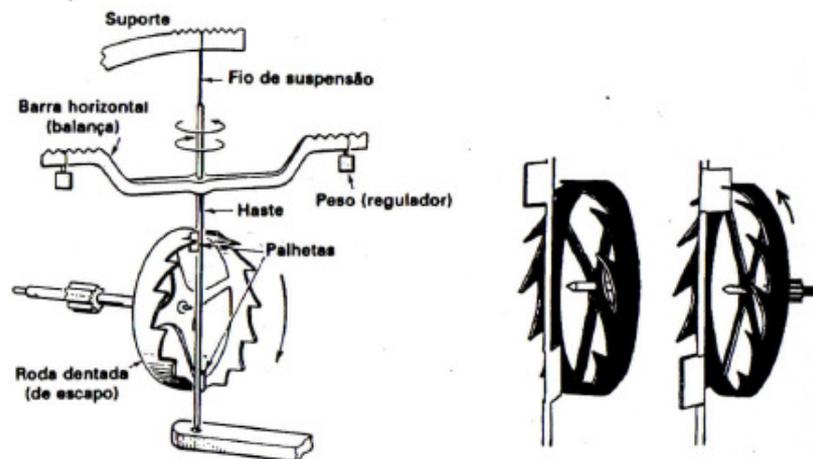
Podemos deduzir que os relógios mecânicos, *a priori*, contemplaram uma pequena parcela da população, já que nem todas as pessoas eram formadas pelas igrejas.

O relógio mecânico passa a ser utilizado a partir do momento que o homem cria o escape de haste e folha. Para Whitrow (1993, p. 121):

O invento decisivo para tornar possível o relógio mecânico foi o escape de “haste e folha”, uma barra horizontal, ou “folha”, tinha como pivô, em seu centro, uma haste ou pino em que havia duas palhetas ou flanges. Estas engatavam-se numa roda dentada (acionada por um peso pendurado a um tambor) que empurrava a haste primeiro numa direção e depois na outra, fazendo a folha oscilar. A cada oscilação da folha, a roda avançava, ou “escapava”, libertando um dente. A folha tinha sobre ela dois pesos (reguladores), um de cada lado, e era possível ajustar a velocidade da oscilação mudando os pesos ou a distância a que ficavam da haste. O sistema envolvia também um mecanismo para contar as oscilações.

O escape de haste e folha foi primordial para que o relógio mecânico viesse a funcionar. A seguir, o modelo do escape de haste e folha.

Figura 7 – Escapo de haste e folha



Fonte: Whitrow (1993, p.121)

Whitrow (1993) relata que grande parte dos relógios mecânicos deixaram de ser colocados em igrejas e serviram como relógios públicos. Para a sociedade, esses relógios eram tidos como úteis, pois enquanto os sinos das igrejas anunciavam o momento das atividades religiosas, o relógio comunal era tido como um instrumento secular, que servia para indicar as horas para a sociedade. Tal fato aconteceu por volta do século XIV.

Os relógios mecânicos passaram a ter grande influência social. Prova disso, é o fato da sua inserção na sociedade permitir a adoção da hora em 60 minutos. Whitrow (1993, p. 126) afirma que:

A hora uniforme de 60 minutos logo tendeu a substituir o dia como unidade básica de trabalho na indústria têxtil. Em 1335, por exemplo, o governante de Artois autorizou os habitantes de Aire-sur-la-Lys a construir um campanário cujo sino marcaria as horas de trabalho dos operários têxteis. O problema da duração da jornada de trabalho era de particular importância nesse ramo da indústria, em que os salários representavam parte considerável dos custos de produção.

Pelo exposto acima, podemos afirmar que o tempo, como já dito anteriormente, influencia a jornada de trabalho dos operários, seus salários e a produção das indústrias. Ainda a respeito disso, Whitrow relata que:

Esse importante desenvolvimento, que teve início nas cidades, foi estimulado pela classe mercantil e o surgimento de uma economia monetária. Enquanto o poder se concentrou na posse de terras, o

tempo era vivido como abundante, sendo fundamentalmente associado com o ciclo inalterável do solo. Com a crescente circulação de dinheiro e a organização de redes comerciais, entretanto, a ênfase deslocou-se para a mobilidade. O tempo já não era associado apenas a cataclismos e festividades, mas à vida diária. Muitas das classes médias não tardaram a perceber que “tempo é dinheiro”, devendo, portanto, ser cuidadosamente regulado e usado com economia (1993, p. 128).

O tempo, desse modo, passou a ser associado ao capitalismo financeiro e tornou-se um fator econômico, uma vez que as pessoas começaram a se beneficiar dele, como é o caso dos comerciantes.

Apesar do relógio mecânico controlar o tempo em que as pessoas levavam para realizar suas atividades diárias, Whitrow (1993) afirma que os primeiros relógios criados além de serem muito grandes, eram pesados, fato que dificultava o seu transporte. Por causa disso, o homem cria novos mecanismos: os relógios domésticos e os de algibeira (relógio de bolso). Esses, por sua vez, eram menores e mais fáceis de serem transportados.

A seguir, apresentamos um modelo do relógio de algibeira.

Figura 8 – Relógio de Algibeira



Fonte: <https://br.pinterest.com/explore/rel%C3%B3gios-de-bolso/>, acesso em 03/06/2017.

Ainda a respeito da aquisição desses novos mecanismos, Whitrow afirma:

Como os relógios de algibeira foram por muito tempo um brinquedo de gente rica, não surpreende que, com frequência, as pessoas comuns ficassem profundamente perturbadas quando se deparavam

com um, chegando até a tomá-los por algo maligno e perigoso (1993, p. 131).

Com isso, vemos que apenas as pessoas com maior poder econômico possuíam os relógios de algibeira, sendo elas privilegiadas por poderem observar a passagem contínua do tempo, uma vez que o relógio público utilizado pela maioria das pessoas possibilitava apenas a marcação de alguns momentos, a saber, hora em hora. Desse episódio, percebemos que o tempo medido de forma discreta já não era viável para a vida em sociedade, pois para muitas pessoas ele servia como fonte de lucros, uma vez que medi-lo de hora em hora se tornaria um prejuízo.

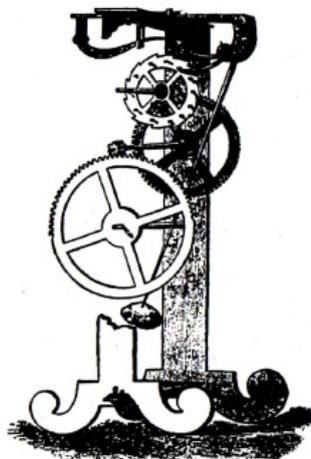
Com o passar do tempo, ou seja, em 1637, Galileu Galilei (1564-1642) cria o relógio de pêndulo. Segundo Whitrow (1993, p. 141):

Em 1637 Galileu projetou uma engrenagem acionada por um pêndulo para contar oscilações, mas o pêndulo tinha que ser controlado a mão. Em 1641, um ano antes de morrer, Galileu examinou a possibilidade do uso do próprio pêndulo como um relógio. O relógio de pêndulo de Galileu envolvia um novo tipo de escape, superior ao tradicional tipo de haste conservado por Huygens. Cada oscilação do pêndulo empurra a roda de cima de um pino saliente para o seguinte.

O homem, então, cria o relógio de pêndulo para medir o tempo de forma mais precisa, já que os relógios precedentes não supriam tamanha necessidade. Como hipótese, uma justificativa por tal busca, a precisão na medida do tempo acontece a partir do momento que o homem o utiliza para obtenção de dinheiro.

A seguir, elucidamos o modelo do relógio de pêndulo criado por Galileu.

Figura 9 – Relógio de pêndulo de Galileu



Fonte: Whitrow (1993, p. 141)

Após a criação do relógio de pêndulo, outra estava por vir. Surge então, uma nova invenção. Whitrow (1993, p. 144) afirma que “assim como a invenção do pêndulo aperfeiçoou a medição do tempo pelos relógios de parede ou de mesa, também a invenção da mola reguladora, por volta de 1675, conferiu maior precisão aos relógios de estojo ou algibeira”.

Segundo Whitrow (1993, p. 145) afirma:

[...] a invenção de um relógio mecânico preciso teve enorme influência sobre o conceito de tempo. Pois, diversamente dos relógios que o precederam, que tendiam a operar de modo irregular, o relógio mecânico aperfeiçoado, quando adequadamente regulado, podia funcionar de modo uniforme e contínuo por anos a fio, devendo, portanto, ter reforçado muito a crença na homogeneidade e continuidade do tempo.

A conquista da maior precisão dos relógios mecânicos fez o homem avançar em relação à medição do tempo, pois, assim, fora reforçada a ideia de que o tempo se apresentava de forma contínua.

Para Whitrow (1993), a Revolução Industrial (séc. XVIII e séc. XIX) foi um período marcado por mudanças que ocorreram na Europa, como, a substituição do trabalho artesanal pelo assalariado e a substituição das ferramentas pelas máquinas, sendo estas últimas, responsáveis por realizar o trabalho em um período de tempo muito menor do que se fosse realizado pelo trabalho braçal. Eves (2011) afirma que a Revolução Industrial propiciou o

progresso tecnológico, criando a necessidade de novas tecnologias, como o crescimento da produção industrial. Por exemplo, na Inglaterra a produção de ferro passou de 30.000 toneladas para 2.000.000 de toneladas, caracterizando um crescimento exorbitante.

Com todas essas mudanças, o controle da medição do tempo passou a influenciar o modo de vida das pessoas. Segundo Whitrow (1993, p. 180):

O impacto da energia a vapor sobre o modo de vida e o sentido do tempo das pessoas não se deveu apenas, entretanto, à invenção da locomotiva. A energia a vapor foi a força propulsora da revolução industrial. Os antigos tecelões que trabalhavam em suas cabanas, em teares manuais, embora muitas vezes tivessem que labutar arduamente para garantir seu sustento, pelo menos trabalhavam quando queriam. Os operários de fábrica, porém, tinham que trabalhar sempre que a máquina a vapor estivesse funcionando. Isto obrigou as pessoas a serem pontuais, com relação não apenas à hora, mas também ao minuto. O resultado é que, diferentemente de seus ancestrais, tenderam a se tornar escravos do relógio.

A ganância dos donos das fábricas, com o passar do tempo, aumentou exponencialmente. Para Whitrow (1993, p. 183) “a revolução industrial levou, contudo, à abolição geral de feriados baseados em festas religiosas porque era antieconômico manter ociosas as fábricas”. Isso contribuiu para que os trabalhadores tivessem uma jornada de trabalho cada vez mais exaustiva, levando-os a adoecer.

No século XIX, há a popularização da medição do tempo. Segundo Whitrow (1993, p. 184):

A popularização da medição do tempo que se seguiu à produção em massa de relógios de bolso baratos no século XIX acentuou a tendência à regulação cronométrica até das mais básicas funções vitais: ‘Comia-se não quando se sentia fome, mas quando se era advertido pelo relógio; dormia-se, não quando se estava cansado, mas quando o relógio consentia’.

Percebemos que a vida das pessoas não era mais controlada da forma como queriam, mas sim pelo tempo, que era fator essencial para o controle das atividades diárias. As tarefas executadas pelos operários passaram a ser

extremamente inspecionadas pelos burgueses que não se preocupavam com a saúde física nem emocional dos seus subordinados.

Com relação aos dias de hoje, as pessoas ainda continuam sendo vinculadas à medição do tempo. Isso pode ser verificado nas nossas atividades diárias as quais são planejadas para serem executadas em um certo período de tempo, ainda que incerto. Por conseguinte, podemos perceber que a história, em seus diferentes períodos, explica o quanto somos influenciados em relação ao modo de lidar com questões relacionadas ao tempo.

Ademais, quanto à padronização do tempo no mundo, se fizermos um retrocesso nos diferentes períodos históricos aqui abordados, veremos o quanto as formas de se medir o tempo evoluíram em precisão com o passar dele, uma vez que os instrumentos criados pelo homem comprovam isso, sendo que de observação dos corpos celestes no período do Egito Antigo, em pleno século XXI são criados os cronômetros digitais que medem o tempo em frações de segundos.

Com o estudo realizado, foi possível compreender que o homem construiu diversos instrumentos de medição de tempo, estes, por sua vez, fizeram parte de uma necessidade criada por ele mesmo.